

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS EM *Coffea arabica* L.

ANDRÉ BARRETTO PEREIRA

2000

50356
35415

DESCARTADO

m. Ribeiro
ASSINATURA

Data 21, 08, 17

BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA
UFLA

ANDRÉ BARRETTO PEREIRA

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *Coffea arabica* L.

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

Orientador

Prof. Dr. Moacir Pasqual

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

BIBLIOTECA CENTRAL
UFLA
50356-733
PER
50356
DATA 30/11/00

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

Pereira, André Barretto

Enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. / André Barretto Pereira. --
Lavras : UFLA, 2000.

75 p. : il.

Orientador: Moacir Pasqual.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Propagação vegetativa. 2. Estaquia. 3. Café. 4. Regulador de crescimento. 5.
Substrato. 6. Genótipo. 7. Clonagem. I. Universidade Federal de Lavras. II.

Título.

CDD-633.733

ANDRÉ BARRETTO PEREIRA

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *Coffea arabica* L.

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

APROVADA em 11 de agosto de 2000

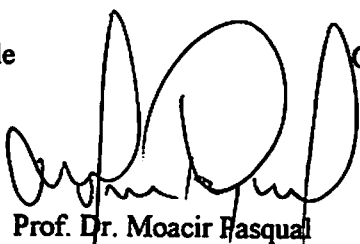
Prof. Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes UFLA

Prof. Dr. Benjamim de Melo UFU

Prof.. Dr. Carlos Alberto Spaggiari Souza UFLA

Pesq. PhD. Raúl René Valle

CEPLAC



Prof. Dr. Moacir Pasqual
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

À minha esposa Julia,

aos meus filhos Andrei e Juliano

pela paciência, apoio, compreensão, carinho e dedicação.

DEDICO

Aos meus pais, Clóvis e Márcia,

Aos meus irmãos, Márcio e Suzana,

Às minhas avós, Santa (in memorian) e Alice,

Aos meus sogros, Abel e Júlia.

A meu cunhado Alberto.

Aos amigos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as graças que temos alcançado.

À Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, pela oportunidade da realização deste estudo.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade concedida.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao programa Bioex/CNPq pelo financiamento das pesquisas.

Ao professor Moacir Pasqual pela orientação, amizade e ensinamentos transmitidos durante a realização deste trabalho.

Ao Dr. Raúl René Valle, chefe do CEPEC/CEPLAC, pelo estímulo e apoio durante a realização do curso.

Aos professores, Antônio Nazareno Guimarães Mendes e Rubens José Guimarães, pelo exemplo profissional, ensinamentos e amizade.

Ao Pesquisador Carlos Alberto Spaggiari Souza e ao Professor Benjamim de Melo, pela amizade, companheirismo e sugestões a este trabalho.

Ao Núcleo de Estudos em Cafeicultura (NECAF) pelo apoio e pelos eventos realizados, que contribuíram na minha formação.

A todos os colegas de curso de Fitotecnia, em especial a Anna Lygia, LÍlian, Fábio, Adriano, Erivelton, Cida, pelo convívio e amizade.

Aos funcionários do Setor de Cafeicultura de UFLA, José Mauricio, José Avelino e João Batista, pela colaboração na condução dos experimentos.

Aos Funcionários do Laboratório de Cultura de Tecidos da UFLA, Antônio Claret, Evaldo e Vantuil, pelo convívio e amizade.

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram, de algum modo, para o êxito deste trabalho.

BIOGRAFIA

André Barretto Pereira, filho de Clóvis Peixoto Pereira e Márcia Maria Barretto Pereira, nasceu em Salvador, Estado da Bahia, aos 15 de abril de 1965.

Concluiu o segundo grau em Salvador – BA, no Colégio São Paulo, em 1982.

Em 1983 iniciou o curso de Agronomia na Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas-BA, concluindo-o em janeiro de 1987.

Em julho de 1987 começou a trabalhar na Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, no qual, no período de julho de 1987 a dezembro de 1991, exerceu a função de extensionista rural, e a partir de janeiro de 1992 exerce a função de pesquisador da Seção de Genética do Centro de Pesquisas do Cacau – CEPEC, em Itabuna-Ba.

Em março de 1994, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Genética e Melhoramento de Plantas, na Universidade Federal de Lavras, concluindo-o em fevereiro de 1996.

Foi vice-coordenador do Núcleo de Estudos em Genética da Universidade Federal de Lavras na gestão 94/95.

Foi Sócio Fundador, Coordenador de Extensão na gestão 97/98 e Coordenador de Pesquisa na gestão 98/99 do Núcleo de Estudos em Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras.

Em setembro de 1996 iniciou, na Universidade Federal de Lavras, o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, concluindo-o em agosto de 2000.

SUMÁRIO

	Pagina
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1.....	01
1 Introdução Geral.....	01
2 Referencial Teórico.....	02
3. Referências Bibliográficas.....	06
CAPÍTULO 2: Enraizamento de estacas de <i>Coffea arabica</i> L. cv. Mundo Novo imersas por diferentes períodos em solução com várias concentrações de ácido indol-butírico e ácido naftaleno acético.....	10
1 Resumo.....	10
2 Abstract.....	11
3 Introdução.....	11
4 Material e Métodos.....	13
5 Resultados e Discussão.....	17
6 Conclusão.....	31
7 Referências Bibliográficas.....	32
CAPÍTULO 3: Enraizamento de estacas de três cultivares de <i>Coffea arabica</i> L. em diferentes substratos.....	35
1 Resumo.....	35
2 Abstract.....	36
3 Introdução.....	36
4 Material e Métodos.....	38
5 Resultados e Discussão.....	40
6 Conclusões.....	46

7 Referências Bibliográficas.....	47
CAPÍTULO 4: Enraizamento de estacas de <i>Coffea arabica</i> L. em diferentes substratos.....	49
1 Resumo.....	49
2 Abstract.....	50
3 Introdução.....	50
4 Material e Métodos.....	53
5 Resultados e Discussão.....	55
6 Conclusão.....	60
7 Referências Bibliográficas.....	61
CAPÍTULO 5: Enraizamento de estacas de <i>Coffea arabica</i> L. em estufim.....	63
1 Resumo.....	63
2 Abstract.....	64
3 Introdução.....	64
4 Material e Métodos.....	66
5 Resultados e Discussão.....	68
6 Conclusões.....	71
7 Referências Bibliográficas.....	72
CONSIDERAÇÕES FINAIS	74

RESUMO

PEREIRA, André Barretto. Enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. Lavras: UFLA, 2000. 75p. (Tese - Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)*.

A propagação vegetativa de *Coffea arabica* L. se justifica para imediata exploração de híbridos F_1 , representando grande economia de tempo com a redução do número de ciclos de seleção necessários para obtenção de linhagens, garantindo a uniformidade do povoamento e manutenção do ganho genético obtido na seleção. Com o objetivo de ampliar os conhecimentos no enraizamento de estacas de *C. arabica* L., foram realizados vários experimentos, em casa de vegetação, nos anos de 1997 à 1999, na Universidade Federal de Lavras (Lavras-MG), abordando os efeitos do tempo de imersão em solução com auxinas, ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftaleno-acético (ANA), o comportamento de cultivares, o uso de diferentes substratos e uma alternativa ao uso de estufas com sistemas automáticos de nebulização, para produção de mudas por estaquia de *C. arabica* L. Foram utilizadas estacas herbáceas, oriundas de ramos ortotrópicos, constituídas de um nó, um par de folhas reduzidas a 1/3 de seu tamanho e 8-10 cm de comprimento. Os resultados obtidos mostraram que o AIB como promotor de enraizamento não é eficiente e, portanto, seu emprego não é recomendável para estacas de *C. arabica* L. cv. "Mundo Novo". Há aumento do percentual de enraizamento com imersão da base da estaca em solução com 650 mg.L⁻¹ de ANA por 6 horas. Os substratos areia, húmus de minhoca, moinha de café (resíduo da máquina de beneficiamento de café) e o substrato padrão (utilizado na germinação de sementes de café) apresentam bom desempenho no enraizamento em estufas com nebulização. Os cultivares Catuai e Icatu enraizam melhor do que o Mundo Novo. O composto orgânico mostra ser o melhor em estufas sem nebulização. A utilização de estufim para o enraizamento de estacas de *C. arabica* L. é uma alternativa tecnicamente viável. O período de 6 semanas mostra-se ideal para permanência das estacas no estufim.

* Comitê Orientador: Moacir Pasqual – UFLA (Orientador), Antônio Nazareno Guimarães Mendes – UFLA.

ABSTRACT

PEREIRA, André Barretto. **Rooting of *Coffea arabica* L. cuttings** Lavras: UFLA, 2000. 75p. (Thesis – Doctoral in Agronomy /Crop Science)*

The vegetative propagation of *Coffea arabica* L. is applied to explore F₁ hybrids, representing considerable time economy with reduction of the selection cycles necessary to obtain a breed line, guaranty uniformity of the planted area and maintains the genetic gain in the selection. With the objective to enlarge the knowledge on rooting of *C. arabica* L. cuttings, several experiments were carried out, in the years of 1997-1999, at the Universidade Federal de Lavras (Lavras-MG, Brazil), to verify the effects of the immersion time in auxin solutions of indolbutiric (IBA) and naphtalene acetic acids (NAA), of cultivars, of substrate and a substitute to use of greenhouses with automatic irrigation systems, for seedlings production of *C. arabica* L. by cutting. It was used herbaceous cuttings from orthotropics branches with one bud, two leaves reduced to 1/3 of its size and 8-10 cm in length. The results show that IBA is not efficient as rooting promoter and, therefore, its use is not advisable for cuttings of *C. arabica* L. cv. "Mundo Novo". There was an increase in rooting percentage when the cuttings were deepen in 650 mg.L⁻¹ NAA solution for 6 hours. The substrates: sand, earthworm humus, residual coffee machine processing and the standard substrate (utilized in coffee seed germination) have good performance in rooting in greenhouse with automatic irrigation conditions. Catuai and Icatu cultivars show better rooting than Mundo Novo. The organic compound shows to be the best formulation for rooting of *C. arabica* L. cuttings in greenhouse without automatic irrigation. The use of plastic propagater box for rooting of *C. arabica* L. cuttings is a technical viable alternative. Better rooting of *C. arabica* L. is registered when cuttings stay in plastic propagater box by 6 weeks.

* Guidance Committee: Moacir Pasqual – UFLA (Major Professor), Antônio Nazareno Guimarães Mendes – UFLA.

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cafeicultura é uma cultura de grande importância econômica. O café é o mais importante commodity agrícola de exportação no mundo. Muitos países estão envolvidos na produção, comercialização e consumo, gerando, no agronegócio café, cerca de 35 bilhões de dólares por ano (Minas Gerais, 1995). A média mundial de produção é estimada em 93 milhões de sacas, produzidas por mais de 50 países, nas regiões tropicais da América Latina, África e Ásia. Para muitos destes países, o café é a principal fonte de renda (Sreenath, 2000). O Brasil está classificado como principal produtor, maior exportador e segundo mercado consumidor de café do mundo.

Dentro do gênero *Coffea* existem duas espécies comercialmente importantes: *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre, sendo que cerca de 70% dos plantios comerciais mundiais são do tipo arabica, principalmente pela qualidade superior de sua bebida. O *C. canephora*, também conhecido como café robusta, participa com 30% deste mercado. No Brasil, cerca de 82% da produção são provenientes de lavouras formadas com cultivares da espécie *C. arabica* L. e 18% de cultivares da espécie *C. canephora* (Melo, Bartholo e Mendes, 1998).

A cafeicultura mundial tem sido grandemente beneficiada pelo sucesso dos programas de melhoramento genético, que têm colocado, à disposição do agricultor, cultivares de alta capacidade produtiva. Contudo, os ganhos esperados no futuro provavelmente serão menores devido ao estágio de melhoramento em que estão as linhagens disponíveis atualmente. Novas estratégias de melhoramento deverão ser utilizadas para continuar obtendo sucesso.

Para melhorar a situação atual, uma alternativa é a formação de lavouras comerciais utilizando híbridos F_1 , aproveitando a heterose normalmente observada nas hibridações, o que representa grande economia de tempo, principalmente se compararmos com o longo ciclo de seleção necessário para obtenção de linhagens. Neste aspecto, a utilização da propagação vegetativa na formação dos plantios clonais de *C. arabica* L. torna-se uma realidade, garantindo a uniformidade do povoamento e manutenção do ganho genético obtido na seleção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A metodologia de melhoramento do *Coffea arabica* L. é a aplicada geralmente nas espécies autógamas, tendo por base a obtenção de linhagens puras por seleção genealógica depois da recombinação de caracteres aportados pelos pais (Berthouly, 2000).

O método usual de propagação das linhagens de *C. arabica* L. é via sementes. Isto ocorre por ser uma espécie autógama, possibilitando plantações homogêneas (com 98% de homozigose) a partir de seis gerações sucessivas de autofecundação, um processo que exige no mínimo 24 anos de trabalho contínuo. Em *C. canephora* não é possível ter plantas uniformes via sementes porque trata-se de espécie de fecundação cruzada. Portanto, em caso de robusta, grandes ganhos de produção devem ser alcançados quando plantas elites são propagadas vegetativamente (Sondahl, Sondahl e Gonçalves, 2000).

A propagação vegetativa de plantas origina indivíduos idênticos à planta-mãe. É uma técnica que está sendo cada vez mais adotada no âmbito mundial, principalmente por sua maior efetividade em capturar os ganhos genéticos obtidos dos programas de melhoramento (Haines, 1992). A

propagação vegetativa é indicada para multiplicação de materiais genéticos de alta produtividade e resistentes a enfermidades, garantindo uniformidade nos povoamentos e mantendo o ganho genético obtido na seleção (Davide, Faria e Botelho, 1995).

Segundo Foster (1993), a propagação vegetativa tornar-se-á comum para muitas espécies comercialmente importantes e a tecnologia de enraizamento de estacas continuará a ser o procedimento mais econômico para propagação em larga escala.

Oferecer as condições adequadas para que as mudas tenham bom enraizamento sempre foi um desafio para os técnicos. Alta temperatura e umidade são essenciais. Estacas herbáceas apresentam melhores respostas quando retiradas na época em que a planta está crescendo ativamente. É fundamental a manutenção do substrato úmido, mas não molhado, temperatura por volta de 25 °C e mudas livres de correntes de ar. É essencial evitar que as mudas sequem ou apodreçam antes de formarem raízes. Quanto mais depressa o processo de enraizamento ocorrer, menores são as probabilidades de fracasso (Hill, 1996).

A propagação vegetativa de *C. arabica* L. se justifica para a imediata exploração comercial de genótipos com alta produção, resistência a pragas e doenças e outras propriedades desejadas (Sondahl, Sondahl e Gonçalves, 2000), servindo como instrumento auxiliar em programas de melhoramento (Martins, 1985).

Recentemente, a existência de heterose foi relatada em *C. arabica* L. na Índia (Srinivasan e Vishveshwara, 1978), no Quênia (Van de Vossen e Walyaro, 1981), Etiópia (Ameha, 1983) e Brasil (Araújo Neto e Ferreira, 1980; Araújo Neto, Miguel e Queiroz, 1993), com média superior a 30% e relatos de até 236% em relação ao pai superior, podendo esta ser utilizada na obtenção de cultivares híbridas F₁.

A multiplicação vegetativa desempenha papel importante na seleção de cafeeiros, permitindo a propagação e a exploração das estruturas genéticas heterozigóticas. Há também grande economia de tempo com redução do número de ciclos de seleção necessários para obtenção de cultivares do tipo linhagem (Berthouly, 2000; Sera e Alves, 1999).

A técnica de multiplicação vegetativa mais utilizada no cafeeiro é a estaquia. Porém, devido ao dimorfismo de seus ramos vegetativos, o número de estacas ortotrópicas é muito limitado. Esta limitação, no caso de multiplicação em larga escala, pode levar a atrasos consideráveis na distribuição de um novo clone, havendo a necessidade da instalação de jardins clonais (Deuss e Descroix, 1984). Ramos plagiotrópicos não podem ser utilizados, pois levam ao desenvolvimento de cafeeiros de porte rasteiro, sem interesse prático (Coste, 1968).

A multiplicação vegetativa é praticada sobretudo em *C. canephora* e no híbrido arabusta, devido à impossibilidade de reprodução uniforme por via sexuada dos indivíduos escolhidos. Em *C. arabica* L., ao contrário, para a qual a reprodução uniforme pode ser obtida por sementes, a multiplicação vegetativa é menos utilizada, além de ser mais delicada (Berthouly, 2000).

Várias tentativas foram feitas, porém, os resultados são inconsistentes (Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal, 1976; Ono et al., 1993; Rezende, 1996; Bergo, 1997) em razão dos menores índices de enraizamento naturalmente apresentados no *C. arabica* L.

Mendes (1950) estudou a possibilidade de enraizar estacas contendo apenas uma folha (estacas de meio nó), tratadas com vigortone em pó, colocando-as em areia lavada e estufim. A percentagem de pegamento foi alta e a quantidade de raízes formadas abundante.

Snoeck (1968) afirma que, de maneira geral, estacas de *C. canephora* enraízam bem sem reguladores de crescimento, embora alguns cultivares

necessitem de tratamentos com reguladores para que tenham sua taxa de enraizamento aumentada. Contudo, Domingo e Catabay (1961) citam que o tratamento com reguladores de crescimento em estacas de *C. canephora* não afeta a percentagem de enraizamento, mas aumenta o número de raízes por estaca.

Romeiro (1973) obteve enraizamento de estacas de *C. arabica* L. superior a 70% quando tratadas com 200 ppm de ANA (ácido naftaleno acético). Neste caso, ele usou estacas de um nó, com duas folhas cortadas ao meio, imersas em solução com o regulador de crescimento por 24 horas, à temperatura ambiente. O efeito positivo desta auxina foi também observado por Ono et al. (1993), registrando que os tratamentos com 100 ppm ANA mais boro levam a um melhor enraizamento de estacas de *C. arabica*.

Em *C. arabica*, Purushotham e Vishveshwara (1980) e Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal (1976), trabalhando com cultivares não mencionadas, e Van de Vossen e Op de Laak (1976) usando os cultivares SL 28 e SL 32, citam, para o enraizamento de estacas, que não há necessidade de tratamento químico. Entretanto, Fiester (1953) afirma que, para estacas da cultivar Típica, não só o tipo de regulador usado, mas também a concentração, influem muito no enraizamento.

Martins (1985) trabalhando com *C. arabica* L. cv. Bourbon Amarelo, verificou que o AIA (ácido indol acético) e ANA não mostraram qualquer influência nas diferentes concentrações sobre o percentual de estacas vivas e enraizadas, número e comprimento de raízes, enquanto concentrações crescentes de AIB (ácido indol butírico) influenciaram positivamente o número de raízes. O 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxi acético), por sua vez, induziu aumento no número de raízes, até concentrações próximas de 6.000 mg.L⁻¹, bem como no comprimento das raízes, até concentrações próximas de 4.000 mg.L⁻¹.

Bergo (1997) obteve variação entre as cultivares Acaiá e Catuai, ambas da espécie *C. arabica*, e entre estas com a espécie *C. canephora*. Dentro da mesma espécie, melhor desempenho foi apresentado pelo cultivar Acaiá, e entre espécies, melhor performance foi observada para *C. canephora*.

Os resultados apresentados na literatura até o presente momento não permitem, ainda, que se estabeleça um protocolo definitivo sobre o enraizamento de estacas em *C. arabica* L., ficando clara a necessidade de pesquisas que visem aglutinar as informações até então obtidas, de modo a solucionar esta questão. Neste sentido é que nós procuramos, através deste trabalho, elucidar alguns aspectos importantes no enraizamento de estacas de *C. arabica* L.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMEHA, M. Heterosis in crosses of indigenous coffee selected for yield and resistance to coffee berry disease. I-First bearing stage. *Acta Horticultural*, Maastricht, v.140, p. 155-161, 1983.
- ARAÚJO NETO, K.; FERREIRA, J.B. Vigor de híbridos em cruzamentos de *Coffea arabica*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8., 1980, Campos do Jordão. Resumos... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1980. p. 14-16.
- ARAÚJO NETO, K.; MIGUEL, A.E.; QUEIROZ, A.R. Estudos de híbridos de *Coffea arabica* - Catimor versus Catuai, Catindú versus Catuai e outros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 19., 1993, Três Pontas. Resumos... Rio de Janeiro: MARA/PROCAFÉ, 1993. p. 38-41.
- ARCILA-PULGARÍN, J.; VALENCIA-ARISTIZÁBAL, G. Enraizamento de estacas de café (*Coffea arabica* L.). *Cenicafé*, Caldas, v.27, n.3, p. 135-139, 1976.
- ~~BERGO~~ BERGO, C.L. Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), através do enraizamento de estacas. Lavras: UFLA, 1997. 62p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

- 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.
- COSTE, R. Le caféier. Paris: G.P. Maisonneuve et Larose, 1968. 310p.
- DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R.; BOTELHO, S.A. Propagação de espécies florestais. Lavras: UFLA, 1995. 41p.
- DEUSS, J.; DESCROIX, F. Le bouturage du caféière au Togo. Café, Cacao, Thé, Paris, v.28, n.3, p. 165-178, 1984.
- DOMINGO, B.S.; CATABAY, F.G. Na experiment on the use of hormone in the propagation of coffee by cuttings. Araneta Journal of Agriculture, Malabou, v.8, p. 28-38, 1961.
- FIESTER, D.R. Summary of propagation of coffee by cuttings. Comunicaciones de Turrialba, [San Jose], n.37, p. 3, 1953.
- FOSTER, G.S. Selection and breeding for extreme genotypes. In: AHUJA, M.R.; LIBBY, W.J. (eds.). Clonal forestry I: genetics and biotechnology. Berlin: Springer-Verlang, 1993. p. 50-67.
- HAINES, R.J. Mass propagation by cuttings, biotechnologies and the capture of genetic gain. In: SYMPOSIUM IN IUFRO'S CENTENNIAL YEAR – MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE SPECIES, 1992, Bordeaux. Syntheses... Paris: AFOCEL/IUFRO, 1992. p. 128-144. (Colloque AFOCEL/IUFRO).
- HILL, L. Segredos da propagação de plantas. São Paulo: Nobel, 1996. 245p.
- MARTINS, A.B.G. Uso de reguladores de crescimento no enraizamento de estacas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Viçosa: UFV, 1985. 23p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- MELO, B. de; BARTHOLO, G.F.; MENDES, A.N.G. Café: variedades e cultivares. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.19, n.193, p. 92-96, 1998.

- MENDES, A.J.T. Multiplicação do cafeeiro por estacas de uma folha. *Bragantia*, Campinas, v.10, n.7, p. 209-11, 1950.
- MINAS GERAIS. Secretaria do Estado da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Cenário futuro do negócio agrícola de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1995. v.7.
- ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; PINHO, S.Z. de; RODRIGUES, S.D. Enraizamento de estacas de café cv. 'Mundo Novo' submetidas à tratamentos auxínicos e com Boro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.28, n.7, p. 773-777, jul. 1993.
- PURUSHOTHAM, K.; VISHVESHWARA, S. Propagation of coffee by cuttings: a preliminary report. *Indian Coffee*, Bangalore, v.44, n.4, p. 55-56, Apr. 1980.
- REZENDE, R.A. Efeito de fitoreguladores, antioxidante e defensivos na propagação vegetativa *in vivo* e *in vitro* de *Coffea arabica* L. Lavras: UFLA, 1996. 51p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- ROMEIRO, R. da S. Enraizamento de estacas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em leito de areia. *Seiva*, Viçosa, v.78, p. 1-8, 1973.
- SERA, T.; ALVES, S.J. Melhoramento genético de plantas perenes. In: DESTRO, D.; MONTALVÁN, R. (eds.). *Melhoramento genético de plantas*. Londrina: UEL, 1999. p. 369-420.
- 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.
- SNOECK, J. La rénovation de la caféiculture malgache a partir de clones sélectionnés. *Café, Cacao, Thé*, Paris, v.12, n.3, p. 223-235, 1968.
- SREENATH, H.L. Biotechnology for genetic improvement of Indian coffee. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON BIOTECHNOLOGY IN THE COFFEE AGROINDUSTRY, 3., 1999, Londrina. *Proceedings...* Londrina: IAPAR/IRD, 2000. p. 247-250.

SRINIVASAN, C.S.; VISHVESHWARA, S. Heterosis and stability for yield in arabica coffee. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, New Delhi, v.38, n.3, p. 416-420, 1978.

VAN DE VOSSEN, H.A.M.; OP DE LAAK, J. Large scale rooting of soft wood cuttings of *Coffea arabica* in Kenya – I type of propagator, choice of rooting medium and type of cuttings. **Kenya Coffee**, Nairobi, v.41, n.488, p. 385-399, 1976.

VAN DE VOSSEN, H.A.M.; WALYARO, D. The coffee breeding programme in Kenya a review of progress made since 1971 and plan of action for the coming years. **Kenya Coffee**, Nairobi, v.46, n.541, p. 113-130, 1981.

CAPÍTULO 2

PEREIRA, André Barretto. Enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo imersas por diferentes períodos em soluções com várias concentrações de ácido indol-butírico e de ácido naftaleno acético. Lavras: UFLA, 2000. 25p. (Tese - Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)*

1 RESUMO

Uma alternativa para a propagação de híbridos de *Coffea arabica* L. em escala comercial é a propagação vegetativa via enraizamento de estacas. Objetivou-se verificar o efeito do tempo de imersão em solução de ácido indol-butírico (AIB) e ácido naftaleno acético (ANA) no enraizamento de estacas de *C. arabica* L. cv. "Mundo Novo". Estacas herbáceas, oriundas de ramos ortotrópicos, constituídas de um nó e um par de folhas reduzidas a 1/3 de seu tamanho e 8-10 cm de comprimento, foram imersas em soluções contendo AIB ou ANA (0, 250, 500, 750 e 1000 mg.L⁻¹) em diferentes tempos (5 segundos, 3, 6, 9 e 12 horas). O delineamento foi em blocos casualizados, com 3 repetições e 6 estacas por parcela. Foram utilizados modelos de superfície de resposta, através dos quais pode-se determinar as concentrações ideais para percentagem de estacas vivas, número médio de brotações, comprimento médio de brotações, peso da matéria seca de brotações, percentagem de estacas enraizadas, número médio de raízes e peso da matéria seca das raízes. O AIB como promotor de enraizamento não se mostrou eficiente e, portanto, seu emprego não é recomendável para estacas de *C. arabica* L. cv. "Mundo Novo". Melhores resultados para o enraizamento foram obtidos com a imersão da base da estaca em solução com 650 mg.L⁻¹ de ANA por 6 horas.

* Comitê Orientador: Moacir Pasqual – UFLA (Orientador), Antônio Nazareno Guimarães Mendes – UFLA.

PEREIRA, André Barretto. Rooting of *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo cuttings deepen for different periods in solution with several concentrations of indolbutiric acid and naphthalene acetic acid. Lavras: UFLA, 2000. 25p. (Thesis – Doctoral in Agronomy /Crop Science)*

2 ABSTRACT

An alternative to propagate *Coffea arabica* L. hybrids in commercial scale is through rooting of cuttings. The objective was to verify the effect of the immersion time in indolbutiric acid (IBA) and naphthalene acetic acid (NAA) solution, on rooting of *C. arabica* L. cv. "Mundo Novo" cuttings. Herbaceous cuttings from orthotropics branches, with one bud, two leaves reduced to 1/3 of its size and 8-10 cm length, were immersed in IBA or NAA solution (0, 250, 500, 750 and 1000 mg.L⁻¹) for 5 seconds, 3, 6, 9 and 12 hours. The statistical design was randomized blocks, with 3 replications and 6 cuttings by plot. The response answer surface models used, showed that its possible to determine the ideal concentrations for survival cuttings, sprout number, sprout length, dry weight of sprout, rooted cuttings, roots number and dry weight of roots. The results showed that IBA is not efficient as rooting promoter and, therefore, its use is not advisable for cuttings of *C. arabica* L. cv. "Mundo Novo". Better rooting was obtained by deeping the cuttings in NAA solution at 650 mg.L⁻¹ for 6 hours.

3 INTRODUÇÃO

A propagação de *Coffea arabica* L. por via assexual não tem sido praticada em grande escala, restringindo-se à propagação por sementes (Sylvain, 1979). Trabalhos recentes realizados com híbridos F₁ despertaram o interesse pela propagação vegetativa em escala comercial, visando manter a heterose para produtividade e a expressão favorável para caracteres de interesse, como resistência à ferrugem, porte baixo e uniformidade de maturação dos frutos.

Guidance Committee: Moacir Pasqual – UFLA (Major Professor), Antônio Nazareno Guimarães Mendes – UFLA.

Uma alternativa viável para a propagação comercial de híbridos de *C. arabica* L. é o enraizamento de estacas, tal como se faz em *Coffea canephora* Pierre. Várias tentativas foram feitas, porém, os resultados são inconsistentes (Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal, 1976; Ono et al., 1993; Rezende, 1996; Bergo, 1997) em razão dos menores índices de enraizamento naturalmente apresentados por *C. arabica* L.

A utilização de reguladores de crescimento no enraizamento é prática bastante difundida e em muitas espécies viabiliza a produção de mudas através da estaquia (Fachinello et al., 1995).

Haissig (1972) e Hartmann, Kester e Davies Junior (1990) afirmam que a auxina endógena ou exógena é indispensável para a iniciação de raízes adventícias em segmentos caulinares. Existem normalmente dois tipos de aplicação exógena de auxinas: uso de baixas concentrações (0 a 500 mg.L⁻¹) em imersão prolongada (aproximadamente 24 horas), que constituem tratamentos mais baratos, e uso de altas concentrações (500 a 10.000 mg.L⁻¹) em imersão rápida, resultando em tratamentos mais caros (Ono e Rodrigues, 1996). Ambos os métodos apresentam resultados satisfatórios (Hartmann, Kester e Davies Junior, 1990). O emprego de um ou de outro método está condicionado ao tipo de estaca, ou seja, para estacas lenhosas e semi-lenhosas, maiores concentrações, e para estacas herbáceas, menores concentrações. Quando se usam baixas concentrações, o tempo de imersão é também definido pelo tipo de estaca. Neste caso, estacas lenhosas e semi-lenhosas permanecem imersas por período maior, enquanto estacas herbáceas, por período de tempo menor (Ono e Rodrigues, 1996).

A ação positiva das auxinas sobre o enraizamento das estacas deve estar relacionada à divisão das células que darão origem às raízes (Haissig, 1972). Existem várias substâncias que provocam o mesmo efeito das auxinas endógenas, a exemplo do ácido indol-acético (AIA), conhecidas como auxinas

sintéticas. Segundo Hartmann, Kester e Davies Junior (1990), as auxinas sintéticas mais utilizadas são ácido indol-butírico (AIB), ácido naftaleno acético (ANA) e ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D).

O AIB é uma das auxinas mais empregadas por possuir alta atividade, faixa maior de concentrações não fitotóxicas e ser efetiva em muitas espécies (Loreti e Hartmann, 1964). Eliasson e Areblad (1984) afirmam serem as auxinas sintéticas mais estáveis que o AIA, tanto nos tecidos vegetais como em solução. Essa estabilidade explica a diferença na resposta ao AIA em concentrações similares de auxinas sintéticas.

Segundo Haissig (1979), estacas de fácil enraizamento respondem bem ao tratamento com AIA ou auxinas sintéticas. Mas as de difícil enraizamento não respondem ao AIA, porém respondem às auxinas sintéticas, principalmente ao AIB.

O AIB tem fornecido bons resultados para a maioria das espécies frutíferas (Tofanelli, 1999; Norberto, 1999). Porém, o ANA também tem apresentado melhores respostas em algumas espécies, sendo importante para *C. arabica* L (Ono et al., 1993; Romeiro, 1973) e outras espécies (Albuquerque e Albuquerque, 1982; Proebsting, 1984).

O objetivo deste trabalho foi testar o efeito do tempo de imersão em solução de AIB e ANA sobre o enraizamento de estacas de *C. arabica* L. cv. "Mundo Novo".

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no ano de 1997, em estufa climatizada do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras-MG, com sistema automatizado de ventilação e irrigação

por nebulização, de modo a manter alta umidade relativa do ar ($\pm 85\%$) e temperaturas próximas a $\pm 26^\circ\text{C}$.

As estacas utilizadas foram provenientes de um talhão de *C. arabica* L. cv. "Mundo Novo" (LCP 379/19), do campo experimental da UFLA. A fim de aumentar a oferta de ramos ortotrópicos, fornecedores de estacas para instalação do experimento, as plantas foram recepada a 40 cm do solo, no mês de dezembro. A coleta das estacas ocorreu três meses após efetuada a recepa. Objetivando suprir eventuais deficiências das brotações, principalmente de micronutrientes, efetuou-se adubação foliar quinze dias antes da coleta das estacas com ácido bórico, sulfato de zinco e cloreto de potássio, todos a 0,3%. Também foi feito um tratamento profilático das brotações ortotrópicas com benomyl (Benlate solução 0,3%) e oxitetraciclina com sulfato de estreptomicina (Agrimicina solução 0,1%).

Foram utilizadas estacas herbáceas oriundas de brotações de ramos ortotrópicos que, após preparadas, ficaram constituídas de um nó, um par de folhas reduzidas a um terço do seu tamanho e 8-10 cm de comprimento. As estacas foram plantadas em bandejas de isopor tipo "speedling" com 72 células piramidais invertidas, contendo substrato comercial "Plantmax".

A avaliação do experimento foi efetuada 150 dias após sua instalação, considerando-se as seguintes características: percentagem de estacas vivas, número médio de brotações, comprimento médio de brotações, peso da matéria seca de brotações, percentagem de estacas enraizadas, número médio de raízes e peso da matéria seca das raízes.

Experimento 1: Enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo imersas por diferentes períodos em soluções com várias concentrações de ácido indol-butírico.

Os tratamentos consistiram de algumas combinações de concentrações de AIB (0, 250, 500, 750 e 1000 mg.L⁻¹) e tempo de imersão das estacas (5

segundos, 3, 6, 9 e 12 horas), cobrindo todo o universo estudado, num total de 13 tratamentos (Tabela 1), com 3 repetições, sendo cada parcela constituída de 6 estacas, num delineamento em blocos casualizados.

Experimento 2: Enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo imersas por diferentes períodos em soluções com várias concentrações de ácido naftaleno acético

Os tratamentos constituíram de algumas combinações de concentrações de ANA (0, 250, 500, 750 e 1000 mg.L⁻¹) e tempo de imersão das estacas (5 segundos, 3, 6, 9 e 12 horas), cobrindo todo o universo estudado, num total de 13 tratamentos (Tabela 1), com 3 repetições, sendo cada parcela constituída de 6 estacas, num delineamento em blocos casualizados.

TABELA 1. Esquema dos tratamentos utilizados nos experimentos. UFLA, Lavras-MG, 2000.

		TEMPO				
		5 seg.	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas
ANA ou AIB	0	X		X		X
	250		X		X	
	500	X		X		X
	750		X		X	
	1000	X		X		X

Análises estatísticas

Para as análises estatísticas, foram utilizadas duas maneiras de decompor a variação entre tratamentos. A primeira delas correspondeu ao desdobramento em fatores principais, típico de ensaios no delineamento em blocos casualizados

(DBC). A outra maneira fez uso do ajustamento a modelos de superfície de resposta (Box e Draper, 1987), quando as diferenças entre os tratamentos mostraram-se significativas pelo teste F. O método de “backward” (Draper e Smith, 1981) foi utilizado para a seleção de modelos de regressão múltipla envolvendo os fatores testados no experimento, utilizando o residuo da análise de variância para testar a significância dos coeficientes de regressão. Uma vez determinado o modelo, testava-se a significância dos desvios de regressão para verificar a adequabilidade do modelo.

O modelo inicial de regressão múltipla utilizado no método de “backward” foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \alpha + \beta_1 X_{1ij} + \beta_2 X_{2ij} + \beta_3 X_{1ij}^2 + \beta_4 X_{2ij}^2 + \beta_5 X_{1ij} X_{2ij} + \beta_6 X_{1ij}^{0,5} + \beta_7 X_{2ij}^{0,5} + \beta_8 \log(X_{1ij} + 1) + \beta_9 \log(X_{2ij} + 1) + \beta_{10} X_{1ij} X_{2ij}^2 + \beta_{11} X_{1ij}^2 X_{2ij} + \beta_{12} X_{1ij}^{0,5} X_{2ij} + \beta_{13} X_{1ij} X_{2ij}^{0,5} + \delta_{ij} + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} : valor observado na parcela que recebeu o tratamento i na repetição j,

α : intercepto;

β_k : coeficiente de regressão k;

X_{1ij} : concentração de AIB (experimento 1) e ANA (experimento 2) presente na repetição j do tratamento i;

X_{2ij} : tempo de imersão da estaca na solução presente na repetição j do tratamento i;

δ_{ij} : desvio de regressão associado à parcela que recebeu o tratamento i na repetição j;

e_{ij} : erro experimental associado à parcela que recebeu o tratamento i na repetição j.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1: Enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo imersas por diferentes períodos em soluções com várias concentrações de ácido indol-butírico.

Os resumos das análises de variância para as características avaliadas estão representados na Tabela 2, considerando a partição da variação entre tratamentos segundo o esquema em DBC e as variações devidas ao modelo de regressão múltipla ajustado e aos desvios de regressão. Observa-se que para as características percentagem de estacas vivas, número médio de brotações, peso da matéria seca de brotações, percentagem de estacas enraizadas e peso da matéria seca das raízes, houve efeito significativo, enquanto os desvios de regressão não foram significativos, evidenciando que os modelos foram ajustados satisfatoriamente.

TABELA 2. Resumo das análises de variância para as características percentagem de estacas vivas (EV), número médio de brotações (NMB), comprimento médio de brotações (CMB), peso da matéria seca de brotações (PMSB), percentagem de estacas enraizadas (ER), número médio de raízes (NMR) e peso da matéria seca das raízes (PMSR). UFLA, Lavras-MG, 2000.

Causas de Variação	G.L.	QM						
		EV ^{1/}	NMB	CMB	PMSB	ER ^{1/}	NMR	PMSR
Bloco	2	5,1128	0,0660	2,8625	0,3418*	14,4571*	3,6726	0,0303
Tratamento	12	12,8496**	0,2860*	3,6401	0,5645**	12,4819**	6,8150	0,0570*
Regressão	4	32,2673**	0,4356**		2,7054**	32,1839**		0,1233**
Desvio	8	3,1407	0,0478		0,1703	2,6310		0,0239
Resíduo	24	2,5167	0,1081	2,5720	0,0771	4,0663	5,0654	0,0224
Média Geral		7,59	1,75	2,80	0,71	6,22	2,72	0,19
CV (%)		20,91	18,76	57,24	38,98	32,41	55,14	78,42

^{1/} Observações transformadas segundo $(X + 0,5)^{0,5}$.

*, **, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade.

Percentual de estacas vivas

De acordo com o modelo de superfície de resposta ajustado, o maior percentual de estacas vivas (100%) foi obtido com imersão por 5 segundos em solução contendo 80 mg.L⁻¹ de AIB. Verifica-se que à medida que aumentam a concentração da auxina na solução e o tempo em que as estacas permaneceram imersas, ocorre redução no percentual de sobrevivência (Figura 1). Bergo (1997) observou que a imersão de estacas de *C. arabica* L. em solução contendo auxina (AIB 400 mg.L⁻¹) promoveu maior percentual de estacas vivas, comparando-se com estacas que foram imersas em solução sem auxina. A diferença de resposta no uso do AIB pode ser explicada em função das cultivares empregadas nos experimentos. Bergo (1997) trabalhou com Catuai e Acaiá, enquanto, neste trabalho utilizou-se a cultivar Mundo Novo.

$$Y = 9,15 - 0,0369 X_1 + 0,000016817 X_1^2 - 0,0011 X_1 X_2^{0,5} + 0,6047 X_1^{0,5} \quad R^2 = 83,7$$

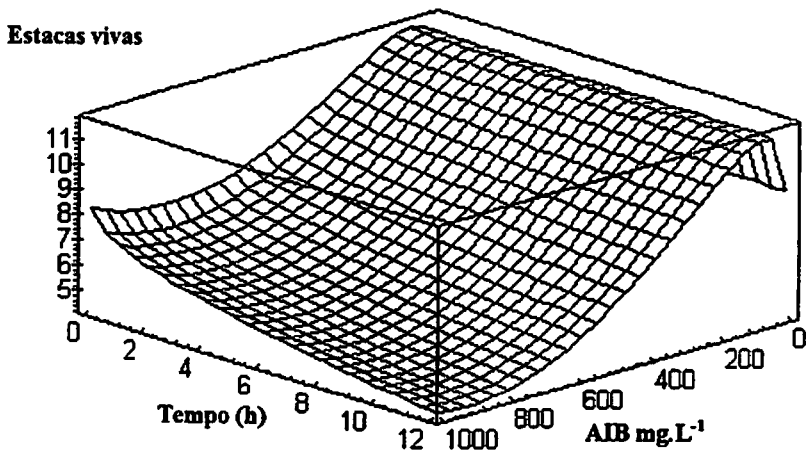


FIGURA 1. Superfície de resposta para percentagem de estacas vivas $(X + 0,5)^{0,5}$, em função da concentração de AIB (X_1) e tempo (X_2) de imersão das estacas na solução, após 150 dias do plantio. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Número médio de brotações

O modelo de superfície de resposta ajustado demonstra que o número máximo de brotações foi obtido quando estacas foram imersas em solução de AIB na concentração de 1000 mg.L⁻¹ por uma hora e quinze minutos. Observa-se que esta diferença entre os tempos de imersão não parece ser significativa, enquanto, à medida que aumenta a concentração da auxina na solução, verifica-se aumento do número médio de brotações (Figura 2), evidenciando a importância da presença da auxina no desenvolvimento das brotações. Neste aspecto, Kester (1987) relata que quando a concentração de auxina é relativamente alta, ocorre favorecimento na formação de gemas. Algumas vezes este benefício pode ocorrer quando outros constituintes da planta, como as adeninas, encontram-se em níveis relativamente elevados, acontecendo a formação de gemas em detrimento da formação de raízes.

$$Y = 1,85 - 0,1376 X_1 + 0,00003658 X_1^2 - 0,0013 X_1 X_2 + 5,15 X_1^{0,5} - 8,95 \log(X_1 + 1) + 0,00004808 X_1 X_2^2 + 0,0026 X_1 X_2^{0,5} \quad R^2 = 50,8$$

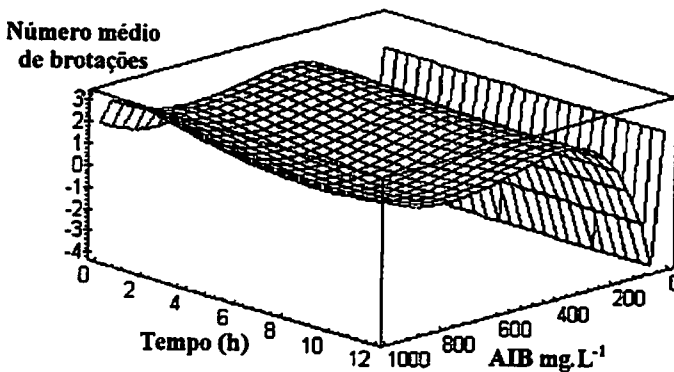


FIGURA 2. Superfície de resposta para número médio de brotações, em função da concentração de AIB (X₁) e tempo (X₂) de imersão das estacas na solução, após 150 dias do plantio. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Peso da matéria seca de brotações

Para peso da matéria seca de brotações ocorreu interação entre os fatores, demonstrada pelo modelo de superfície de resposta ajustado, sendo confirmada pela existência, no modelo, de termos envolvendo os dois fatores simultaneamente (Figura 3). Neste caso, verifica-se que as estacas plantadas sem qualquer tratamento auxínico, ou submetidas à imersão rápida (5 segundos) nas diferentes concentrações da solução, apresentaram maior peso da matéria seca das brotações. Observa-se que à medida que aumentaram a concentração de auxina e o tempo de imersão das estacas na solução, menor foi o peso da matéria seca de brotações (Figura 3). Resultados semelhantes foram observados por Bergo (1997), mostrando que estacas imersas em solução com AIB 400 mg.L⁻¹ por 3 horas apresentaram menor peso em relação às tratadas sem a presença da auxina.

$$Y = 1,09 + 0,000188 X_1 X_2 - 0,000904 X_1 X_2^{0,5} \quad R^2 = 100$$

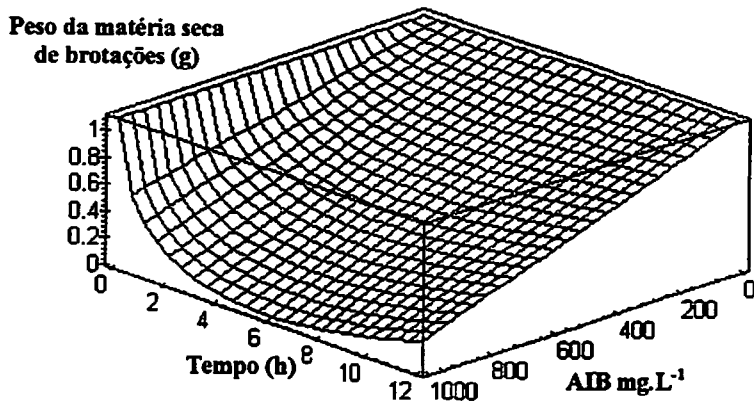


FIGURA 3. Superfície de resposta para peso da matéria seca de brotações (g), em função da concentração de AIB (X_1) e tempo (X_2) de imersão das estacas na solução, após 150 dias do plantio. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Estacas enraizadas

Conforme se observa na Figura 4, à medida que aumentou a concentração da auxina, menor foi o percentual de estacas enraizadas. Segundo o modelo de superfície de resposta ajustado, maior percentual de estacas enraizadas poderia ser obtido se estas fossem imergidas apenas em água por aproximadamente uma hora e quarenta e cinco minutos, não sendo necessária a adição da auxina AIB (Figura 4). Os resultados concordam com os obtidos por Purushotham e Vishveshwara (1980), Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal (1976) e Van De Vossen e Op de Laak (1976), os quais afirmam, para o enraizamento de estacas de *C. arabica* L., que não há necessidade de um tratamento auxínico. Por outro lado, Bergo (1997) obteve efeito positivo no percentual de estacas enraizadas para a cultivar Acaiaí, quando estas foram tratadas com AIB; já para a cultivar Catuaí, estacas tratadas com AIB não apresentaram resultados positivos com esta auxina. Neste caso, à semelhança do verificado no percentual de estacas vivas, o efeito do uso de auxina endôgena no enraizamento parece ser influenciado pelo genótipo, verificando-se respostas diferenciadas dependendo da cultivar utilizada.

$$Y = 5,25 - 3,29 X_2 + 0,1225 X_2^2 + 7,55 X_2^{0,5} - 0,0018 X_1 X_2^{0,5} \quad R^2 = 85,95$$

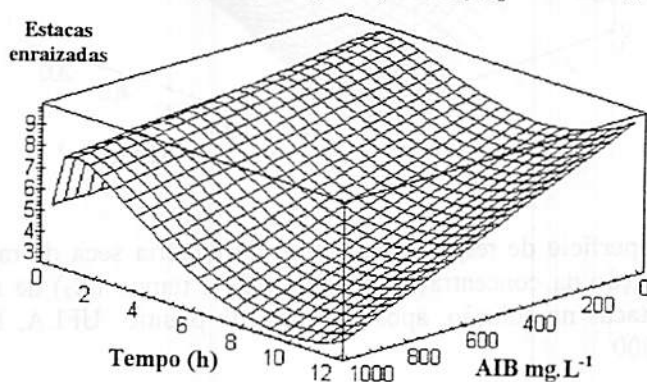


FIGURA 4. Superfície de resposta para percentual de estacas enraizadas $(X + 0,5)^{0,5}$, em função da concentração de AIB (X_1) e tempo (X_2) de imersão das estacas na solução, após 150 dias do plantio. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Peso da matéria seca de raízes

De acordo com o modelo de superfície de resposta ajustado (Figura 5), o peso da matéria seca de raízes diminuiu à medida que aumentou a concentração de auxina na solução. Melhores respostas foram apresentadas quando as estacas foram imersas por uma hora e quinze minutos em solução sem auxina, seguindo a mesma tendência da característica anterior. Neste caso, o fato da auxina não ter surtido qualquer efeito sobre o aumento do peso da matéria seca de raízes concorda com os resultados obtidos por Purushotham e Vishveshwara (1980), Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal (1976) e Van De Vossen e Op de Laak (1976), segundo os quais não é necessária a utilização de tratamento químico no enraizamento de estacas de *C. arabica* L.

$$Y = 0,0831 - 0,2671 X_2 + 0,0118 X_2^2 + 0,5344 X_2^{0,5} - 0,00000002567 X_1^2 X_2$$
$$R^2 = 72,1$$

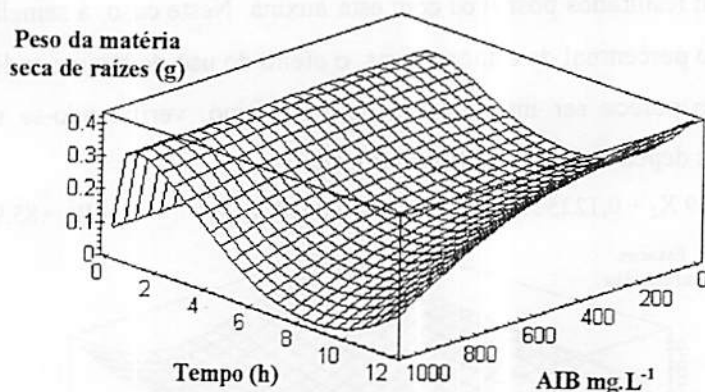


FIGURA 5. Superfície de resposta para peso da matéria seca de raízes (g) em função da concentração de AIB (X_1) e tempo (X_2) de imersão das estacas na solução, após 150 dias do plantio. UFLA, Lavras-MG, 2000.

O objetivo deste trabalho era o de promover o enraizamento. A ação do AIB, de um modo geral, não se mostrou positiva para a maioria das

características, principalmente as relacionadas ao sistema radicular. Os resultados obtidos concordam com Purushotham e Vishveshwara (1980), Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal (1976) e Van De Vossen e Op de Laak (1976), que não recomendam o uso desta auxina no enraizamento de estacas de *C. arabica* L. cv. "Mundo Novo".

Um outro aspecto a se levantar para a baixa resposta do AIB poderia estar relacionado com a fitotoxidez das auxinas, à semelhança do relatado por São José et al. (1992) em estacas de urucum. Após a imersão das estacas em solução de AIB ($1,97\mu\text{M}$) durante 12 horas, esta inibiu o aparecimento de raízes adventícias. Este é apenas um exemplo de relação inadequada entre a concentração da solução e o tempo de imersão.

Experimento 2: Enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo imersas por diferentes períodos em soluções com várias concentrações de ácido naftaleno acético

Os resumos das análises de variância, para as características avaliadas, estão representados na Tabela 3, considerando a partição da variação entre tratamentos segundo o esquema em DBC e variações devidas ao modelo de regressão múltipla ajustado e aos desvios de regressão. Observa-se que para todas as características estudadas houve efeito significativo, enquanto os desvios de regressão não foram significativos, evidenciando que os modelos foram ajustados satisfatoriamente.

Percentual de estacas vivas

De acordo com o modelo de superfície de resposta ajustado, para a característica percentual de estacas vivas, não houve interação entre o tempo de imersão na solução e a auxina, pois no modelo de regressão múltipla ajustado, observa-se a presença de termos envolvendo apenas um dos fatores (Figura 6), a auxina ANA. Isto demonstra que as concentrações crescentes deste fator

influenciaram na resposta para o maior aumento no percentual de estacas vivas, atingindo seu ápice quando se utilizou a concentração de 440 mg.L⁻¹ de ANA, obtendo-se, neste caso, 100% de estacas vivas, percentual semelhante ao obtido no experimento 1. Efeito positivo do uso de auxina para esta característica também foi observado por Bergo (1997); porém, a auxina utilizada foi o AIB. Por outro lado, Martins (1985) não observou efeito positivo do ANA para esta característica, trabalhando com a cultivar Bourbon Amarelo. Um fato que fica bem claro nestes trabalhos é que as respostas são diferentes, dependendo da cultivar utilizada.

TABELA 3. Resumo das análises de variância para as características percentagem de estacas vivas (EV), número médio de brotações (NMB), comprimento médio de brotações (CMB), peso da matéria seca de brotações (PMSB), percentagem de estacas enraizadas (ER), número médio de raízes (NMR) e peso da matéria seca das raízes (PMSR). UFLA, Lavras-MG, 2000.

Causas de Variação	G.L.	QM						
		EV ^{1/}	NMB	CMB	PMSB	ER ^{1/}	NMR	PMSR
Bloco	2	2,6159	0,0859	0,1676	0,1073	2,5075	3,5023	0,0060
Tratamentos	12	2,7780**	0,8131**	5,4516**	0,4636**	8,1997*	15,3856**	0,2111**
Regressão	4	6,9747**	1,9017**	18,7457**	1,6810**	22,6039**	33,3819**	0,3871**
Desvio	8	0,6797	0,0312	1,1477	0,0650	3,8230	2,2148	0,0265
Resíduo	24	1,0250	0,0705	1,0737	0,0946	4,9061	1,8300	0,0241
Média Geral		8,56	1,42	2,51	0,61	7,28	4,88	0,37
CV (%)		11,83	18,75	41,23	50,18	30,44	27,74	41,80

^{1/} Observações transformadas segundo $(X + 0,5)^{0,5}$;

*, **, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade.

Número médio de brotações

O modelo de superfície de resposta ajustado demonstra que o número máximo de brotações foi obtido quando estacas foram imersas em solução de ANA na concentração de 53 mg.L⁻¹, por 5 segundos. Observa-se que à medida

que aumenta o tempo de imersão das estacas na solução, bem como a concentração de auxina, ocorre redução no número médio de brotações (Figura 7).

$$Y = 8,31 - 0,3696 X_1 + 0,00008684 X_1^2 + 14,88 X_1^{0,5} - 27,07 \log(X_1 + 1) \quad R^2 = 83,7$$

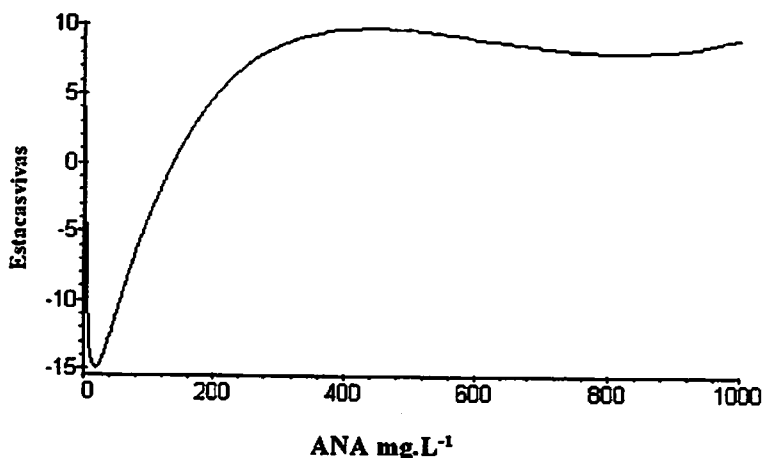


FIGURA 6. Superfície de resposta para percentagem de estacas vivas $(X + 0,5)^{0,5}$, em função da concentração de ANA (X_1) independente do tempo de imersão das estacas na solução, após 150 dias do plantio. UFLA, Lavras-MG, 2000.

$$Y = 1,83 - 0,0044 X_1 + 0,000003035 X_1^2 - 0,000303 X_1 X_2 + 0,2198 \log(X_1 + 1) + 0,00001637 X_1 X_2^2 \quad R^2 = 78,0$$

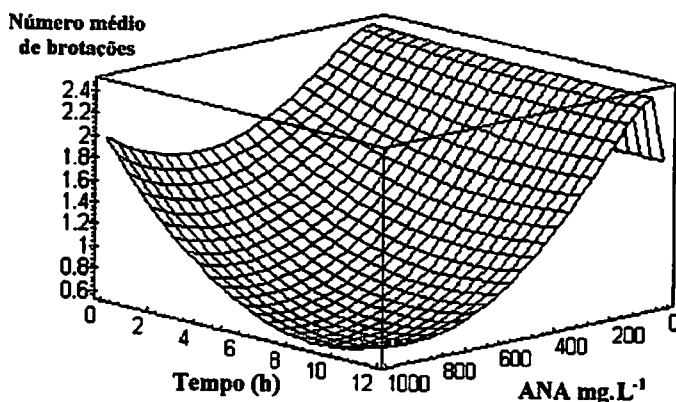


FIGURA 7. Superfície de resposta para número médio de brotações, em função da concentração de ANA (X_1) e tempo (X_2) de imersão das estacas na solução, após 150 dias do plantio. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Comprimento médio de brotações

À semelhança do que ocorreu para a característica anterior, o modelo de superfície de resposta ajustado demonstra que à medida que aumenta o tempo de imersão das estacas na solução, bem como a concentração de auxina, ocorre redução no comprimento médio de brotações (Figura 8). Neste caso, as melhores respostas foram registradas quando não se utilizou auxina, independente do tempo que as estacas permaneceram imersas nas soluções.

$$Y = 4,18 + 0,0035 X_1 - 0,1284 X_1^{0,5} - 0,0009 X_1 X_2^{0,5} \quad R^2 = 100,0$$

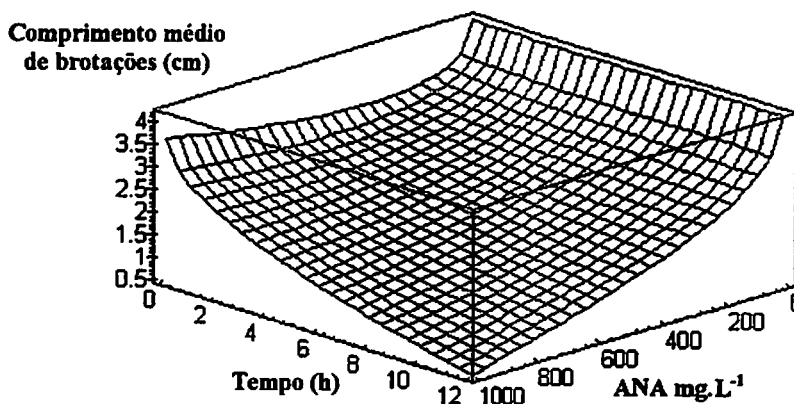


FIGURA 8. Superfície de resposta para comprimento médio de brotações, em função da concentração de ANA (X_1) e tempo (X_2) de imersão das estacas na solução, após 150 dias do plantio. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Peso da matéria seca de brotações

Para peso da matéria seca de brotações ocorreu interação entre os fatores, demonstrada pelo modelo de superfície de resposta ajustado, sendo confirmada pela existência, no modelo, de termos envolvendo os dois fatores simultaneamente (Figura 9). Neste caso, verifica-se que as estacas tratadas com a concentração máxima de auxina (ANA igual a 1000 mg.L⁻¹), por 5 segundos, apresentaram maior peso da matéria seca de brotações, resultado bem próximo

ao observado nas estacas não submetidas a tratamento auxínico. Fica bem evidente, na Figura 9, que à medida que a concentração de auxina na solução foi aumentando, juntamente com maior tempo de imersão das estacas, menor foi o peso da matéria seca de brotações, resultados semelhantes aos observados no experimento 1. Bergo (1997) também mostrou que as estacas imersas em solução com AIB (400 mg.L⁻¹), por 3 horas, apresentaram menor peso em relação às tratadas sem a presença da auxina.

$$Y = 1,07 + 0,0477 X_1^{0,5} - 0,21097 \log(X_1 + 1) - 0,000321 X_1 X_2^{0,5} \quad R^2 = 100,0$$

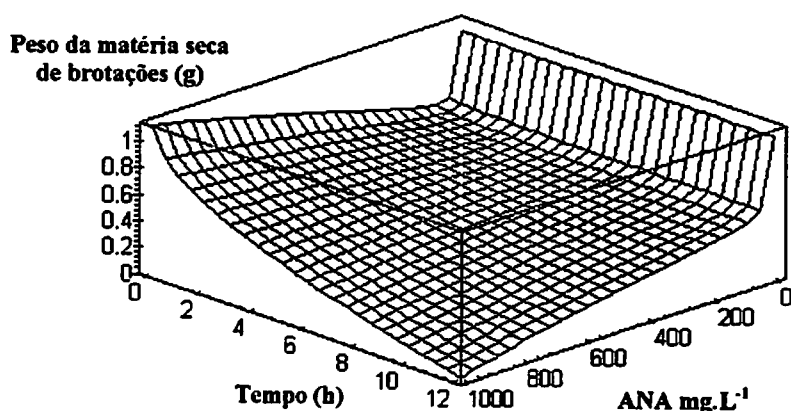


FIGURA 9. Superfície de resposta para peso da matéria seca de brotações (g), em função da concentração de ANA (X₁) e tempo (X₂) de imersão das estacas na solução, após 150 dias do plantio. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Estacas enraizadas

Conforme se observa na Figura 10, à medida que aumentou a concentração da auxina, maior foi o percentual de estacas enraizadas, atingido o ápice a concentração de ANA 665 mg.L⁻¹. De acordo com o modelo de superfície de resposta ajustado, para a característica percentual de estacas enraizadas, não houve interação entre o tempo de imersão na solução e a auxina, sendo a auxina o fator que influenciou no parâmetro analisado (Figura 10). Isto

demonstra que as concentrações crescentes deste fator influenciaram na resposta para o maior aumento no percentual de estacas enraizadas, atingindo valores superiores a 85%.

Os resultados obtidos discordam dos de Purushotham e Vishveshwara (1980), Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal (1976), Van De Vossen e Op de Laak (1976) e Martins (1985), que afirmam não haver necessidade de tratamento auxínico para o enraizamento de estacas de *C. arabica* L. Bergo (1997) trabalhando com estacas da cultivar Catuai tratadas com auxina (AIB), também não obteve efeito com uso da auxina, mas para estacas da cultivar Acaiá tratadas com AIB, obteve efeito positivo no percentual de enraizamento. Já Romeiro (1973) verificou que estacas imersas em solução de ANA na concentração de 200 mg.L⁻¹ apresentaram um maior percentual de estacas enraizadas, concordando também com Ono et al. (1993), que verificou um efeito positivo desta auxina e semelhança com os resultados deste trabalho.

$$Y = 5,66 - 0,0443 X_1 + 2,73 X_1^{0,5} - 5,81 \log(X_1 + 1) \quad R^2 = 91,9$$

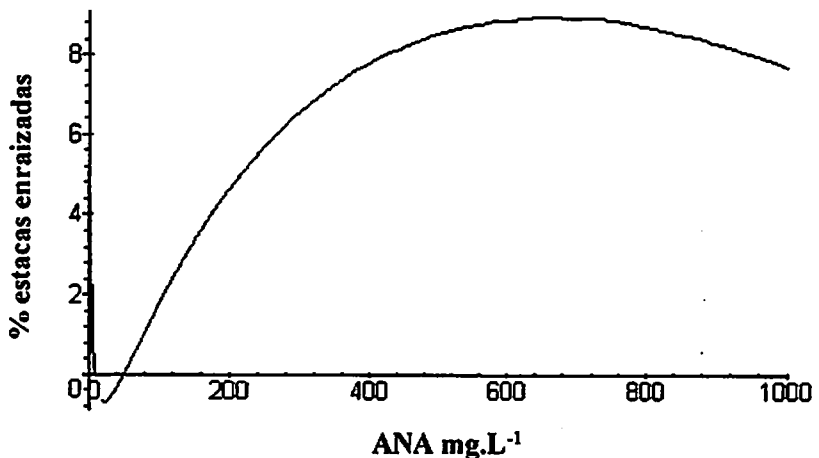


FIGURA 10. Superfície de resposta para percentual de estacas enraizadas $(X + 0,5)^{0,5}$, em função da concentração de ANA (X_1) independente do tempo de imersão das estacas na solução, após 150 dias do plantio. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Número médio de raízes

De acordo com o modelo de superfície de resposta ajustado (Figura 11), maior número de raízes foi observado com 800 mg.L⁻¹ de ANA, associado a 6 horas de imersão da base das estacas na solução.

Respostas positivas para esta característica também foram obtidas por Ono et al. (1993) em estacas de *C. arabica* L. tratadas com ANA. Imersão das estacas em solução aquosa (ANA na concentração de 100 mg.L⁻¹ + boro) apresentaram maior número de raízes, obtendo melhores respostas com ANA quando comparado com estacas tratadas com AIB, à semelhança do observado neste trabalho, no qual se verificou o efeito positivo da adição de ANA. Por outro lado, Martins (1985) não verificou efeito positivo na imersão em solução com ANA; porém, quando as estacas foram imersas por 5 segundos em solução com AIB e 2,4-D, o número de raízes aumentou em resposta ao acréscimo de concentração das auxinas.

$$Y = 3,04 - 0,0352 X_1 - 0,0010 X_1 X_2 + 2,07 X_1^{0,5} - 4,53 \log (X_1 + 1) + 0,0050 X_1 X_2^{0,5}$$
$$R^2 = 72,0$$

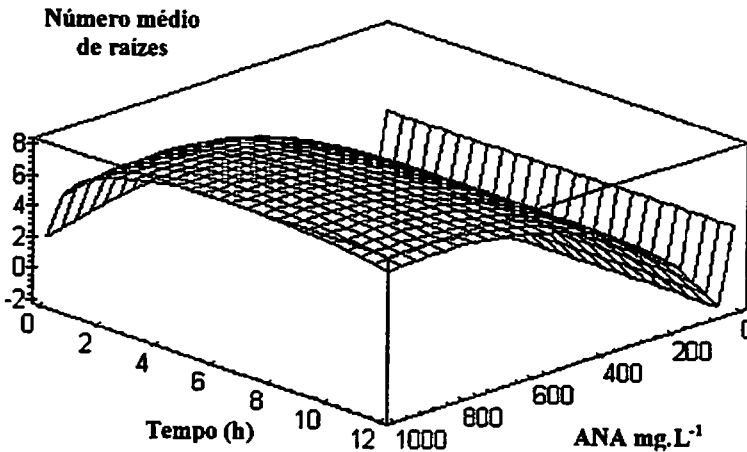


FIGURA 11. Superfície de resposta para número médio de raízes, em função da concentração de ANA (X_1) e tempo (X_2) de imersão das estacas na solução, após 150 dias do plantio. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Peso da matéria seca de raízes

O peso da matéria seca de raízes diminuiu à medida que aumentou a concentração de auxina na solução, associada ao aumento do tempo de imersão (Figura 12), à semelhança do verificado no experimento 1. Neste caso, o aumento da concentração de auxina influenciou de maneira negativa o peso da matéria seca de raízes; portanto, pode-se concordar com os resultados obtidos por Purushotham e Vishveshwara (1980), Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal (1976) e Van De Vossen e Op de Laak (1976), que não recomendam qualquer tratamento auxínico no enraizamento de estacas de *C. arabica* L.

$$Y = 0,1248 - 0,0414 X_1 + 0,0000095 X_1^2 + 1,69 X_1^{0,5} - 3,10 \log(X_1 + 1) - 0,000000113 X_1^2 X_2 + 0,000491 X_1 X_2^{0,5} \quad R^2 = 61,0$$

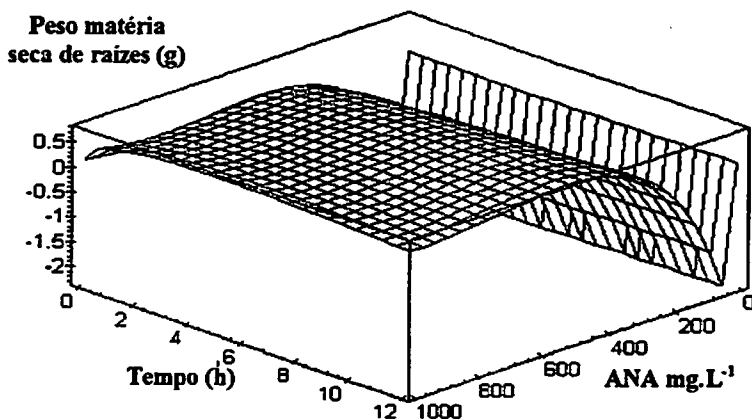


FIGURA 12. Superfície de resposta para peso da matéria seca de raízes (g) em função da concentração de ANA (X_1) e tempo (X_2) de imersão das estacas na solução, após 150 dias do plantio. UFLA, Lavras-MG, 2000.

A ação do ANA mostrou-se positiva no aumento do percentual de estacas vivas, de estacas enraizadas e do número médio de raízes. Obtiveram-se percentuais de enraizamento superiores a 85% quando as estacas foram imersas em solução com ANA 665 mg.L⁻¹, sem que o tempo de imersão tivesse algum efeito. Mas como houve aumento do número médio de raízes quando as estacas

permaneceram imersas na solução auxínica por 6 horas, poder-se-á recomendar esse período de imersão numa solução com 650 mg.L⁻¹ de ANA. Ono et al. (1993) também obtiveram resposta positiva ao uso do ANA (100 mg.L⁻¹ mais boro) no enraizamento de estacas de *C. arabica* L. cv. "Mundo Novo", apresentando melhores respostas do que quando utilizaram AIB. Romeiro (1973) obteve valores superiores a 70% de enraizamento quando as estacas foram tratadas com 200 mg.L⁻¹ de ANA, imersas em solução por 24 horas. Esses resultados contrariam os de Purushotham e Vishveshwara (1980), Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal (1976) e Van De Vossen e Op de Laak (1976), que não recomendam o uso de qualquer tratamento químico no enraizamento de estacas de *C. arabica* L. Porém, fica bem claro que a resposta ao uso de auxina está diretamente ligada ao genótipo, não se devendo generalizar o emprego de tratamentos auxínicos em estacas de *C. arabica* L., recomendando-se a realização de testes para cada genótipo a ser clonado.

Um fato interessante relatado por Peres e Kerbauy (2000), e também verificado neste trabalho, é que embora a auxina seja necessária para indução de raízes adventícias, ela inibe o crescimento longitudinal (alongamento). Isto pode estar relacionado ao fato de que o conteúdo endógeno de auxina nas raízes parece se elevar durante o seu crescimento, de tal forma que após alcançar uma concentração supra-ótima, a aplicação da auxina causa inibição no seu crescimento (Pilet, Elliot e Moloney, 1979).

6 CONCLUSÕES

A ação do AIB como promotor de enraizamento não se mostra eficiente, não sendo recomendável seu emprego no enraizamento de estacas de *C. arabica* L. cv. "Mundo Novo".

Com base nos resultados obtidos, pode-se recomendar o uso da auxina ANA no enraizamento de estacas de *C. arabica* L. cv. "Mundo Novo", imergindo-as em solução com 650 mg.L⁻¹ de ANA por 6 horas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, T.E.S.; ALBUQUERQUE, J.A.S. Influência do tipo de estaca e de alguns reguladores de crescimento no enraizamento e desenvolvimento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., 1981, Recife. Anais... Recife: SBF, 1982. v.4, p. 762-770.
- ARCILA-PULGARÍN, J.; VALENCIA-ARISTIZÁBAL, G. Enraizamento de estacas de café (*Coffea arabica* L.). *Cenicafé, Caldas*, v.27, n.3, p. 135-139, 1976.
- BERGO, C.L. Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) através do enraizamento de estacas. Lavras: UFLA, 1997. 62p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- BOX, G.E.P.; DRAPER, N.R. *Empirical model-building and response surfaces*. New York: John Wiley & Sons, 1987. 669p.
- DRAPER, N.R.; SMITH, H. *Applied regression analysis*. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1981. 709p.
- ELIASSON, L.; AREBLAD, K. Auxin effects on rooting in pea cuttings. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.61, p. 293-297, 1984.
- 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: Editora Universitária, 1995. 178p.
- HAISSIG, B.E. Meristematic activity during adventitious root primordium development. I-Influences of endogenous auxin and applied gibberelic acid. *Plant Physiology*, Bethesda, v.49, p. 886-892, 1972.

- HAISSIG, B.E. Influence of aryl ester of indole-3-acetic and indole-3-butyric acids on adventitious root primordium initiation and development. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.47, p. 29-33, 1979.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T. **Plant propagation: principles and practices**. 5.ed. New York: Englewood Clippis/Prentice-Hall, 1990. 647p.
- KESTER, E. **Propagação vegetativa de citrus por métodos não convencionais**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 20p. (Mimeografado).
- LORETI, F.; HARTMANN, H.T. Propagation of olive trees by rooting leafy cuttings under mist. *Proceedings American Society Horticultural Science*, Alexandria, v.85, p. 257-264, 1964.
- MARTINS, A.B.G. **Uso de reguladores de crescimento no enraizamento de estacas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Viçosa: UFV, 1985. 23p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- NORBERTO, P.M. **Efeito da época de poda, cianamida hidrogenada, irrigação e ácido indolbutírico na colheita antecipada e enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.)**. Lavras: UFLA, 1999. 89p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 83p.
- ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; PINHO, S.Z. de; RODRIGUES, S.D. **Enraizamento de estacas de café cv. 'Mundo Novo' submetidas à tratamentos auxínicos e com boro**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.28, n.7, p. 773-777, jul. 1993.
- PERES, L.E.P.; KERBAUY, G.B. **Controle hormonal do desenvolvimento das raízes**. *Universa*, Brasília, v.8, n.1, p. 181-195, mar. 2000.
- PILET, P.E.; ELLIOT, M.C.; MOLONEY, M.M. **Endogenous and exogenous auxin in the control of root growth**. *Planta*, Berlin, v.146, p. 405-408, 1979.
- PROEBSTING, W.M. **Rooting of Douglas-fir stem cuttings: relative activity of IBA and ANA**. *HortScience*, Alexandria, v.19, p. 854-856, 1984.

- PURUSHOTHAM, K.; VISHVESHWARA, S. Propagation of coffee by cuttings; a preliminary report. *Indian Coffee*, Bangalore, v.44, n.4, p. 55-56, Apr. 1980.
- REZENDE, R.A. Efeito de fitoreguladores, antioxidante e defensivos na propagação vegetativa *in vivo* e *in vitro* de *Coffea arabica* L. Lavras: UFLA, 1996. 51p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- ROMEIRO, R. da S. Enraizamento de estacas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em leito de areia. *Seiva, Viçosa*, v.78, n.78, p. 1-8, abr./jun. 1973.
- SÃO JOSÉ, R.; LOPES, P.M.F.; SOUZA, I.V.B.; LIMA, E.M.; VILARES, A.S.; MORAIS, O.M.; REBOUÇAS, T.N.H. Efeitos de diferentes concentrações de IBA no enraizamento de estacas de urucueiros (*Bixa orellana* L.) tipo cultivado Bico de Pato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CORANTES NATURAIS, 1., 1992, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV, 1992. p. 48-50.
- SYLVAIN, P.G. *Inovaciones agrotecnicas in cafeicultura*. [S.l.]: Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas/OEA, 1979. 34p. (Publication Miscelania, 202).
- TOFANELLI, M.B.D. Enraizamento de estacas lenhosas e semilenhosas de cultivares de pessegueiro em diferentes concentrações de ácido indolbutírico. Lavras: UFLA, 1999. 87p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- VAN DE VOSSEN, H.A.M.; OP DE LAAK, J. Large scale rooting of soft wood cuttings of *Coffea arabica* in Kenya – 1 type of propagator, choice of rooting medium and type of cuttings. *Kenya Coffee*, Nairobi, v.41, n.488, p. 385-399, 1976.

CAPÍTULO 3

PEREIRA, André Barretto. Enraizamento de estacas de três cultivares de *Coffea arabica* L. em diferentes substratos. Lavras: UFLA, 2000. 14p. (Tese - Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)*

1 RESUMO

Uma alternativa para a propagação de híbridos de *Coffea arabica* L. em escala comercial é o enraizamento de estacas. Objetivou-se verificar o comportamento de estacas de três cultivares de *C. arabica* L., colocadas para enraizar em cinco diferentes substratos. Estacas herbáceas, oriundas de ramos ortotrópicos, constituídas de um nó, um par de folhas reduzidas a 1/3 de seu tamanho e 8-10 cm de comprimento, dos cultivares Mundo Novo, Catuai e Icatu, foram plantadas em areia, húmus de minhoca, moinha de café (resíduo da máquina de beneficiamento de café), substrato padrão (utilizado na germinação de sementes de café) e substrato comercial. O delineamento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 3, com 3 repetições e 6 estacas por parcela. Avaliaram-se as características percentagem de estacas vivas, número médio de brotações, comprimento médio de brotações, peso da matéria seca de brotações, percentagem de estacas enraizadas, número médio de raízes e peso da matéria seca das raízes. Melhores resultados para o enraizamento de estacas de *C. arabica* L. foram registrados quando utilizaram-se os substratos areia, húmus de minhoca, moinha de café e o substrato padrão. Catuai enraizou melhor que Mundo Novo e Icatu.

* Comitê Orientador: Moacir Pasqual – UFLA (Orientador), Antônio Nazareno Guimarães Mendes – UFLA.

PEREIRA, André Barretto. Rooting of three cultivars of *Coffea arabica* L. cuttings in different substrates. Lavras: UFLA, 2000. 14p. (Thesis – Doctoral in Agronomy /Crop Science)*

2 ABSTRACT

It is possible to propagate *Coffea arabica* L. hybrids in commercial scale through rooting of cuttings. The objective was to verify the rooting of cuttings of three *C. arabica* L. cultivars, in five substrates. Herbaceous cuttings from orthotropic branches, with one bud, two leaves reduced to 1/3 of its size and 8-10 cm length, from Mundo Novo, Catuaí and Icatu cultivars, were planted in sand, earthworm humus, residual coffee machine processing, standard substrate (utilized in seed germination of coffee) and commercial substrate. The statistical design was randomized blocks, in 5 x 3 factorial scheme, with 3 replications and 6 cuttings per plot. Survival cuttings, sprout number, sprout length, dry weight matter of sprout, cuttings rooted, roots number and dry weight matter of the roots were the parameters evaluated. Best results were registered when sand, earthworm humus, residual coffee machine processing and the standard substrate were used. Catuaí shower better rooting than Mundo Novo and Icatu.

3 INTRODUÇÃO

As cultivares de *Coffea arabica* L. são predominantemente autopolinizadas e, portanto, bastante uniformes, razão pela qual são comumente propagadas por semente. Contudo, alguns genótipos elite de cruzamentos híbridos têm se mostrado resistentes à ferrugem, justificando sua propagação vegetativa como instrumento auxiliar em programas de melhoramento, ou mesmo como atividade comercial (Martins, 1985).

Haissig e Reimenschneider (1988) afirmam que a formação de raízes adventícias em estacas pode ser direta e indiretamente controlada por genes.

Guidance Committee: Moacir Pasqual – UFLA (Major Professor), Antônio Nazareno Guimarães Mendes – UFLA.

Segundo estes autores, os aspectos genéticos durante o enraizamento de estacas não têm sido discutidos na literatura e os efeitos genéticos no enraizamento de estacas têm sido pouco estudados e considerados sem importância. Vários trabalhos demonstraram que há diferença na capacidade de formar raízes adventícias em estacas entre espécies e cultivares, e isto pode estar relacionado com o potencial genético de enraizamento.

Snoeck (1968) afirma que, de maneira geral, estacas de *Coffea canephora* Pierre enraizam bem sem reguladores de crescimento, embora algumas cultivares necessitem de tratamentos com reguladores para que tenham sua taxa de enraizamento aumentada. Deste modo, Paulino e Paulini (1985), em trabalho de seleção de plantas matrizes de *C. canephora*, mostraram existir variabilidade quanto à capacidade de enraizamento entre cultivares desta espécie.

Bergo (1997) obteve variação entre as cultivares Acaia e Catuaí (ambas da espécie *C. arabica* L.) e *C. canephora*. Dentro da mesma espécie, melhor desempenho foi apresentado pela cultivar Acaia, e entre espécies, melhor performance foi registrada para *C. canephora*.

As estacas de muitas espécies de plantas enraizam com facilidade numa grande diversidade de meios, porém, em plantas que apresentam dificuldade de formação de raízes, o substrato é um dos fatores que mais influenciam no enraizamento de estacas, não só na porcentagem de enraizamento, como também na qualidade do sistema radicular (Paiva e Gomes, 1995; Hoffmann et al., 1996).

Para Fachinello et al. (1995), um bom substrato deve proporcionar retenção de água suficiente para prevenir a dessecação da base da estaca e, quando saturado, deve manter quantidade adequada de espaço poroso para facilitar o fornecimento de oxigênio, indispensável para iniciação e desenvolvimento radiculares e para prevenção do desenvolvimento de patógenos.

O sucesso no enraizamento depende, em parte, da habilidade do sistema de propagação em dar condições de turgidez ao propágulo, até que se formem suas raízes próprias e absorvam água (Campinhos Junior., 1982; Thompson, 1992). Desta forma, a umidade do ar ao redor da estaca tem grande efeito no seu status hídrico (Loach, 1987a).

As estacas, por não possuírem meios para absorver água e nutrientes, secam se o substrato e o meio em que se encontram não forem bem providos de umidade (Simão, 1971; Loach, 1987b; Wilson, 1994). O excesso, no entanto, é prejudicial por dificultar as trocas gasosas, propiciar o desenvolvimento de doenças (Loach, 1987b), impedir o enraizamento e provocar a morte dos tecidos (Simão, 1971).

Há diferentes tipos de substratos que podem ser usados de forma isolada ou em misturas. Para se conhecer qual a melhor mistura para enraizamento, é aconselhável experimentá-la nas condições ambientais em que se vai trabalhar (Paiva e Gomes, 1995).

Diferenças de comportamento no enraizamento em estacas de *C. arabica* L., plantadas em diferentes substratos, foram observadas por Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal (1976).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de três cultivares de *C. arabica* L., colocadas para enraizar em diferentes substratos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em estufa climatizada do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras-MG, no ano de 1997, com sistema automatizado de ventilação e irrigação por nebulização, de

modo a manter alta umidade relativa do ar ($\pm 85\%$) e temperaturas próximas a $\pm 26^\circ\text{C}$.

As estacas utilizadas foram provenientes do campo experimental da UFPA. A fim de aumentar a oferta de ramos ortotrópicos, fornecedores de estacas para instalação do experimento, as plantas foram recepada a 40 cm do solo, no mês de dezembro. A coleta das estacas ocorreu três meses após a recepa. Objetivando suprir eventuais deficiências das brotações, principalmente de micronutrientes, efetuou-se adubação foliar quinze dias antes da coleta das estacas, com ácido bórico, sulfato de zinco e cloreto de potássio, todos a 0,3%. Também foi feito um tratamento profilático das estacas com Benomyl (Benlate solução 0,3%) e Oxitetraciclina com sulfato de estreptomicina (Agrimicina solução 0,1%).

Foram utilizadas estacas herbáceas, oriundas de brotações de ramos ortotrópicos, que após preparadas, ficaram constituídas de um nó, um par de folhas reduzidas a um terço do seu tamanho e 8-10 cm de comprimento.

O experimento foi instalado três meses após a recepa, no delineamento em blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5 x 3, com 3 repetições. Os fatores estudados foram 5 substratos: areia, húmus de minhoca, moinha de café (resíduo da máquina de beneficiamento de café), substrato padrão (utilizado na germinação de sementes de café, composto de 700 litros de terra peneirada e 300 litros de esterco de curral, com adição de 1 Kg de P_2O_5 e 0,3 kg de K_2O) e substrato comercial (constituído de casca de *Pinus* compostada, vermiculita, perlita, turfa e enriquecido com fertilizantes químicos), e 3 cultivares de *C. arabica* L. (Mundo Novo – LCP 379/19, Catuai Vermelho–CH 2077-2-5-44 e Icatu Amarelo– LC 3282). Cada parcela era constituída de 6 estacas, plantadas em bandejas de isopor tipo "speedling" com 72 células piramidais invertidas.

A avaliação ocorreu 150 dias após a instalação do experimento, através das características percentagem de estacas vivas, número médio de brotações, comprimento médio de brotações, peso da matéria seca de brotações, percentagem de estacas enraizadas, número médio de raízes e peso da matéria seca das raízes.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, com a aplicação do teste F ao nível de 5% de probabilidade, e as comparações das médias foram feitas pelo teste de Scott e Knott (1974).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância para as variáveis avaliadas são apresentados na Tabela 1. Observa-se que apenas para as características comprimento médio de brotos e peso da matéria seca de brotações houve efeito significativo da interação. Para número médio de brotações houve efeito apenas para cultivares, enquanto para percentual de estacas enraizadas, o efeito foi significativo para substratos e para cultivares. Para peso da matéria seca de raízes, somente substratos apresentaram efeito significativo. As demais características não apresentaram efeito significativo.

Número médio de brotações

O número médio de brotações variou entre as cultivares, aparecendo em maior quantidade no Mundo Novo e Catuaí, quando comparadas com a cultivar Icatu, como pode ser observado na Figura 1. Esta diferença de comportamento entre as cultivares provavelmente está relacionada a fatores genéticos.

Comprimento médio de brotações e Peso da matéria seca de brotações

Os resultados obtidos nas variáveis comprimento médio de brotações (Figura 2) e peso da matéria seca de brotações (Figura 3) são semelhantes. Em

ambos, a presença da interação mostra que a performance das cultivares variou dependendo do substrato em que as estacas foram plantadas. Observa-se, nas Figuras 2 e 3, que nas cultivares Mundo Novo e Catuaí, o comprimento das brotações e o peso da matéria seca de brotações apresentaram-se superiores quando as estacas foram plantadas no substrato constituído de moinha de café, enquanto, na cultivar Icatu, não se verificaram, estatisticamente, diferenças entre os substratos moinha de café, húmus de minhoca e areia, que apresentaram melhor desempenho para estas variáveis.

TABELA 1. Resumo das análises de variância para as características percentagem de estacas vivas (EV), número médio de brotações (NMB), comprimento médio de brotações (CMB), peso da matéria seca de brotações (PMSB), percentagem de estacas enraizadas (ER), número médio de raízes (NMR) e peso da matéria seca das raízes (PMSR). UFLA, Lavras-MG, 2000.

Causas de Variação	G.L.	QM						
		EV ^{1/}	NMB	CMB	PMSB	ER ^{1/}	NMR	PMSR
Bloco	2	0,2504	0,3579*	0,5592*	0,0937*	0,6254	1,2740	0,0526
Substrato	4	0,5400	0,0759	3,0610**	0,4283**	19,4383**	2,8736	0,2920**
Cultivares	2	0,0310	1,9055**	1,3560**	0,2933**	11,8354**	2,0507	0,1106
S x C	8	0,3548	0,0343	0,4208*	0,0789**	3,1446	1,4913	0,0302
Resíduo	28	0,2684	0,1757	0,1656	0,0258	1,5241	3,4922	0,0418
Média Geral		95,6	1,59	1,08	0,47	71,7	4,56	0,44
CV %		5,30	19,30	37,78	33,89	14,64	40,94	45,96

^{1/} Observações transformadas segundo $(X + 0,5)^{0,5}$.

*, **, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade.

Percentagem de estacas enraizadas

O percentual de estacas enraizadas variou entre substratos e entre cultivares. Com relação aos substratos, observa-se, na Figura 4, que substrato padrão, areia, húmus de minhoca e moinha de café não diferiram estatisticamente, variando de 72 à 89% de enraizamento. Estes percentuais são superiores aos obtidos nas estacas plantadas no substrato comercial, com 41% de

enraizamento, e são próximos aos obtidos por Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizabal (1976), que registraram um percentual superior a 80% utilizando moinha de café como substrato.

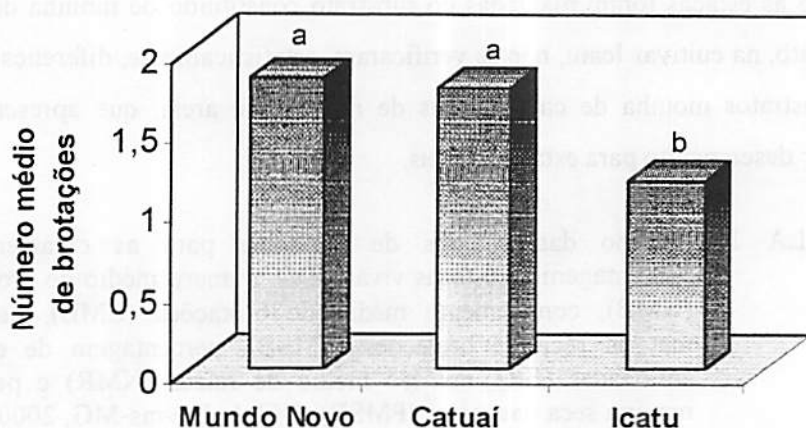


FIGURA 1. Número médio de brotações de cultivares de *Coffea arabica* L. plantadas em diferentes substratos. UFLA, Lavras-MG, 2000.

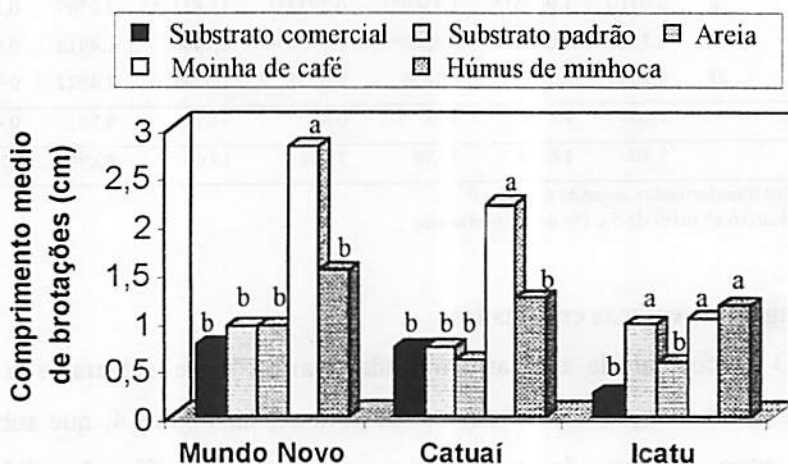


FIGURA 2. Comprimento médio de brotações de cultivares de *Coffea arabica* L. plantadas em diferentes substratos. UFLA, Lavras-MG, 2000.

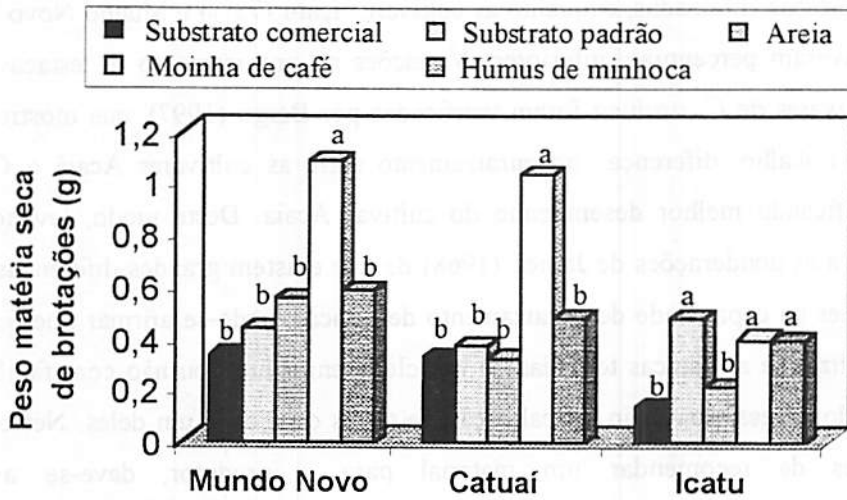


FIGURA 3. Peso de matéria seca de brotações de cultivares de *Coffea arabica* L. plantadas em diferentes substratos. UFLA, Lavras-MG, 2000.

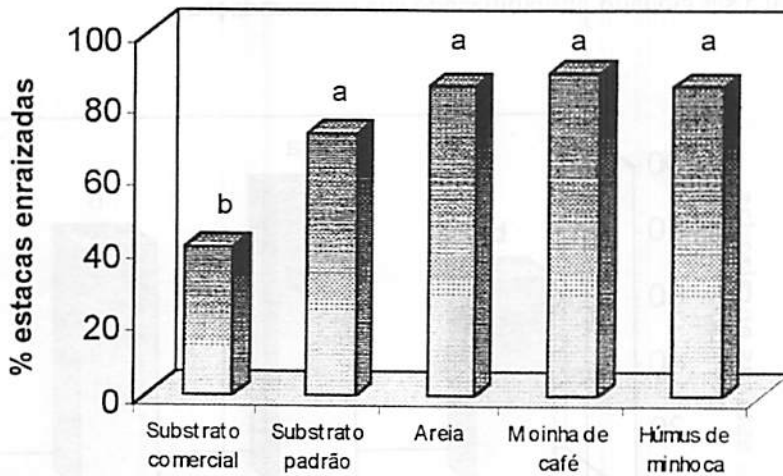


FIGURA 4. Percentagem de estacas enraizadas de cultivares de *Coffea arabica* L. plantadas em diferentes substratos. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Estes percentuais também variaram entre as cultivares, pois, conforme se observa na Figura 5, a cultivar Catuaí apresentou melhor resultado, com 88%

de estacas enraizadas, enquanto as cultivares Icatu (73%) e Mundo Novo (62%) obtiveram percentuais inferiores. Variações no enraizamento de estacas entre cultivares de *C. arabica* foram verificadas por Bergo (1997), que mostrou, em seu trabalho, diferenças no enraizamento entre as cultivares Acaiá e Catuai, verificando melhor desempenho do cultivar Acaiá. Deste modo, levando em conta as ponderações de Janick (1968) de que existem grandes diferenças entre clones na capacidade de enraizamento de estacas, pode-se afirmar que é difícil prever se as estacas tomadas de um clone enraizarão ou não com facilidade, sendo necessário, então, a realização de testes com cada um deles. Neste caso, antes de recomendar um material para o produtor, deve-se avaliar, primeiramente, sua capacidade de enraizamento. Pois não adianta ter um clone com performance excelente se não houver facilidade de enraizamento. Neste caso, a capacidade de enraizar seria o fator limitante para a recomendação do material a ser clonado, inviabilizando sua recomendação.

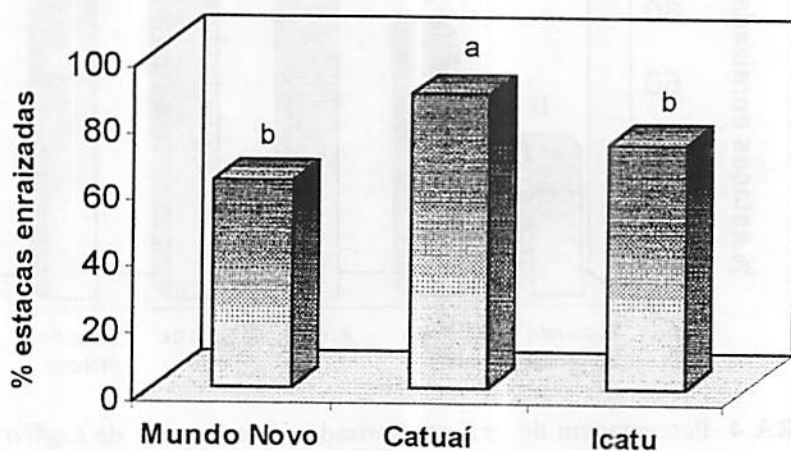


FIGURA 5. Percentagem de estacas enraizadas de cultivares de *Coffea arabica* L. plantadas em diferentes substratos. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Peso da matéria seca de raízes

A influência dos substratos no peso da matéria seca de raízes é observada na Figura 6. Moinha de café, húmus de minhoca e areia apresentaram desempenho superior aos demais substratos, seguindo a mesma tendência da característica anterior.

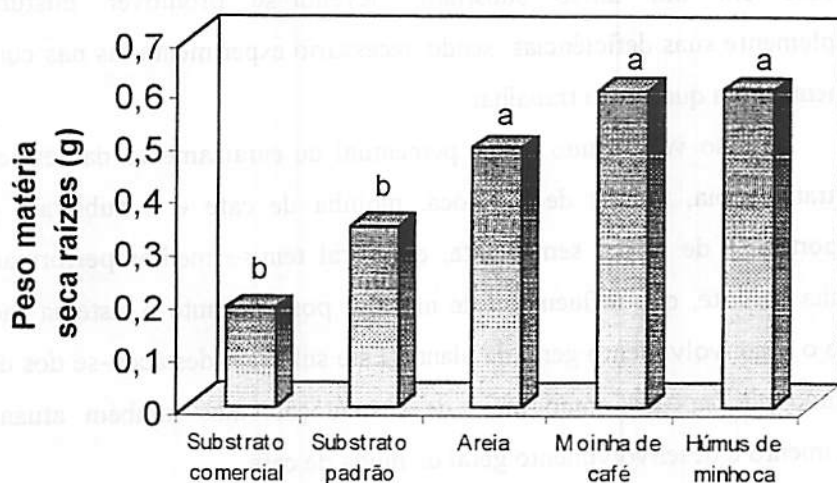


FIGURA 6. Peso da matéria seca de raízes de estacas enraizadas de cultivares de *Coffea arabica* L. plantadas em diferentes substratos. UFLA, Lavras-MG, 2000.

As diferenças de comportamento das cultivares devem estar ligadas a fatores genéticos, conforme afirmam Haissig e Reimenschneider (1988). Apesar desses fatores serem pouco estudados e considerados sem importância, existem evidências substanciais de que o enraizamento de estacas é controlado geneticamente. Trabalhos com espécies de *Coffea* mostram diferenças na capacidade de formar raízes adventícias em estacas entre espécies e cultivares (Snoeck, 1968; Paulino e Paulini, 1985; Bergo, 1997).

Um bom substrato para enraizamento deve apresentar boa capacidade de retenção de água, boa aeração e drenagem, boa coesão entre as partículas ou aderência junto às raízes, sendo de preferível um meio estéril. Além disso, este meio de enraizamento deve ainda fornecer nutrientes que são indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento radicular das plantas (Paiva e Gomes, 1995; Hoffmann et al., 1996). Estas características são, muitas vezes, difíceis de serem reunidas em um único substrato, devendo-se promover mistura que complemente suas deficiências, sendo necessário experimentá-las nas condições ambientais em que se vai trabalhar.

Mesmo verificando que o percentual de enraizamento das estacas nos substratos areia, húmus de minhoca, moinha de café e o substrato padrão comportou-se de forma semelhante, em geral tem-se melhor performance da moinha de café, que influenciou de maneira positiva tanto o sistema radicular como o desenvolvimento geral da planta. Este substrato destacou-se dos demais, servindo não apenas como meio de sustentação, mas também atuando no crescimento e desenvolvimento geral da muda de café.

6 CONCLUSÕES

Os substratos areia, húmus de minhoca, moinha de café e o substrato padrão promovem um melhor enraizamento em estacas de *C. arabica* L.

O substrato moinha de café, além de promover o enraizamento, produz plantas mais desenvolvidas.

A cultivar Catuai enraíza melhor que Mundo Novo e Icatu.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCILA-PULGARÍN, J.; VALENCIA-ARISTIZÁBAL, G. Enraizamento de estacas de café (*Coffea arabica* L.). *Cenicafé*, Caldas, v.27, n.3, p. 135-139, 1976.
- BERGO, C.L. Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) através do enraizamento de estacas. Lavras: UFLA, 1997. 62p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- CAMPINHOS JUNIOR, E. Producing vegetative propagules in the nursey. In: IUFRO JOINT MEETING OF WORKING PARTIES ON GENETICS ABOUT BREEDING STRATEGIES INCLUDING MULTICLONAL VARIETIES, 1982, Escherode. *Proceedings...* [S.l.]: IUFRO, 1982. p. 2-9.
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTER, E.; FORTES, G.R. de L. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. 2.ed. Pelotas: UFPEL, 1995. 179p.
- HAISSIG, B.E.; RIEMENSCHNEIDER, E.D. Genetic effects on adventitious rooting. In: DAVIS, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKLHA, N. (eds.). *Adventitious root formation in cuttings*. Portland: Dioscorides Press, 1988. p. 47-60.
- HOFFMANN, A.; CHALFUN, N.N.J.; ANTUNES, L.E.C.; RAMOS, J.D.; PASQUAL, M.; REZENDE e SILVA C.R. de. *Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas*. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 319p.
- JANICK, J.A. *Ciência da horticultura*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1968. 485p.
- LOACH, K. Water relations and adventitious rooting. In: DAVIES, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. *Adventitious root formation in cuttings*. Portland: Dioscorides Press, 1987a. p. 102-116. (Advances in Plant Sciences Series, 2).
- LOACH, K. Controlling environmental conditions to improve adventitious rooting. In: DAVIES, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. *Adventitious root formation in cuttings*. Portland: Dioscorides Press, 1987b. p. 248-273. (Advances in Plant Sciences Series, 2).

- MARTINS, A.B.G. **Uso de reguladores de crescimento no enraizamento de estacas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.).** Viçosa: UFV, 1985. 23p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- PAIVA, H.N. de; GOMES, J.M. **Propagação vegetativa de espécies florestais.** Viçosa: UFV, 1995. 40p. (UFV. Boletim, 322).
- PAULINO, A.J.; PAULINI, A.E. **Observações preliminares sobre épocas de enraizamento na formação de mudas de conilon através de estacas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 12., 1985, Caxambu. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1985. p. 92-93.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. **Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance.** *Biometrics*, Washington, v.30, p. 507-512, 1974.
- SIMÃO, S. **Manual de fruticultura.** São Paulo: Agronômica CERES, 1971. 530p.
- SNOECK, J. **La rénovation de la caféiculture malgache a partir de clones selectionnes.** *Café, Cacao, Thé*, Paris, v.12, n.3, p. 223-235, juil./sept. 1968.
- THOMPSON, D.G. **Current state-of-the-art of rooting cuttings and a view to the future.** In: SYMPOSIUM IN IUFRO'S CENTENNIAL YEAR – MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE SPECIES, 1992, Bordeaux. **Syntheses...** Paris: AFOCEL/IUFRO, 1992. p. 159-172. (Colloque AFOCEL/IUFRO).
- WILSON, P.J. **Contributions of the leaves and axillary shoots to rooting in *Eucalyptus grandis* Hill a Maid. Stem cuttings.** *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v.69, n.6, p. 999-1007, 1994.

CAPÍTULO 4

PEREIRA, André Barretto. **Enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. em diferentes substratos.** Lavras: UFLA, 2000. 14p. (Tese - Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)*

1 RESUMO

As cultivares de *Coffea arabica* L. são propagadas por semente. Contudo, a utilização de alguns genótipos elite de cruzamentos híbridos justifica a propagação vegetativa como instrumento auxiliar em programas de melhoramento ou mesmo como atividade comercial. Objetivou-se identificar os melhores elementos para composição de um substrato para enraizamento de estacas de *C. arabica* L. Utilizaram-se estacas herbáceas, de brotações ortotrópicas, constituídas de um nó, com um par de folhas reduzidas a um terço, apresentando 8-10 cm de comprimento. O delineamento foi em blocos casualizados (DBC), distribuídos num fatorial 4 x 2 x 2, com 2 repetições e 12 estacas por parcela. Os fatores estudados foram 4 fontes orgânicas (moinha de café, casca do fruto de café, esterco bovino e composto orgânico), 2 complementos (vermiculita e casca de arroz carbonizada) e terra de subsolo (com e sem terra). Verificou-se efeito significativo das fontes orgânicas sobre as características comprimento médio de brotos, peso da matéria seca de brotações e raízes e percentual de estacas enraizadas e da terra de subsolo sobre o percentual de estacas enraizadas. O composto orgânico mostra ser o melhor componente para formulação de substrato para propagação de *C. arabica* L. por estaquia.

* Comitê Orientador: Moacir Pasqual – UFLA (Orientador), Antônio Nazareno Guimarães Mendes – UFLA.

PEREIRA, André Barretto. **Rooting of *Coffea arabica* L. cuttings in different substrates.** Lavras: UFLA, 2000. 14p. (Thesis – Doctoral in Agronomy /Crop Science)

2 ABSTRACT

Coffea arabica L. is propagated by seed. However, the utilization of some genotypes elite from hybrid crosses justify vegetative propagation as an auxiliary instrument in breeding programs or even in commercial plantations. The objective was to identify the best elements for a substrate composition for rooting of *C. arabica* cuttings. Herbaceous cuttings from orthotropic branches, with one bud, two leaves reduced to 1/3 of its size and 8-10 cm length. The statistical design was randomized blocks, in 4 x 2 x 2 factorial scheme, with 2 replications and 12 cuttings by plot. Four organic sources were studied (residual coffee machine processing, fruit husk of coffee, cattle manure and organic compound), two complements (vermiculite and carbonized rice husk) and subsoil earth (with and without earth). Significant effects were verified for organic compound on sprout length, dry weight matter of the sprout and roots, and cutting with roots. There were significant effects also for subsoil earth to cutting with root. The organic compound were best component of substrate formulation for rooting of *C. arabica* cuttings.

3 INTRODUÇÃO

As cultivares de *Coffea arabica* L. são predominantemente autopolinizadas e, portanto, bastante uniformes, razão pela qual são comumente propagadas por semente. Contudo, alguns genótipos elite de cruzamentos híbridos têm se mostrado resistentes à ferrugem, justificando sua propagação vegetativa como instrumento auxiliar em programas de melhoramento, ou mesmo como atividade comercial (Martins, 1985).

Guidance Committee: Moacir Pasqual – UFLA (Major Professor), Antônio Nazareno Guimarães Mendes – UFLA.

Uma alternativa viável para a propagação de híbridos de café em escala comercial é a propagação vegetativa via enraizamento de estacas, tal como se faz em *Coffea canephora* Pierre. Contudo, várias tentativas foram feitas, sendo o sucesso variável entre os trabalhos (Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal, 1976; Ono et al., 1993; Rezende, 1996; Bergo, 1997), em razão do menor percentual de enraizamento de *C. arabica* L.

As estacas de muitas espécies de plantas enraízam com facilidade numa grande diversidade de meios, porém, em plantas que apresentam dificuldade de formação de raízes, o substrato é um dos fatores que mais influenciam no enraizamento de estacas, não só na porcentagem de enraizamento, como também na qualidade do sistema radicular (Paiva e Gomes, 1995; Hoffmann et al., 1996).

Hoffmann et al. (1996) afirmam que o substrato, além de sustentar as estacas durante o período de enraizamento, deve manter sua base em ambiente úmido, escuro e suficientemente aerado, o que certamente irá influir sobre o percentual de enraizamento, bem como sobre o tipo de raízes formadas.

Para Fachinello et al. (1995), um bom substrato deve proporcionar retenção de água suficiente para prevenir a dessecação da base da estaca e, quando saturado, deve manter quantidade adequada de espaço poroso para facilitar o fornecimento de oxigênio, indispensável para iniciação e desenvolvimento radiculares e para prevenção do desenvolvimento de patógenos.

O sucesso no enraizamento depende, em parte, da habilidade do sistema de propagação em dar condições de turgidez ao propágulo, até que se formem raízes próprias e absorvam água (Campinhos Junior, 1982; Thompson, 1992). Desta forma, a umidade do ar ao redor da estaca tem grande efeito no seu status hídrico (Loach, 1987a).

As estacas, por não possuírem meios para absorver água e nutrientes, secam se o substrato e o meio em que se encontram não forem bem providos de

umidade (Simão, 1971; Loach, 1987b; Wilson, 1994). O excesso, no entanto, é prejudicial por dificultar as trocas gasosas, propiciar o desenvolvimento de doenças (Loach, 1987b), impedir o enraizamento e provocar a morte dos tecidos (Simão, 1971).

Para Mello (1989), o substrato de enraizamento deve ser de baixa densidade, com boa capacidade de retenção de água, aeração e drenagem, boa coesão entre as partículas ou aderência junto às raízes, sendo preferível um meio estéril. Conforme Fachinello et al. (1995), o pH do substrato mais baixo favorece o enraizamento e dificulta o desenvolvimento de microorganismos. O fornecimento de nutrientes pelo substrato é indispensável porque o enraizamento acontece em função das reservas exógenas.

Há diferentes tipos de substratos que podem ser usados de forma isolada ou em misturas. Para se conhecer qual a melhor mistura para enraizamento é aconselhável experimentá-la nas condições ambientais em que se vai trabalhar (Paiva e Gomes, 1995). Ainda segundo estes autores, os substratos mais freqüentemente usados são: vermiculita, turfa, serragem, areia, casca de arroz carbonizada, moinha de carvão, terriço e diversas misturas destes constituintes. Não há consenso quanto ao melhor substrato, estando este fato relacionado à espécie e às condições em que se trabalha. Porém, Hartmann e Kester (1990) observaram que para espécies de fácil enraizamento, as estacas podem ser plantadas em areia pura ou mesmo em água, constituindo um meio de enraizamento. Diferenças de comportamento no enraizamento, em estacas de *C. arabica* L. plantadas em diferentes substratos, foram observadas por Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal (1976).

O objetivo deste trabalho foi determinar quais seriam os melhores elementos para composição de um substrato para enraizamento de estacas de *C. arabica* L.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras-MG, no ano de 1998, numa estufa revestida com plástico e uma camada dupla de sombrite (50%). O sistema de irrigação foi por microaspersão, ativado por um timer, com seis irrigações diárias, de 5 minutos cada, com intervalo de 2 horas, de modo a manter alta umidade no ambiente ($\pm 85\%$), sendo esta interrompida no período da noite.

As estacas utilizadas no experimento foram provenientes de um talhão de *C. arabica* L. cv. Acaiá (LCP 474-19), do campo experimental da UFLA. A fim de aumentar a oferta de ramos ortotrópicos fornecedores de estacas, as plantas foram recepada a 40 cm do solo, no mês de dezembro. A coleta das estacas ocorreu três meses após a recepa. De modo a suprir deficiências nas brotações, principalmente de micronutrientes, efetuou-se uma adubação foliar quinze dias antes da coleta das estacas, com ácido bórico, sulfato de zinco e cloreto de potássio, todos a 0,3%. Também foi feito um tratamento profilático das estacas com Benomyl (Benlate solução 0,3%) e Oxitetraciclina com sulfato de estreptomicina (Agrimicina solução 0,1%).

Foram utilizadas, no experimento, estacas herbáceas oriundas de brotações de ramos ortotrópicos que, depois de preparadas, eram constituídas de um nó, um par de folhas reduzidas a um terço do seu tamanho, 8-10 cm de comprimento e submetidas aos tratamentos com diferentes substratos.

O experimento foi instalado no mês de março, no delineamento em blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 2 x 2, com 2 repetições. Os fatores estudados foram 4 fontes orgânicas curtidas: moinha de café (resíduo da máquina de beneficiamento de café), casca do fruto de café, esterco bovino e composto orgânico (produzido a partir de restos de

gramíneas), 2 complementos (vermiculita e casca de arroz carbonizada) e terra de subsolo (com e sem terra). Tratamentos discriminados na Tabela 1.

As parcelas foram constituídas de 12 estacas, plantadas em tubetes de 120 ml. A avaliação ocorreu 150 dias após a instalação do experimento, avaliando-se as características percentagem de estacas vivas, número médio de brotações, comprimento médio de brotações, peso da matéria seca de brotações, percentagem de estacas enraizadas, número médio de raízes e peso da matéria seca das raízes.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, com a aplicação do teste F ao nível de 5% de probabilidade, e as comparações das médias foram feitas pelo teste de Scott e Knott (1974).

TABELA 1. Descrição dos materiais utilizados como substratos e as proporções de cada material empregado nas misturas para composição dos tratamentos. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fontes Orgânicas	TRATAMENTOS	
	Complementos	Terra de subsolo
60% moinha de café	20% vermiculita	20% de terra
80% moinha de café	20% vermiculita	sem terra
60% moinha de café	20% casca de arroz	20% de terra
80% moinha de café	20% casca de arroz	sem terra
60% casca de café	20% vermiculita	20% de terra
80% casca de café	20% vermiculita	sem terra
60% casca de café	20% casca de arroz	20% de terra
80% casca de café	20% casca de arroz	sem terra
60% esterco bovino	20% vermiculita	20% de terra
80% esterco bovino	20% vermiculita	sem terra
60% esterco bovino	20% casca de arroz	20% de terra
80% esterco bovino	20% casca de arroz	sem terra
60% composto orgânico	20% vermiculita	20% de terra
80% composto orgânico	20% vermiculita	sem terra
60% composto orgânico	20% casca de arroz	20% de terra
80% composto orgânico	20% casca de arroz	sem terra

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância para as características avaliadas são apresentados na Tabela 2. Observa-se que nenhuma das interações revelou significância. Houve efeito significativo para fontes orgânicas nas características comprimento médio de brotos, peso da matéria seca de brotações, percentual de estacas enraizadas e peso da matéria seca de raízes. Para terra de subsolo, foi constatado efeito significativo apenas para a característica percentual de estacas enraizadas. Estes resultados confirmam a importância do substrato no enraizamento de estacas de *C. arabica* L., conforme relatos no capítulo 3.

TABELA 2. Resumo das análises de variância para as características percentagem de estacas vivas (EV), número médio de brotações (NMB), comprimento médio de brotações (CMB), peso da matéria seca de brotações (PMSB), percentagem de estacas enraizadas (ER), número médio de raízes (NMR) e peso da matéria seca das raízes (PMSR). UFLA, Lavras-MG, 2000.

Causas de Variação	G.L.	QM						
		EV ^{1/}	NMB	CMB	PMSB	ER ^{1/}	NMR	PMSR
Bloco	1	1,7172	0,0017	3,9903	3,9032	7,5705*	0,1513	0,0522
Fontes orgânicas	3	1,6053	0,0058	11,4261**	8,5704**	7,6708**	0,5764	0,4589*
Complemento	1	0,9052	0,0002	1,7578	0,2377	1,7728	2,2685	0,2312
Terra	1	0,9793	0,0017	1,4878	3,0443	17,4260**	0,9941	0,0849
F x C	3	0,8887	0,0616	1,4578	1,9098	4,2330	0,3938	0,1415
F x T	3	0,4836	0,0062	0,8095	0,6380	0,7020	0,1163	0,0241
C x T	1	0,0503	0,0017	1,1628	0,0872	4,4257	1,9801	0,1072
F x C x T	3	1,4690	0,0562	2,0678	2,0445	3,3226	0,4329	0,1031
Erro	15	0,8476	0,0340	1,1130	1,0784	1,3168	2,3764	0,1143
Média Geral		78,12	1,80	5,06	3,65	36,38	3,25	0,61
CV %		10,44	10,25	20,85	28,42	19,16	47,45	55,46

^{1/} Observações transformadas segundo $(X + 0,5)^{0,5}$.

*, **, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade.

Comprimento médio de brotações

As diferenças observadas na Figura 1 mostram que casca de café apresentou desempenho inferior às demais fontes orgânicas empregadas. Uma provável explicação seria que materiais orgânicos, amplamente empregados na composição de substratos como fonte de nitrogênio e de outros elementos essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas, têm efeito positivo também na aeração, estrutura e capacidade de retenção de água (Pons, 1983). Verificou-se que casca de café apresentava baixa capacidade de retenção de água, fator que assume maior importância quando se utilizam estruturas de propagação sem nebulização, conforme afirmam Hoffmann et al. (1996). Estes resultados são coincidentes com os observados no Capítulo 3, segundo o qual os substratos com maior percentagem de matéria orgânica e com maior capacidade de retenção de água apresentaram maior comprimento de brotações.

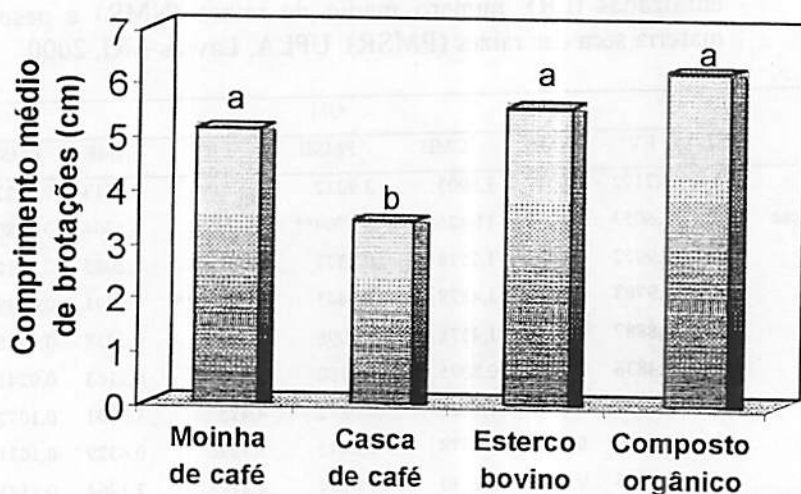


FIGURA 1. Comprimento médio de brotações de estacas plantadas em diferentes fontes orgânicas. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Peso da matéria seca de brotações

Para esta característica, observa-se a mesma tendência verificada com relação ao comprimento das brotações, em que apenas as fontes orgânicas mostraram influência sobre a variável em estudo. Conforme apresenta-se na Figura 2, a casca de café foi a fonte orgânica menos eficiente. Mas, neste caso, o composto orgânico destacou-se dos demais tratamentos com quase 5 gramas de peso de matéria seca de brotações, enquanto os demais apresentaram menos de 4 gramas. Mais uma vez fica evidente a importância do substrato não apenas como elemento de sustentação, mas como fator fundamental no crescimento e desenvolvimento da planta. Estes resultados também coincidem com os obtidos para esta característica, no Capítulo 3.

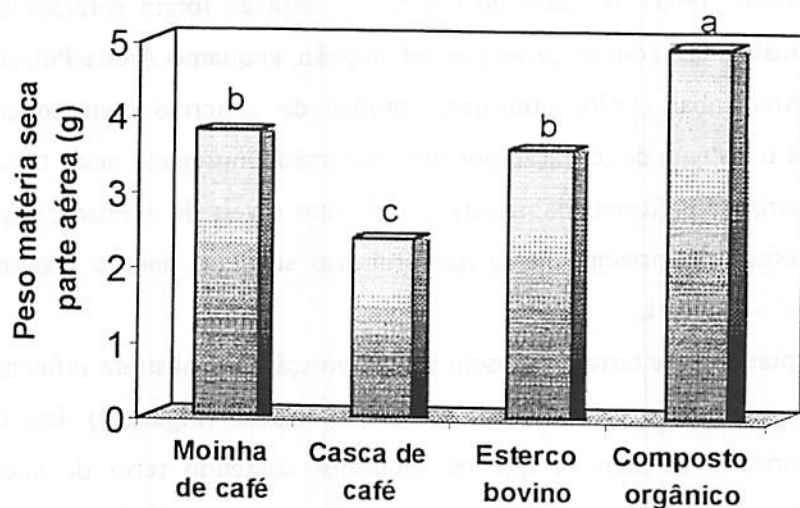


FIGURA 2. Peso da matéria seca da parte aérea de estacas plantadas em diferentes fontes orgânicas. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Percentagem de estacas enraizadas

Conforme observa-se na Tabela 2, houve efeito significativo para esta característica não apenas para as fontes orgânicas, como obtido nas demais

características. Verifica-se, neste caso, que a presença ou ausência de terra de subsolo na composição do substrato também influenciou no percentual de estacas enraizadas. Estas respostas estão melhor visualizadas nas Figuras 3 e 4. Fica claro o melhor desempenho do composto orgânico sobre as demais fontes orgânicas no substrato (Figura 3), obtendo-se 54% de estacas enraizadas. Este percentual de enraizamento é menor que os obtidos no capítulo 3, que chegaram 89%, e por Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal (1976), que registraram valores superiores a 80% utilizando moinha de café como substrato. Mas isto pode ser explicado, pois nestes dois casos os ambientes utilizados para propagação eram mais propícios para propagação por estaquia, com controle maior da umidade ambiente, mantendo-a em níveis elevados, conforme sugerem vários autores (Campinhos Junior, 1982; Thompson, 1992; Simão, 1971; Loach, 1987b; Wilson, 1994). No caso do Capítulo 3, estacas foram enraizadas em estufas climatizadas, com irrigação por nebulização, enquanto Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal (1976) utilizaram estufins de concreto com cobertura plástica. Já o sistema de irrigação por microaspersão empregado neste trabalho não se mostrou tão eficiente na manutenção de altos níveis de umidade, o que é um fator essencial, principalmente nas primeiras semanas após o plantio de estacas de *C. arabica* L.

A presença de terra de subsolo na composição do substrato influenciou de maneira negativa o percentual de estacas enraizadas (Figura 4). Isto deve estar relacionado ao fato de que os substratos contendo terra de subsolo apresentem problemas, principalmente na aeração e na capacidade de retenção de água, conforme sugere Pons (1983).

Peso da matéria seca de raízes

Observa-se, na Figura 5, o mesmo comportamento verificado para as demais características, mostrando que o composto orgânico influenciou de maneira positiva, servindo não apenas como meio de sustentação, mas

interferindo também no crescimento e desenvolvimento radicular. Mais uma vez os resultados estão de acordo com os obtidos no Capítulo 3.

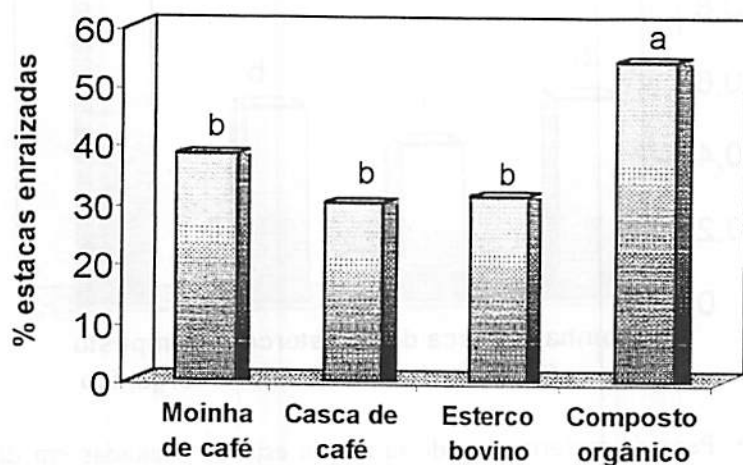


FIGURA 3. Percentual de estacas enraizadas em diferentes fontes orgânicas. UFLA, Lavras-MG, 2000.

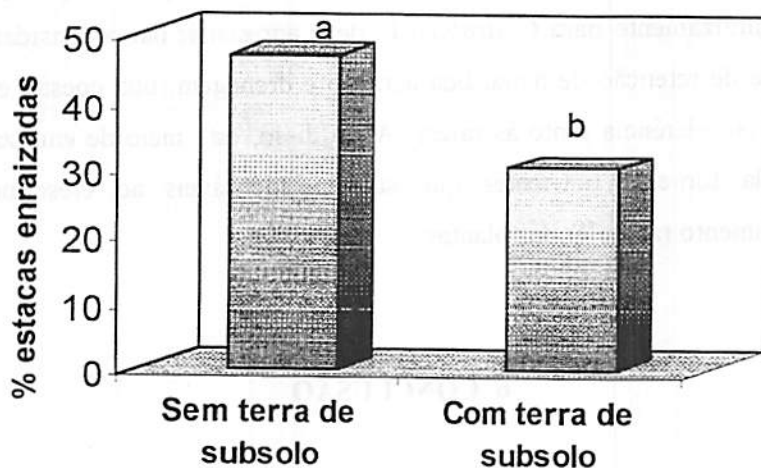


FIGURA 4. Percentual de estacas enraizadas na ausência ou presença de terra quando plantadas em diferentes combinações de substratos. UFLA, Lavras-MG, 2000.

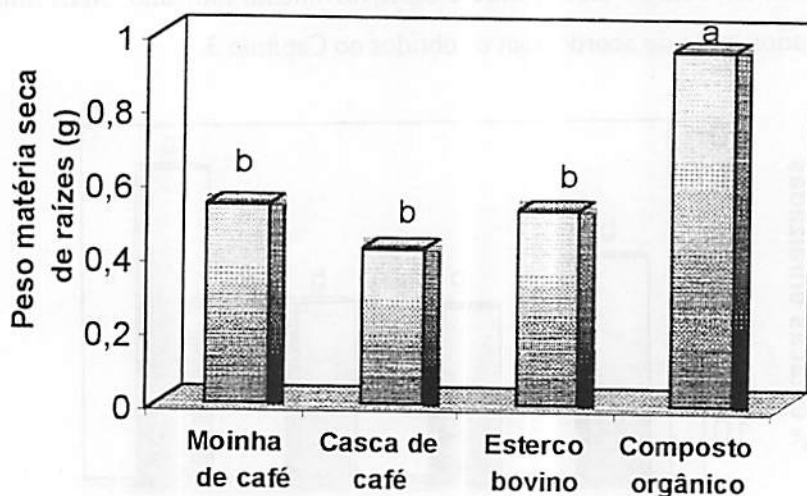


FIGURA 5. Peso da matéria seca de raízes de estacas plantadas em diferentes combinações de substratos. UFLA, Lavras-MG, 2000.

O composto orgânico mostrou ser um bom componente para a formulação de substrato para propagação de *C. arabica* L. por estaquia, pois um meio de enraizamento para *C. arabica* L. deve apresentar baixa densidade, boa capacidade de retenção de água, boa aeração e drenagem, boa coesão entre as partículas ou aderência junto às raízes. Além disso, este meio de enraizamento deve ainda fornecer nutrientes que são indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento radicular das plantas.

6 CONCLUSÃO

O composto orgânico é um eficiente componente na formulação de substratos para estaquia em *Coffea arabica* L. em estufas sem nebulização.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCILA-PULGARÍN, J.; VALENCIA-ARISTIZÁBAL, G. Enraizamento de estacas de café (*Coffea arabica* L.). Cenicafé, Caldas, v.27, n.3, p. 135-139, 1976.
- BERGO, C.L. Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) através do enraizamento de estacas. Lavras: UFLA, 1997. 62p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- CAMPINHOS JUNIOR, E. Producing vegetative propagules in the nursery. In: IUFRO JOINT MEETING OF WORKING PARTIES ON GENETICS ABOUT BREEDING STRATEGIES INCLUDING MULTICLONAL VARIETIES, 1982, Escherode, Proceedings... [S.l.]: IUFRO, 1982. p. 2-9.
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTER, E.; FORTES, G.R. de L. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. 2.ed. Pelotas: UFPEL, 1995. 179p.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. Propagacion de plantas: principios y practicas. México: Continental, 1990. 760p.
- HOFFMANN, A.; CHALFUN, N.N.J.; ANTUNES, L.E.C.; RAMOS, J.D.; PASQUAL, M.; REZENDE e SILVA, C.R. de. Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 319p.
- LOACH, K. Water relations and adventitious rooting. In: DAVIES, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. Adventitious root formation in cuttings. Portland: Dioscorides Press, 1987a. p. 102-116. (Advances in Plant Sciences Series, 2).
- LOACH, K. Controlling environmental conditions to improve adventitious rooting. In: DAVIES, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. Adventitious root formation in cuttings. Portland: Dioscorides Press, 1987b. p. 248-273. (Advances in Plant Sciences Series, 2).
- MARTINS, A.B.G. Uso de reguladores de crescimento no enraizamento de estacas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Viçosa: UFV, 1985. 23p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

- MELLO, A.C.G. de. **Efeito de recipientes e substratos no comportamento silvicultural de plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake.** Piracicaba: ESALQ, 1989. 80p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; PINHO, S.Z. de; RODRIGUES, S.D. **Enraizamento de estacas de café cv. 'Mundo Novo' submetidas à tratamentos auxínicos e com boro.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v.28, n.7, p. 773-777, jul. 1993.
- PAIVA, H.N. de; GOMES, J.M. **Propagação vegetativa de espécies florestais.** Viçosa: UFV, 1995. 40p. (UFV. Boletim, 322).
- PONS, A.L. **Fontes e usos da matéria orgânica.** *IPAGRO Informa, Porto Alegre*, v.26, p. 111-147, 1983.
- REZENDE, R.A. **Efeito de fitoreguladores, antioxidante e defensivos na propagação vegetativa *in vivo* e *in vitro* de *Coffea arabica* L.** Lavras: UFLA, 1996. 51p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. **Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance.** *Biometrics, Washington*, v.30, p. 507-512, 1974.
- SIMÃO, S. **Manual de fruticultura.** São Paulo: Agronômica CERES, 1971. 530p.
- THOMPSON, D.G. **Current state-of-the-art of rooting cuttings and a view to the future.** In: SYMPOSIUM IN IUFRO'S CENTENNIAL YEAR – MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE SPECIES, 1992, Bordeaux. *Syntheses...* Paris: AFOCEL/IUFRO, 1992. p. 159-172. (Colloque AFOCEL/IUFRO).
- WILSON, P.J. **Contributions of the leaves and axillary shoots to rooting in *Eucalyptus grandis* Hill a Maid. Stem cuttings.** *Journal of Horticultural Science, Ashfords*, v.69, n.6, p. 999-1007, 1994.

CAPÍTULO 5

PEREIRA, André Barretto. Enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. em estufim. Lavras: UFLA, 2000. 11p. (Tese - Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)*

1 RESUMO

A propagação vegetativa através do enraizamento de estacas é uma alternativa viável para a multiplicação de híbridos de café em escala comercial. Neste trabalho, buscou-se substituir o uso de estufas com sistemas automáticos de nebulização, para produção de mudas por estaquia de *Coffea arabica* L. O experimento foi instalado num estufim plástico de 1,5 x 1 x 0,90 m, com leito de areia. Posteriormente, as estacas foram transferidas para um viveiro comum. Foram utilizadas estacas herbáceas, oriundas de brotações de ramos ortotrópicos, que, depois de preparadas, eram constituídas de um nó, um par de folhas reduzidas a um terço do seu tamanho, 8-10 cm de comprimento, e foram submetidas aos tratamentos: plantio direto no viveiro e no estufim. Variou-se o tempo de permanência das estacas no estufim (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 e 56 dias) utilizando-se um delineamento em blocos casualizados. Após 150 dias, avaliaram-se as seguintes características: percentagem de estacas vivas, número médio de brotações, comprimento médio de brotações, peso da matéria seca de brotações, percentagem de estacas enraizadas, número médio de raízes e peso da matéria seca das raízes. A utilização de estufim para enraizamento de estacas de *C. arabica* L. é uma alternativa tecnicamente viável. O período de 35 dias mostrou-se ideal para permanência das estacas no estufim.

* Comitê Orientador: Moacir Pasqual – UFLA (Orientador), Antônio Nazareno Guimarães Mendes – UFLA.

PEREIRA, André Barretto. **Rooting of *Coffea arabica* L. cuttings in plastic propagater box.** Lavras: UFLA, 2000. 11p. (Thesis - Doctoral in Agronomy /Crop Science)*

2 ABSTRACT

The vegetative propagation through the rooting cuttings are a viable alternative for the multiplication of coffee hybrids in commercial scale. The objective of this work was to substitute the use of greenhouses with automatic irrigation, for rooting of *Coffea arabica* L. cuttings. The experiment was installed in a 1,5 x 1 x 0,90 m plastic propagater box with sand. The cuttings were transferred later to a common nursery. Herbaceous cuttings from orthotropic branches, with one bud, two leaves reduced to 1/3 of its size and 8-10 cm length were planted directly in the nursery and in plastic propagater box. The cuttings stayed in the plastic propagater box for different periods (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 e 56 days). The statistical design was randomized blocks. The following characteristics were evaluated after 150 days: survival cuttings, sprout number, sprout length, dry weight sprout, cuttings rooted, roots number and dry weight of the roots. The use of plastic propagater box for rooting of *C. arabica* L. cutting is a technically viable alternative. Better rooting of *C. arabica* L. is registered when cuttings stay in plastic propagater box for 35 days.

3 INTRODUÇÃO

As cultivares de *Coffea arabica* L. são predominantemente autopolinizadas e, portanto, bastante uniformes, razão pela qual são comumente propagados por semente. Contudo, alguns genótipos elite de cruzamentos híbridos têm se mostrado resistentes à ferrugem, justificando sua propagação vegetativa como instrumento auxiliar em programas de melhoramento ou mesmo como atividade comercial (Martins, 1985).

Guidance Committee: Moacir Pasqual – UFLA (Major Professor), Antônio Nazareno Guimarães Mendes – UFLA.


Uma alternativa bastante viável para a propagação de híbridos de café em escala comercial é a propagação vegetativa via enraizamento de estacas, tal como se faz em *Coffea canephora* Pierre. Contudo, várias tentativas foram feitas, sendo o sucesso variável entre os trabalhos (Arcila-Pulgarín e Valencia-Aristizábal, 1976; Ono et al., 1993; Rezende, 1996; Bergo, 1997) em razão do menor percentual de enraizamento do *C. arabica* L.

O sucesso no enraizamento depende, em parte, da habilidade do sistema de propagação em dar condições de turgidez ao propágulo, até que se formem suas raízes próprias e estas absorvam água (Campinhos Junior, 1982; Thompson, 1992). Desta forma, a umidade do ar ao redor da estaca tem grande efeito no seu status hídrico (Loach, 1987a).

As estacas, por não possuírem meios para absorver água e nutrientes, secam se o substrato e o meio em que se encontram não forem bem providos de umidade (Simão, 1971; Loach, 1987b; Wilson, 1994). O excesso, no entanto, é prejudicial por dificultar as trocas gasosas, propiciar o desenvolvimento de doenças (Loach, 1987b), impedir o enraizamento e provocar a morte dos tecidos (Simão, 1971).

O manejo adequado da umidade, tanto na atmosfera quanto no leito de enraizamento, é imprescindível para o sucesso da propagação através de estacas, principalmente quando se trabalha com espécies que exigem longo tempo para formar raízes e quando são utilizadas estacas com folhas e/ou de consistência herbácea (Norberto, 1999; Tofanelli, 1999). Neste caso, deve-se manter a umidade relativa do ar, na região das estacas, em torno de 80 a 100%, conservando a turgescência dos tecidos (Paiva e Gomes, 1995).

O ambiente ideal para se fazer a estaquia seria utilizando casas-de-vegetação com nebulização intermitente. Mas em caso de não se dispor desta estrutura, a solução seria a utilização de estufim, que podem ser estruturas permanentes ou provisórias, sendo que ambas devem ser instaladas debaixo de



um viveiro com bastante sombra, para evitar o excesso de temperatura. Após o calejamento, as estacas devem ser transferidas para o recipiente definitivo, em viveiros comuns (Fonseca, 1996). O emprego destas estruturas tem sido utilizado na estaquia de *C. canephora* (Paulino, Matiello e Paulini, 1985; Fonseca, 1996).

O objetivo deste trabalho foi o de fornecer uma alternativa, utilizando um estufim plástico, para produção de mudas por estaquia de *C. arabica* L., ao invés do uso de estufas com sistemas automáticos de nebulização.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras-MG, no ano de 1999.

As estacas utilizadas no experimento foram provenientes de um talhão de *Coffea arabica* L. cv. Acaiá (LCP 474-19), do campo experimental da UFLA. A fim de aumentar a oferta de ramos ortotrópicos fornecedores de estacas, as plantas foram recepadas a 40 cm do solo, no mês de dezembro. A coleta das estacas ocorreu três meses após efetuada a recepa. Para suprir deficiências nas brotações, principalmente de micronutrientes, efetuou-se uma adubação foliar quinze dias antes da coleta das estacas, com ácido bórico, sulfato de zinco e cloreto de potássio, todos a 0,3%. Também foi feito um tratamento profilático das estacas com Benomyl (Benlate solução 0,3%) e Oxitetraciclina com sulfato de estreptomicina (Agrimicina solução 0,1%).

Foram utilizadas, no experimento, estacas herbáceas oriundas de brotações de ramos ortotrópicos. As estacas, depois de preparadas, eram constituídas de um nó, um par de folhas reduzidas a um terço do seu tamanho, 8-10 cm de comprimento, e foram submetidas aos tratamentos: plantio direto no

viveiro e no estufim. O tempo de permanência no estufim foi de 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 e 56 dias.

O experimento foi instalado num estufim de 1,5 x 1 x 0,90 m, construído com armação de madeira e cujas laterais e tampa foram revestidas com plástico, localizado debaixo de um viveiro com cobertura dupla de sombrite (50%), de modo a evitar temperaturas excessivas dentro do estufim. Como leito de enraizamento utilizou-se areia.

As estacas retiradas do estufim foram transferidas para viveiro, coberto com sombrite (50%), sistema de irrigação por microaspersão ativado por um timer, seis irrigações diárias de 5 minutos cada e intervalos de 2 horas, de modo a manter alta umidade no ambiente e no substrato. O número de irrigações diárias foi diminuído à medida que as mudas iam se desenvolvendo. As estacas, nesta etapa, foram plantadas em tubetes contendo substrato composto de húmus de minhoca, vermiculita e terra.

O experimento foi instalado no mês de março, utilizando um delineamento em blocos casualizados, com 9 tratamentos e 3 repetições, sendo cada parcela constituída de 12 estacas plantadas em tubetes com capacidade de 120 ml. A avaliação do experimento foi efetuada 150 dias após sua instalação, através das seguintes características: percentagem de estacas vivas, número médio de brotações, comprimento médio de brotações, peso da matéria seca de brotações, percentagem de estacas enraizadas, número médio de raízes e peso da matéria seca das raízes.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, com a aplicação do teste F ao nível de 5% de probabilidade. Por se tratar de um fator quantitativo fez-se um estudo de regressão na análise de variância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância, para as características avaliadas estão representados na Tabela 1. Observa-se que apenas para as características percentual de estacas vivas (EV), peso da matéria seca de brotações (PMSB) e percentual de estacas enraizadas (ER) houve efeito significativo.

Percentual de estacas vivas

O percentual de estacas vivas torna-se maior à medida que aumenta o tempo de permanência das estacas dentro do estufim, atingindo o ápice aos 35 dias, obtendo-se, no experimento, 91,67 % de sobrevivência de estacas (Figura 1). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Bergo (1997), utilizando estufas climatizadas. Fica evidente que o estufim bem manejado, à semelhança do que se tem feito na propagação de *C. canephora* (Paulino, Matiello e Paulini, 1985; Fonseca, 1996), pode ser uma alternativa quando não se têm estufas climatizadas. Verifica-se, também, que a partir da sétima semana, a permanência das estacas no estufim passa a ser prejudicial.

TABELA 1. Resumo das análises de variância para as características percentagem de estacas vivas (EV), número médio de brotações (NMB), comprimento médio de brotações (CMB), peso da matéria seca de brotações (PMSB), percentagem de estacas enraizadas (ER), número médio de raízes (NMR) e peso da matéria seca das raízes (PMSR). UFLA, Lavras-MG, 2000.

Causas de Variação	G.L.	QM						
		EV ^{1/}	NMB	CMB	PMSB	ER ^{1/}	NMR	PMSR
Bloco	2	166,37	0,0535	1,7677	1,5757	114,64	2,3497	1,0079
Tratamentos	8	1007,26*	0,0461	4,6998	10,2546**	1820,05**	1,5916	0,6997
Resíduo	16	296,29	0,0244	2,2658	2,7695	163,46	1,1872	0,5044
Média geral		68,85	1,61	6,25	4,15	45,12	3,46	0,85
CV (%)		14,27	9,69	24,08	40,14	28,33	31,53	83,79

*, **, significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade.

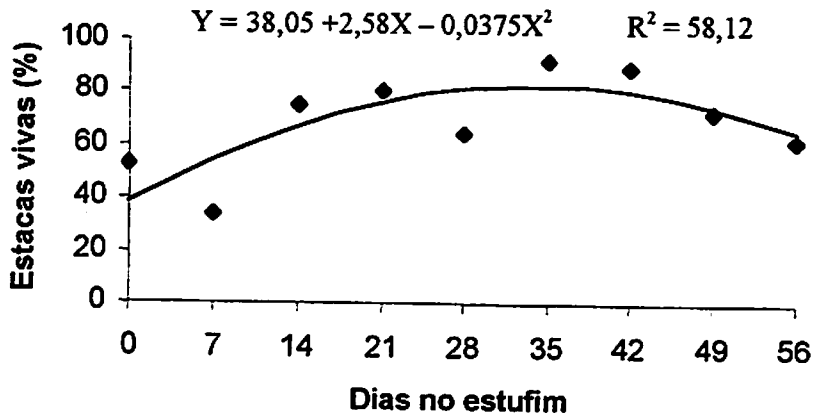


FIGURA 1. Percentagem de estacas vivas em diferentes períodos de permanência no estufim. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Peso da matéria seca de brotações

Constatou-se que o maior peso da matéria seca de brotações observado estaria nas estacas que permaneceram no estufim por 35 dias, atingindo aproximadamente 6,85 gramas (Figura 2). Observou-se, neste caso, a mesma tendência da característica anterior, obtendo-se aumento no peso da matéria seca de brotações até os 35 dias e redução a partir deste ponto.

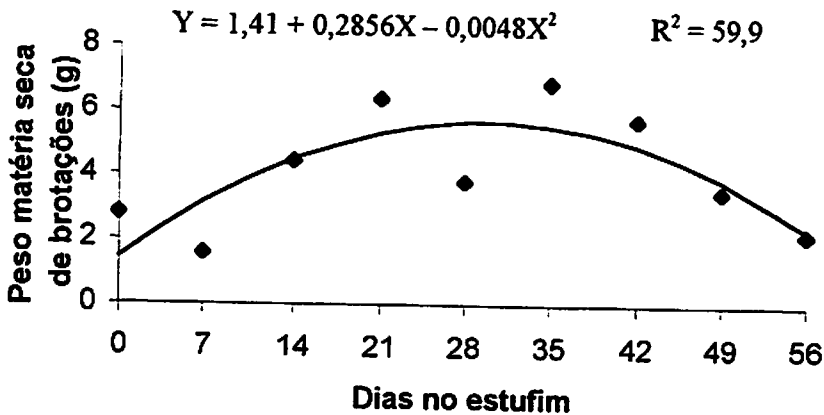


FIGURA 2. Peso da matéria seca de brotações oriundas de estacas em diferentes períodos de permanência no estufim. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Percentual de estacas enraizadas

Para a característica percentual de estacas enraizadas, observa-se a mesma tendência das características anteriores, de aumento até os 35 dias e posterior decréscimo. Como pode ser observado na Figura 3, as estacas que permaneceram por 35 dias no estufim apresentaram percentual de enraizamento de 86,33%. Estes percentuais são semelhantes aos obtidos por Rezende (1996) e Bergo (1997), que utilizaram estufas climatizadas, com sistema automático de irrigação por nebulização. Fica evidente que levando em conta também os resultados obtidos nas características anteriores, a permanência das estacas por 35 dias no estufim seria o ideal. Desta forma, pode-se obter maior percentual de estacas vivas, com maior peso de matéria seca de brotações e maior percentual de estacas enraizadas.

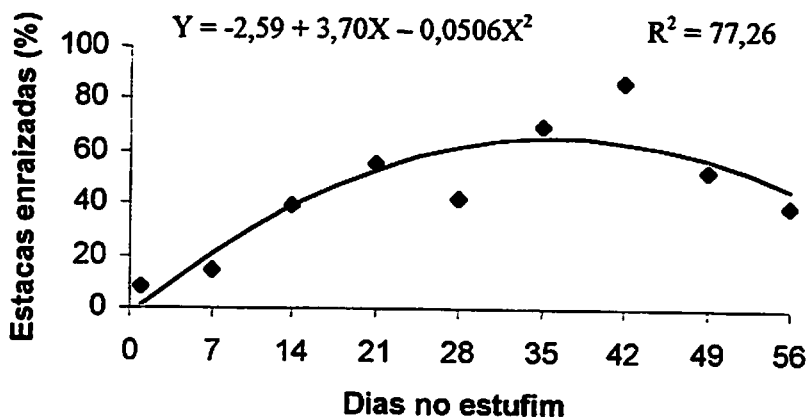


FIGURA 3. Percentagem de estacas enraizadas em diferentes períodos de permanência no estufim. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Conforme afirmam Norberto (1999) e Tofanelli (1999), o manejo adequado da umidade, tanto na atmosfera quanto no leito de enraizamento, é imprescindível para o sucesso da propagação através de estacas, devendo-se manter a umidade relativa na região das estacas em torno de 80 a 100%,

conservando a turgescência dos tecidos. Porém, todo cuidado é pouco, pois o excesso é prejudicial por dificultar as trocas gasosas e propiciar o desenvolvimento de doenças (Loach, 1987b), impedindo o enraizamento e provocando a morte dos tecidos (Simão, 1971).

A redução no percentual de estacas enraizadas a partir de 35 dias pode ser devida ao fato de que o desenvolvimento radicular é influenciado pela disponibilidade de água, oxigênio, nutrientes e pela presença de inibidores físicos (luz e temperatura), conforme sugerem Peres e Kerbauy (2000). Neste caso, ter-se-iam, até os 35 dias, as condições ideais para iniciação dos primórdios radiculares; porém, as condições do estufim não seriam as melhores para o desenvolvimento e emergência das novas raízes, sendo necessária transferência para novo ambiente em que as estacas teriam as condições ideais para seu desenvolvimento.

Os resultados observados neste trabalho sugerem que utilização de estufim para o enraizamento de estacas de *C. arabica* L., à semelhança do sistema que vem sendo empregado em *C. canephora* (Paulino, Matiello e Paulini; 1985; Fonseca, 1996), é uma alternativa tecnicamente viável e de custo bem inferior, levando-se em conta a aquisição, manuseio e manutenção de uma estufa climatizada.

6 CONCLUSÕES

A utilização de estufim para o enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. é uma alternativa tecnicamente viável.

As estacas devem permanecer no estufim por um período de 35 dias.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCILA-PULGARÍN, J.; VALENCIA-ARISTIZÁBAL, G. Enraizamento de estacas de café (*Coffea arabica* L.). *Cenicafé, Caldas*, v.27, n.3, p. 135-139, 1976.
- BERGO, C.L. Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) através do enraizamento de estacas. Lavras: UFLA, 1997. 62p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- CAMPINHOS JUNIOR, E. Producing vegetative propagules in the nurse. In: IUFRO JOINT MEETING OF WORKING PARTIES ON GENETICS ABOUT BREEDING STRATEGIES INCLUDING MULTICLONAL VARIETIES, 1982, Escherode. *Proceedings...* [S.l.]: IUFRO, 1982. p. 2-9.
- FONSECA, A.F.A.. Propagação assexuada de *Coffea canephora* no estado do Espírito Santo. In: WORKSHOP SOBRE AVANÇOS NA PROPAGAÇÃO DE PLANTAS LENHOSAS, 1996, Lavras. *Resumos...* Lavras: UFLA, 1996. p. 31-34.
- LOACH, K. Water relations and adventitious rooting. In: DAVIES, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. Adventitious root formation in cuttings. Portland: Dioscorides Press, 1987a. p. 102-116. (*Advances in Plant Sciences Series*, 2).
- LOACH, K. Controlling environmental conditions to improve adventitious rooting. In: DAVIES, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. Adventitious root formation in cuttings. Portland: Dioscorides Press, 1987b. p. 248-273. (*Advances in Plant Sciences Series*, 2).
- MARTINS, A.B.G. Uso de reguladores de crescimento no enraizamento de estacas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Viçosa: UFV, 1985. 23p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- NORBERTO, P.M. Efeito da época de poda, cianamida hidrogenada, irrigação e ácido indolbutírico na colheita antecipada e enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). Lavras: UFLA, 1999. 89p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; PINHO, S.Z. de; RODRIGUES, S.D. Enraizamento de estacas de café cv. 'Mundo Novo' submetidas à tratamentos

- auxínicos e com boro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.28, n.7, p. 773-777, jul. 1993.
- PAIVA, H.N. de; GOMES, J.M. *Propagação vegetativa de espécies florestais*. Viçosa: UFV, 1995. 40p. (UFV. Boletim, 322).
- PAULINO, A.J.; MATIELLO, J.B.; PAULINI, A.E. *Produção de mudas de café Conilon por estacas*. Rio de Janeiro: MIC/IBC/GERCA, 1985. 12p. (IBC/GERCA. Instruções técnicas sobre a cultura do café no Brasil, 18).
- PERES, L.E.P.; KERBAUY, G.B. Controle hormonal do desenvolvimento das raízes. *Universa*, Brasília, v.8, n.1, p. 181-195, mar. 2000.
- REZENDE, R.A. *Efeito de fitoreguladores, antioxidante e defensivos na propagação vegetativa in vivo e in vitro de Coffea arabica L.* Lavras: UFLA, 1996. 51p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- SIMÃO, S. *Manual de fruticultura*. São Paulo: Agronômica CERES, 1971. 530p.
- TOFANELLI, M.B.D. *Enraizamento de estacas lenhosas e semilenhosas de cultivares de pessegueiro em diferentes concentrações de ácido indolbutírico*. Lavras: UFLA, 1999. 87p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- THOMPSON, D.G. Current state-of-the-art of rooting cuttings and a view to the future. In: SYMPOSIUM IN IUFRO'S CENTENNIAL YEAR – MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE SPECIES, 1992, Bordeaux. Syntheses... Paris: AFOCEL/IUFRO, 1992. p. 159-172. (Colloque AFOCEL/IUFRO).
- WILSON, P.J. Contributions of the leaves and axillary shoots to rooting in *Eucalyptus grandis* Hill a Maid. Stem cuttings. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v.69, n.6, p. 999-1007, 1994.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos em diversos experimentos, algumas recomendações podem ser seguidas para obter maior sucesso no enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L.

- As plantas matrizes devem estar em excelente estado vegetativo, bem nutridas e bom estado fitossanitário;
- As estacas devem ser coletadas durante o período chuvoso, época em que as plantas estão em pleno crescimento;
- A coleta das estacas deve ser feita nas primeiras horas do dia;
- As estacas, após serem cortadas, devem ser mantidas em água;
- Devem ser utilizadas estacas herbáceas oriundas de brotações de ramos ortotrópicos que, após preparadas, ficarão constituídas de um nó, um par de folhas reduzidas a um terço do seu tamanho e 8-10 cm de comprimento;
- Os substratos orgânicos são mais recomendados, principalmente a moinha de café (resíduo da máquina de beneficiamento de café), composto orgânico e húmus de minhoca.
- O uso de regulador de crescimento está diretamente ligada ao genótipo, não se devendo generalizar o emprego de tratamentos auxínicos em estacas de *C. arabica* L., recomendando-se a realização de testes para cada genótipo a ser clonado. Com base nos resultados obtidos, pode-se recomendar o uso da auxina ANA no enraizamento de estacas de *C. arabica* L. cv. "Mundo Novo", imergindo-as em solução com 650 mg.L⁻¹ de ANA por 6 horas;
- Deve-se manter alta umidade relativa do ar ($\pm 85\%$) e temperaturas próximas a $\pm 26^{\circ}\text{C}$, tomando o cuidado para não encharcar o

substrato. Principalmente nos primeiros 60 dias de plantio das estacas;

- As estacas devem ser plantadas em ambientes com baixa intensidade luminosa, devendo, neste caso, fazer uso de sombrite.

O sucesso do enraizamento de *Coffea arabica* L. está diretamente ligado à dedicação e à atenção nos detalhes por parte da pessoa que estiver conduzindo o processo, pois estas recomendações são de natureza geral, estando sujeitas a pequenos ajustes, dependendo do genótipo utilizado.