

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E ANATOMIA
CAULINAR DE CAFEEIROS ENXERTADOS**

FÁBIO PEREIRA DIAS

2006

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

Dias, Fábio Pereira

Crescimento vegetativo e anatomia caulinar de cafeeiros enxertados / Fábio
Pereira Dias. – Lavras : UFLA, 2005.

89 p. : il.

Orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Café. 2. Enxerto. 3. Crescimento. 4. Coffea. 5. Enxertia. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.7341

FÁBIO PEREIRA DIAS

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E ANATOMIA CAULINAR DE
CAFEEIROS ENXERTADOS**

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

Orientador

Prof. Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006**

FÁBIO PEREIRA DIAS

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E ANATOMIA CAULINAR DE
CAFFEEIROS ENXERTADOS**

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

APROVADA em 20 de fevereiro de 2006

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

Prof. Dr. Daniel Melo de Castro **UFLA**

Dr. Carlos Henrique Siqueira Carvalho **Embrapa/Café**

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho **EPAMIG**

Prof. Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus, pela vida, saúde, proteção e por mais esta conquista.

Aos meus pais, Gaspar de Oliveira Dias e Alvina Dutra Pereira Dias, pelo carinho, dedicação e esforço, possibilitando-me alcançar meus objetivos.

Aos meus irmãos, Gaspar Júnior, Luana e Lumena, pela convivência e constante presença e dedicação.

Ao grande amigo, Dr. Sebastião Lourenço, pelos ensinamentos, orientação e presença constante.

Aos amigos Vanderci e Paola, exemplos de dedicação e perseverança.

À minha avó, Maria Dutra, pelas orações, exemplo de humildade e dedicação a toda família.

Ao grande colega de profissão Eng. Agrônomo Adler B. Borges, por acreditar e me incentivar nesse difícil caminho.

Aos meus queridos sobrinhos, Nayara, Raphael, Mateus, Ana Clara, Bruno e Pedro Henrique.

À minha segunda família: Sra. Maria Rita, Sr. Giovanni, Dr. Daniel e Vanessa, pelo convívio e dedicação.

Ao colega de curso, Eng. Agrônomo Haroldo Silva Vallone e família, pelos ensinamentos, companheirismo e exemplo de profissionalismo.

OFEREÇO

A minha esposa, Joana Kelly de Souza Dias que, além da dedicação, compreensão e constante estímulo, sempre esteve presente nessa caminhada.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Lavras (UFLA), Pró-Reitoria de Pós Graduação e aos Departamentos de Agricultura e de Biologia, por meio de seus professores e funcionários, pela grande oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Antônio Nazareno Guimarães Mendes, pelos ensinamentos, apoio, amizade e exemplo de vida e de profissionalismo.

Ao Prof. Samuel Pereira de Carvalho, pelas orientações e convívio.

Ao Prof. Rubens José Guimarães, pelos ensinamentos e valiosas contribuições para minha vida profissional.

Ao Prof. Daniel Melo de Castro, pela orientação, dedicação e boa vontade para realizar este trabalho.

Aos pesquisadores Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho e Dr. Carlos Henrique Siqueira Carvalho, pelas contribuições e sugestões.

Ao pesquisador Carlos Alberto Spaggiari Souza, pelo convívio, amizade e dedicação.

Aos funcionários do Setor de Cafeicultura: José Maurício, José Avelino, Márcio, Jean e Zezinho, Marilza e Fernando, pelo auxílio na montagem, condução e avaliação dos experimentos, além da amizade e experiência transmitida.

Aos amigos e colegas de curso Haroldo, César, Alexandrino, Sirlei, Alex, Alison, Vinícius, Adriano, Adriana, Lucas e muitos outros que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	04
2.1 Histórico da enxertia do cafeeiro.....	04
2.2 Nematóides parasitos do cafeeiro.....	05
2.2.1 Principais espécies.....	05
2.2.2 Medidas de controle dos fitonematóides.....	07
2.3 Efeitos do porta-enxerto no desenvolvimento e na produção do cafeeiro.....	08
2.4 Anatomia de plantas enxertadas.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Cultivares avaliadas e produção das mudas.....	17
3.2 Características avaliadas.....	18
3.3 Análises estatísticas.....	19
3.4 Experimentos.....	19
3.4.1 Experimento 1: Desenvolvimento de mudas de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) enxertados em Apoatã IAC 2258 (<i>Coffea canephora</i>):	19
3.4.2 Experimento 2: Desenvolvimento de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) enxertados em Apoatã IAC 2258 (<i>Coffea canephora</i>) cultivados em recipientes de 250 litros.....	21
3.4.3 Experimento 3: Desenvolvimento de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) enxertados em Apoatã IAC 2258 (<i>Coffea canephora</i>) cultivados no campo.....	29
3.4.4 Experimento 4: Características anatômicas do caule de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) enxertados em Apoatã IAC 2258 (<i>Coffea canephora</i>).....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33

4.1 Experimento 1: Desenvolvimento de mudas de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) enxertados em Apatã IAC 2258 (<i>Coffea canephora</i>):.....	33
4.2 Experimento 2: Desenvolvimento de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) enxertados em Apatã IAC 2258 (<i>Coffea canephora</i>), cultivados em recipientes de 250 litros.....	42
4.3 Experimento 3: Desenvolvimento de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) enxertados em Apatã IAC 2258 (<i>Coffea canephora</i>) cultivados no campo.....	54
4.4 Experimento 4: Características anatômicas do caule de cafeeiros (<i>Coffea arabica</i> L.) enxertados em Apatã IAC 2258 (<i>Coffea canephora</i>).....	67
5 CONCLUSÕES.....	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81

RESUMO

DIAS, Fábio Pereira. **Crescimento vegetativo e anatomia caulinar de cafeeiros enxertados.** Lavras, 2006. 89p. Tese (Doutor em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Visando obter informações sobre o desenvolvimento e as características anatômicas do caule de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados em porta-enxerto Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*), foram instalados e conduzidos esses ensaios, de outubro de 2003 a maio de 2005. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, montado em esquema de parcelas subdivididas no tempo. Foram utilizadas: sete cultivares de *C. arabica*, três tipos de mudas (enxertada, auto-enxertada e pé franco), duas testemunhas do porta-enxerto Apoatã, pé franco e auto-enxertada, avaliadas em quatro épocas. Foram analisados altura de planta, diâmetro de caule, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, número de ramos plagiotrópicos e número de nós nos ramos plagiotrópicos. Os resultados obtidos permitiram verificar que a muda enxertada não é superior à muda de pé franco para todas as características avaliadas, independentemente da cultivar. O porta-enxerto Apoatã IAC 2258 não apresenta mais massa seca de raiz que as plantas enxertadas e pé franco de *C. arabica* na fase de muda, mas, quando avaliadas aos 16 meses após o plantio, este foi superior às plantas de *C. arabica*, enxertadas ou não. As características anatômicas não evidenciam sinais de incompatibilidade anatômica entre as cultivares analisadas e o porta-enxerto Apoatã IAC 2258.

* Comitê Orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes (Orientador), Samuel Pereira de Carvalho.

ABSTRACT

DIAS, Fábio Pereira. **Vegetative growth and anatomy cuttings of grafted coffee**. 2006. 89p. Thesis (Doctor of Science in Agronomy/Agriculture) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

Aiming to get informations on the development and anatomical characteristics of coffee cuttings (*Coffea arabica* L.) grafted in Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*) rootstocks, the experiments were carried out between october 2003 and may 2005. The experiment was randomized complete block design, with four replications and time split-plot arrangement. Were utilized seven *C. arabica* cultivars, three kinds of seedlings (grafted, self grafted and ungrafted), two Apoatã rootstocks control, ungrafted and self grafted evaluated in four period of time. The experiments were evaluated for plant height, stem diameter, leaf area, aerial parts dry matter, root system dry matter, plagiotropic shoots number and plagiotropic shoots nodes number. The results obtained let verify that grafted seedling was not superior to the ungrafted one for all the evaluated characteristics, regardless of the cultivar. Apoatã IAC 2258 rootstock did not show higher root dry matter than grafted plant and *Coffea arabica* ungrafted in seedling stage, but when evaluated 16 months later, after planting, that was in *C. arabica* grafted or not grafted. Anatomic characteristics did not show signals of anatomic incompatibility between analysed cultivars and Apoatã IAC 2258 rootstock.

*Guidance Committee: Antônio Nazareno Guimarães Mendes (Major Professor), Samuel Pereira de Carvalho – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Sendo o cafeeiro uma das culturas mais importantes do agronegócio brasileiro, responsável por 8,7% do total dos produtos agropecuários exportados em 2003 (Brasil, 2005), o aumento da competitividade internacional diante de um mercado livre para o café e a globalização da economia estão exigindo do cafeicultor brasileiro maior profissionalismo para se manter na atividade.

A produtividade está diretamente relacionada ao sucesso da cultura, apesar da cafeicultura tradicional brasileira ainda apresentar custos de produção muito elevados.

Dentre as diversas causas do baixo desempenho da cultura, causas estas consideradas complexas, podem-se citar aquelas relacionadas à economia (preço do café, insumos, mão-de-obra, dentre outras), aquelas relacionadas ao clima (seca, granizos, geadas) e a outras relacionadas ao manejo da cultura. Dentre estas, o manejo é a mais fácil de ser modificada pelo produtor. O manejo da cultura abrange várias tecnologias que visam à maximização da eficiência do cultivo do café, proporcionando, com isso, maiores produtividades, maior eficiência da utilização dos recursos disponíveis e empregados na lavoura, como mão-de-obra, equipamentos e insumos, de forma a preservar ao máximo os recursos naturais disponíveis.

Diversas práticas culturais relacionadas ao manejo podem ser adotadas com o objetivo de se obter maiores produtividades com custos reduzidos. A utilização de mudas selecionadas e de qualidade comprovada é de suma importância para o desenvolvimento satisfatório da cultura.

Uma das questões relacionadas à qualidade das mudas é a possibilidade de disseminação de fitonematóides que atacam o sistema radicular, afetando diretamente o desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, a produtividade.

Como solução para o problema dos fitonematóides, a prevenção continua sendo a melhor forma de controle. Entretanto, em cafezais já estabelecidos, há a necessidade de se conviver com estes parasitos, pois a sua erradicação é praticamente impossível. O uso de nematicidas, o manejo da matéria orgânica do solo, o cultivo de plantas antagônicas junto ao cafezal, a nutrição equilibrada das plantas e o uso de materiais genéticos resistentes têm sido consideradas as práticas ideais para o manejo integrado dos fitonematóides, mantendo suas populações em níveis passíveis de convivência com a cultura e, conseqüentemente, diminuindo os danos.

Embora a disponibilidade de materiais de *C. arabica* L. tolerantes aos fitonematóides, para uso em plantios comerciais, seja restrita a algumas cultivares, existem fontes de resistência em outras espécies de cafeeiros que podem ser utilizadas como porta-enxertos ou em hibridações. Atualmente, a enxertia é a técnica mais promissora para se conviver com os diversos tipos de fitonematóides, destacando-se o porta-enxerto Apoatã IAC 2258, de *C. canephora*, que é resistente a *M. incognita* e *M. exigua*. Existem regiões onde o uso de mudas enxertadas é obrigatório, uma vez que a cultura tradicional (cultivo de plantas de pé franco) tornou-se inviável devido ao ataque desses parasitos.

Além da resistência do porta-enxerto aos fitonematóides, alguns autores citam um maior desenvolvimento do sistema radicular e uma maior eficiência na absorção de nutrientes da solução do solo em relação às plantas não enxertadas. Mas, os resultados são contraditórios, necessitando de mais pesquisas para maiores esclarecimentos, inclusive em relação às características anatômicas da região da enxertia, auxiliando a compreender melhor o comportamento dessas plantas.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento vegetativo e a anatomia caulinar de cafeeiros (*C. arabica* L.) enxertados em Apoatã IAC 2258

(*C. canephora*), na fase de mudas, quando cultivados no campo e em recipientes de 250 litros, confeccionados de bambu, utilizando solo corrigido e isento de nematóides.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico da enxertia do cafeeiro

A utilização da enxertia no cafeeiro surgiu em 1887, na Ilha de Java, onde os cafeeiros da espécie *C. arabica* L., produtores de cafés de fina qualidade mas suscetíveis aos fitonematóides, eram enxertados sobre cafeeiros da espécie *C. liberica*, uma vez que plantas de *C. liberica*, apesar de atingidas, resistiam melhor. Neste caso, procurava-se, então, por intermédio da espécie *C. liberica*, cultivar o cafeeiro arábica em locais onde sua plantação já estava condenada (Zimmermann, 1901, citado por Mendes, 1938). Nessa época, era realizada a semeadura de *C. arabica* e *C. liberica* em linhas paralelas muito próximas. A enxertia se processava quando as plantas se encontravam no estágio de orelha-de-onça. Realizava-se uma incisão do caule tenro de ambas, aproximava-se um corte do outro e, em seguida, amarravam-se as plantas, unindo-as na região do corte. Após a brotação da parte enxertada, ou cortava-se a parte inferior do *C. arabica* e a parte superior ao enxerto do *C. liberica*, ou apenas esta última do libérica, ficando a planta com os dois sistemas radiculares.

Outra aplicação prática da enxertia foi para a substituição de copas de cafeeiros arábica, considerados suscetíveis à ferrugem (*Hemileia vastatrix*), por cafeeiros híbridos considerados resistentes (híbrido de Kalimas, híbrido de Kawisari), ambos obtidos, provavelmente, do cruzamento natural de *C. arabica* x *C. liberica*. Estes materiais, quando reproduzidos por sementes, apresentavam grandes variações, porém, a enxertia mantinha as características originais das plantas. No Brasil, a enxertia no cafeeiro foi utilizada no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), primeiramente para a seleção de espécies, de variedades e de mutações somáticas. Só a partir de 1936 foram iniciados ensaios com o

objetivo de testar e melhorar as técnicas de enxertia adotadas em outros países (Mendes, 1938).

A maioria das pesquisas tem priorizado o aproveitamento do sistema radicular de *C. canephora* para controlar os danos causados pelos nematóides em cultivares de *C. arabica* (Costa et al., 1991; Fahl et al., 1998; Fazuoli et al., 1983a,b). Por outro lado, para as culturas em que a enxertia é normalmente utilizada, como citros, maçã, pêssego, videira e roseira, já foram realizados inúmeros trabalhos, mostrando a influência da enxertia no controle de doenças (Cameron, 1971; Weaver et al., 1979; Zehr et al., 1976), no crescimento vegetativo e na absorção e composição mineral (Albuquerque & Dechen, 2000; Byrne & Furuta, 1967; Gallo & Ribas, 1962). Com isso, confirma-se a importância da enxertia como atenuante de diversos problemas que limitam a produtividade agrícola.

A enxertia mais utilizada no cafeeiro é a garfagem hipocotiledonar, descrita por Reyna (1966), citado por Schieber & Grullon (1969), adaptada, feita logo após a emergência da plântula, no estágio de “palito de fósforo” (recentemente germinadas) ou “orelha de onça” (folhas cotiledonares). A técnica é relativamente simples, proporcionando uma alta percentagem de pegamento das mudas, mas, exige mão-de-obra treinada e bastante cuidado para que ocorra a perfeita junção das duas partes (Souza et al., 2002).

2.2 Nematóides parasitos do cafeeiro

2.2.1 Principais espécies

Os nematóides que parasitam as plantas possuem comprimento entre 0,3 a 5,0mm, sendo machos e fêmeas bastante semelhantes na aparência, podendo ser identificados pelos órgãos reprodutores e também, no caso em que as fêmeas se avolumam (Monteiro, 1992 citado por Gonçalves & Silvarolla, 2001). São denominados de fitonematóides por se alimentarem exclusivamente de plantas,

vivendo normalmente associados ao sistema radicular das mesmas (Gonçalves & Silvarolla, 2001).

Campos & De Lima (1986) citam que os nematóides são conhecidos como patógenos do cafeeiro desde 1878, quando Jobert constatou, na província do Rio de Janeiro, cafeeiros infestados por estes organismos. Em 1887, Goeldi descreveu a espécie *M. exigua*, sendo esta a primeira constatação de uma espécie desse gênero causando danos a uma cultura de exploração econômica (Taylor & Sasser, 1978).

Diversas espécies de nematóides, pertencentes a vários gêneros, têm sido encontradas associadas a raízes de cafeeiros no Brasil e em outros países produtores (Campos et al., 1990; Kumar & Samuel, 1990; Lordello, 1965; 1972; 1981; Sylvain, 1959; Whitehead, 1969, citados por Gonçalves, 1993). Até o presente, foram identificados pelo menos 38 espécies pertencentes a 31 gêneros de fitonematóides que atacam o cafeeiro no Brasil, com destaque para o gênero *Meloidogyne*. São 15 as espécies de *Meloidogyne* que atacam cafeeiros no mundo. No Brasil, são encontradas seis, sendo três delas, *M. exigua*, *M. javanica* e *M. hapla*, causadoras de galhas nas raízes. Por outro lado, *M. incognita*, *M. paranaensis* e *M. coffeicola* causam necrose, rachadura e descamamento radiculares (Campos, 1997). As espécies do gênero *Meloidogyne* e *Pratylenchus* são as mais prejudiciais à cafeicultura brasileira, devido à ampla distribuição geográfica e à intensidade de danos que causam (Gonçalves & Silvarolla, 2001).

Dados apresentados por Sasser (1979) estimam que a produção de café no mundo tenha perdas em torno de 15% em áreas atacadas, quando comparadas com áreas isentas dos fitonematóides. Já no Brasil, este valor é estimado em 20% e somente as espécies do gênero *Meloidogyne* são responsáveis por 15% (Lordello, 1976). Estimativas de danos mais recentes demonstram que, em área isenta de nematóide *Meloidogyne* sp., no estado de São Paulo, o cafeeiro produziu 31,7% a mais que em área infestada (Otoboni, 2003).

2.2.2 Medidas de controle dos fitonematóides

O controle dos fitonematóides é uma operação difícil de ser realizada e a sua erradicação em culturas já estabelecidas é impossível de ser feita (Campos & De Lima, 1986). Entretanto, a população pode ser reduzida e mantida em níveis baixos, mediante um conjunto de medidas integradas, como escolha do local de plantio, uso de mudas sadias, controle químico, nutrição mineral balanceada e resistência genética.

De acordo com Gonçalves (1999), até então, não haviam sido encontradas cultivares promissoras de *C. arabica* resistentes aos fitonematóides do gênero *Meloidogyne*. Alguns materiais introduzidos da Etiópia têm apresentado resistência, mas, mostraram-se pouco adaptados às condições brasileiras, com produtividade de grãos muito inferiores às cultivares Mundo Novo e Catuaí. A resistência a *M. exigua* está presente em alguns híbridos de *C. canephora* e *C. arabica*, em seleções de híbrido de Timor, em Icatús e em alguns Catimores e Sarchimores (Gonçalves & Pereira, 1998; Silvarolla et al., 1998). O híbrido Piatã, obtido pelo cruzamento entre *C. dewevrei* e *C. arabica*, também apresenta resistência. Nos últimos anos, foi identificada a resistência a *M. exigua* em cafeeiros de cultivares de interesse para plantios comerciais, como na cultivar Sarchimor IAPAR 59 e na Catucaí 785/15 (Matiello et al., 2003).

Para outras espécies do gênero *Meloidogyne*, além de *M. exigua*, as fontes de resistência de maior interesse estão presentes em outras espécies de *Coffea*, como *C. canephora*, *C. congensis* e *C. dewevrei*, devido tanto a resistência aos fitonematóides como a um sistema radicular mais desenvolvido (Gonçalves, 1999).

Diversos autores têm relatado a resistência de *C. canephora*, *C. congensis*, *C. dewevrei*, *C. liberica*, *C. racemosa* e *C. salvatrix* a *M. exigua*. Com relação a *M. incognita* e *M. paranaensis*, plantas de *C. canephora* e *C. congensis* têm revelado resistência a esses parasitos, porém, com grande

variabilidade dentro da espécie para a resistência. Das populações, foram selecionados cafeeiros resistentes, inclusive para a resistência simultânea às raças de *M. incognita* e *M. paranaensis* (Carneiro & Alteia, 1992). Fontes de resistência, advindas de outras espécies, é possível de serem utilizadas de forma comercial, por meio da enxertia hipocotiledonar, usando, como porta-enxertos, materiais resistentes aos fitonematóides. Dentre estes materiais considerados resistentes, foi desenvolvida, pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), a cultivar Apoatã, da espécie *C. canephora*, que é resistente aos fitonematóides da espécie *M. exigua* e *M. incognita*, sem, contudo, ser imune a eles (Fazuoli et al., 1987, citados por Gonçalves & Silvarolla, 2001). A tolerância dessa cultivar parece estar mais ligada a algum impedimento biológico durante o ciclo de reprodução do fitonematóide do que à penetração propriamente dita (Lima et al., 1989), não sendo atribuída também a compostos fenólicos (Mazzafera et al., 1989).

2.3 Efeitos do porta-enxerto no desenvolvimento e na produção do cafeeiro

Em condições isentas de nematóides, Fahl & Carelli (1985) observaram que plantas jovens de *C. arabica*, enxertadas sobre *C. canephora*, inclusive Apoatã, apresentaram maior altura de plantas e área foliar, o que, conseqüentemente, poderia levar a aumentos na produção, devido a um maior desenvolvimento e vigor das plantas. Trabalhos realizados com cultivares de *C. arabica* demonstraram que a enxertia exerce grande influência no comportamento fisiológico do cafeeiro. Alves (1986), estudando combinações de enxerto e porta-enxerto, envolvendo progênie de Catimor, e genótipos de Catuaí, Mundo Novo e Caturra, verificou que a Catimor enxertada sobre as outras três apresentou aumento significativo na taxa de crescimento, em relação às cultivares não enxertadas. Outros processos fisiológicos, como absorção de

íons, fotossíntese e atividade da enzima redutase do nitrato, também foram alterados em algumas combinações de enxerto e porta-enxerto

Aguilar (1987), estudando a influência de diferentes porta-enxertos de *C. arabica* no crescimento e na seca de ramos em progênies de Catimor, observou menor incidência de “die back” (seca de ramos) quando foram utilizados o Catuaí e o Mundo Novo como porta-enxertos. No entanto, o crescimento vegetativo e a produção foram semelhantes aos tratamentos pé franco. Aguilar (1987) e Alves (1986) ressaltam que o melhor desempenho fisiológico do Catimor, quando enxertado sobre o Mundo Novo e o Catuaí, foi devido ao melhor desenvolvimento do sistema radicular desses dois porta-enxertos. Diversos autores, como Alfonsi et al. (2003), Baptista (2000), Gonçalves (1999), Ramos & Lima (1980) e Ramos et al. (1982) observaram um maior desenvolvimento do sistema radicular do *C. canephora*, comparado com o *C. arabica*, o que possibilita, aparentemente, maior absorção de água e nutrientes da solução do solo (Ramos et al., 1982).

Em trabalho realizado por Fahl et al. (1998), o objetivo foi avaliar, em condições de campo isento de nematóides, o efeito da enxertia de cultivares de *C. arabica* sobre progênies de *C. canephora* e *C. congensis*, no desenvolvimento, na nutrição mineral e na produção das plantas. Estes autores concluíram que a utilização de progênies de *C. canephora* e *C. congensis* como porta-enxertos conferiu maior desenvolvimento da parte aérea às cultivares de *C. arabica*, sobretudo à Catuaí, além dos efeitos benéficos da enxertia relacionados a maiores taxas de crescimento sazonal, principalmente no outono e no inverno, quando ocorrem menores temperaturas e há menor disponibilidade de água no solo. Outro resultado foi a não influência da auto-enxertia das copas Catuaí e Mundo Novo na altura das plantas, em relação às respectivas plantas não enxertadas. Em relação à produção, abrangendo três locais de cultivo, em média de cinco colheitas, a enxertia aumentou a produção das plantas, sendo este efeito

mais significativo na cultivar Catuaí que na Mundo Novo, principalmente quando foram utilizados os porta-enxertos IAC Bangelan e IAC 2286.

Contudo, vários são os trabalhos que contradizem esses resultados, mostrando que as plantas enxertadas apresentam resultados semelhantes ou até inferiores às plantas não enxertadas, não justificando, neste caso, a sua utilização como porta-enxerto, para áreas isentas de nematóides.

Tomaz (2001), avaliando o desenvolvimento em meio hidropônico de alguns genótipos de *C. arabica*, enxertados ou não em três porta-enxertos de *C. canephora*, verificou que a enxertia pode influenciar no desenvolvimento dessas plantas, variando os resultados conforme a combinação entre os genótipos.

Carvalho & Costa (1977), avaliando a influência do cafeeiro *C. canephora* cultivar Guarini, como porta-enxerto das cultivares de *C. arabica* Laurina e Mundo Novo, concluíram que, para algumas características, como produção de grãos aos quatro anos, altura de plantas e diâmetro de copa, não foram observadas diferenças significativas das plantas enxertadas quando comparadas com as de pé franco. Resultados semelhantes foram encontrados também por Ferrari et al. (2003) e Tomaz et al. (2005), que observaram que o desenvolvimento das plantas enxertadas é semelhante ao das plantas de pé franco.

Aguilar (1987), trabalhando com porta-enxerto Conilon, em copas de progênies de Catimor, detectou efeito negativo para o crescimento vegetativo e o aumento da incidência de “die-back” (seca de ramos) nas plantas dessas progênies. Já Silva et al. (1990), estudando o comportamento de *C. arabica* enxertado em *C. canephora* (Conilon), em área sem nematóides, não encontraram efeito da enxertia quanto à produtividade. Resultados semelhantes foram encontrados por Garcia et al. (2003), Garcia et al. (2004), Garcia et al. (2005) e Matiello et al. (2001). Oliveira (2003) e Guimarães et al. (2003), estudando mudas de cafeeiro, observaram maior desenvolvimento vegetativo da

parte aérea das mudas de pé franco que quando enxertadas em Apoatã IAC 2258, independentemente da cultivar de *C. arabica* utilizada como enxerto.

Ferrari et al. (2001), avaliando o desenvolvimento vegetativo de cafeeiros enxertados em diferentes porta-enxertos no campo, mostraram que os porta-enxertos Apoatã (*C. canephora*) e Mundo Novo (*C. arabica*) são bem promissores, seguidos do porta-enxerto EMCAPA 8141 (*C. canephora*). Os autores comentam que apesar de alguns porta-enxertos serem resistentes aos fitonematóides e apresentarem tolerância à seca, as plantas enxertadas são semelhantes às não enxertadas.

Um menor desenvolvimento do sistema radicular para a maioria dos tratamentos pé franco, inclusive o porta-enxerto, foi encontrado por Figueiredo et al. (2002), que avaliaram o desenvolvimento inicial de diferentes cultivares de *C. arabica* enxertadas na cultivar Apoatã IAC 2258, auto-enxertadas e de pé franco, cultivadas em solução nutritiva. Avaliando a área foliar, também foram observados maiores valores na maioria dos tratamentos não enxertados, indicando que, até quando o experimento foi conduzido (sete meses), o estresse causado pelo processo de enxertia estava afetando o desenvolvimento das plantas. Já para matéria seca da parte aérea, as cultivares enxertadas apresentaram valores menores, quando comparadas com as outras auto-enxertadas e de pé franco.

Oliveira (2003), avaliando o desenvolvimento do sistema radicular de cafeeiros enxertados, sob diferentes níveis de reposição de água, concluiu que o desenvolvimento do sistema radicular do Apoatã IAC 2258, quando utilizado como porta-enxerto, não é alterado pelo uso de enxerto de porte alto ou baixo e que a enxertia não proporcionou maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas das cultivares testadas, em todos os níveis de reposição de água.

Rena (1998) (dados não publicados), citado por Rena & Guimarães (2000), estudando vários sistemas radiculares de café Conilon, em Linhares, ES,

não encontrou grandes diferenças para o sistema radicular de plantas de *C. arabica*, quanto à sua estrutura e distribuição, provavelmente devido às grandes diferenças existentes dentro da espécie. Além disso, as interações com o solo, o clima e o manejo podem ter contribuído para ampliar essas possíveis diferenças.

2.4 Anatomia de plantas enxertadas

Dá-se o nome de enxerto, em fitotecnia, ao processo de multiplicação vegetativa artificial de plantas, que tem a finalidade de unir uma planta rude ou resistente, que recebe o nome de porta-enxerto ou cavalo, com outra de melhor qualidade que se deseja propagar e que recebe o nome de enxerto ou cavaleiro. A planta assim formada recebe o nome de muda ou planta enxertada.

A grande importância da enxertia deve-se ao fato de que, na verdade são conjugados os aspectos favoráveis (vigor, tolerância a fatores bióticos e abióticos adversos, entre outros) de duas ou mais plantas, as quais podem ser de uma mesma espécie ou de espécies ou, até mesmo, de gêneros diferentes (Hoffmann et al., 1996).

O processo de enxertia é bastante empregado em fitotecnia para resolver problemas, como: propagar clones que não apresentam outro meio de propagação, proporcionar às plantas um sistema radicular ou caulinar resistente a pragas ou doenças, induzir nanismo em frutíferas para facilitar seu manejo, reduzir o ciclo, e outros. A enxertia consiste na união das partes de interesse, até que ocorra a regeneração dos tecidos, permitindo o desenvolvimento das partes unidas como se fossem uma única planta (Shimoya et al., 1968).

Conforme Janik (1966), a técnica fundamental da enxertia consiste na colocação do tecido cambial do cavalo e do cavaleiro em íntima associação, formando uma conexão contínua. É realizada pela mistura e entrelaçamento do tecido do calo, constituído de células parenquimatosas, produzidas pelo câmbio do cavalo e cavaleiro, como reação ao ferimento. O parênquima é um tecido

constituído de células vivas, potencialmente meristemático, que conserva sua capacidade de divisão mesmo após as células estarem completamente diferenciadas, sendo de grande importância no processo de cicatrização ou regeneração de lesões, como na união de enxertos ou outras lesões mecânicas (Apezatto-da-Glória & Guerreiro, 2003).

Simão (1966), citado por Shimoya et al. (1968), relata o quanto a afinidade anatômica é necessária para o perfeito desenvolvimento da planta e, como na enxertia não há intertroca de células, cada tecido continua a fabricar as suas. Quando há células de tamanho, forma e consistência distintos, ocorre a incompatibilidade do enxerto e do porta-enxerto. Hess (1965), citado por Shimoya et al. (1968), comenta que a formação do tecido de união da enxertia se dá a partir da produção abundante de células, principalmente na região dos raios vasculares (região do floema). O cavalo produz mais tecido e este não é diferenciado inicialmente, sendo denominado de calo. Quando os tecidos calosos do cavalo e do cavaleiro se encontram, ocorre a soldadura. Nessa união parcial, já ocorre passagem de água e nutrientes de um para o outro, iniciando o mecanismo de pega. Diante disso, formação do tecido caloso é de grande importância, e particularmente os tecidos vasculares e parênquimas devem exercer a principal função de união das partes de interesse.

Em citros, Shimoya et al. (1968) citam que é possível que o fenômeno de pega ocorra nos primeiros dias, uma vez que é observada a formação de “tecido caloso”. A soldadura se inicia pela periferia e se estende para o centro, quando ocorre uma perfeita justaposição do porta-enxerto com o enxerto. Quando isso não ocorre, há a formação de uma grande quantidade de parênquima cortical do enxerto para alcançar a superfície do porta-enxerto.

Gomes et al. (2002) comentam que, para se obter sucesso com a enxertia é necessário que ocorra um bom contato da região cambial de ambas as partes enxertadas. Quando se colocam em contato os tecidos cambiais do enxerto e do

porta-enxerto, ambos com capacidade meristemática, ocorre uma multiplicação desordenada das células, irregularmente diferenciadas e agrupadas em um tecido denominado calo. Após a formação do calo, ocorre formação de novas células cambiais, promovendo uma união com o câmbio original do enxerto e do porta-enxerto. O novo câmbio produz novos tecidos vasculares que permitem o fluxo normal de água e nutrientes.

Luna et al. (2002), estudando a histologia de microenxertia em espécies de cactus (*Opuntia* spp.), descreveram que, nas primeiras horas após a enxertia, já havia evidência de atividade do câmbio. Nos primeiros quatro dias após a enxertia, observaram as primeiras evidências de divisão celular a partir de calos de células parenquimatosas das regiões da enxertia. Esses autores comentam que, no início, as células desses calos mostraram-se menores que as células parenquimáticas normais, porém, após 28 dias, quando todos os espaços já estavam preenchidos, elas cresceram, se tornando similares às outras. O processo de diferenciação do novo câmbio vascular foi iniciado após o 12º dia e aos 28 dias, os novos tecidos vasculares já estavam restaurados.

A incompatibilidade é um dos principais fatores que afetam o pegamento do enxerto. Duas plantas são consideradas incompatíveis quando não formam, entre as partes enxertadas, uma união perfeita. Entre os principais sintomas de incompatibilidade, podem ser citados: falta de união entre o enxerto e o porta-enxerto, diferenças entre o diâmetro das duas plantas, amarelecimento e desfolha do enxerto, pouco crescimento vegetativo e diferenças na consistência ou na afinidade dos tecidos (Hoffmann et al., 1996). Pina & Errea (2005) comentam que o mecanismo de incompatibilidade de enxertos não é completamente entendido e muitos trabalhos recorrem às causas citológicas e bioquímicas como resposta. No entanto, esses autores comentam que a formação de calo pode ser uma resposta passiva a um ferimento proporcionado pelo processo de enxertia, não implicando em compatibilidade futura. A sucessão dos

eventos estruturais durante o pegamento do enxerto, descritos por Hartmann et al. (2002) ocorre na seguinte ordem:

- os tecidos com atividades meristemáticas das regiões cambiais são colocados em contato íntimo, formando uma conexão denominada de ponte de calos. Esses calos são formados a partir de células parenquimatosas que preenchem os espaços entre o enxerto e o porta-enxerto, conectando-os;
- a partir do calo recém-formado, novas células cambiais são formadas, conectando os sistemas vasculares. Além disso antes da ligação do câmbio vascular pelas pontes de calos, inicia-se a diferenciação do xilema e do floema. Geralmente, o xilema é o primeiro tecido a ser reparado, seguindo o floema, reconstituindo o sistema vascular;
- na última etapa de reconstituição, o sistema cambial recentemente formado pelas pontes de calos começa as atividades típicas de formação dos tecidos vasculares secundários.

Para vários autores, esses são os requerimentos básicos para um enxerto próspero (Moore & Walker, 1981a,b; Tiedemann, 1989 e Yeoman, 1984 citados por Pina & Errea, 2005).

Suguino et al. (2003), estudando a compatibilidade do camu-camu (*Myrciaria dubia*) da família Myrtaceae, enxertado em plantas de goiabeira e pitangueira, observaram que há incompatibilidade do tipo localizada e imediata, devido à ausência de divisão celular no ponto de contato entre os caules na enxertia (Dias & Calixto, 2001, citados por Suguino et al. (2003).

No cafeeiro, a enxertia já é uma técnica bastante utilizada, principalmente para áreas infestadas com nematóides. Pesquisas básicas, como o conhecimento das características anatômicas, são importantes para melhor compreensão do comportamento dessas plantas no campo, por se tratar da utilização de duas espécies distintas (*C. arabica* enxertada sobre *C. canephora*). Em outras culturas, como a videira, Hatmann & Kester (1990), citados por

Pauletto et al. (2001), comentam que o porta-enxerto influencia no crescimento vegetativo, na produção e na qualidade do cacho, e responde diferentemente de acordo com a copa sobre ele enxertada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados e conduzidos quatro experimentos no Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura e no Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizada no sul do Estado de Minas Gerais, com uma altitude média de 910 metros, latitude de 21°14'06''S e longitude de 45°00'00''W. O clima da região, de acordo com Köppen, é classificado como Cwa, temperado úmido. A temperatura média do mês mais quente é de 22,1°C, a do mês mais frio é de 15,8°C e a média anual é de 19,4°C. A precipitação anual média é de 1.529,7mm e a umidade relativa média anual é de 72,6% (Brasil, 1992).

3.1 Cultivares avaliadas e produção das mudas

Sementes do porta-enxerto Apoatã IAC 2258 foram semeadas em caixa de areia lavada, no dia 10 de setembro de 2003 e as sementes das cultivares Obatã IAC 1669-20, Acauã, Oeiras MG 6851, Catucaí Amarelo 2SL, Topázio MG 1190, IBC Palma II e Paraíso MG H 419-1 foram semeadas nas mesmas condições, 12 dias após. Quando as plântulas atingiram o estágio de “palito-de-fósforo” foram realizadas as enxertias, e as auto-enxertias pelo método hipocotiledonar, e a seguir, foram transplantadas para tubetes de polietileno de 120 mL, conforme metodologia proposta por Souza et al. (2002).

Foi utilizado o substrato constituído por 65% de casca de arroz carbonizada mais 35% de substrato comercial Plantimax[®] (Vallone, 2003). Adicionou-se o fertilizante de liberação lenta Osmocote, de formulação 15-10-10 de NPK, acrescido de 3,5% de Ca, 1,5% de Mg, 3,0% de S, 0,02% de B, 0,05% de Cu, 0,5% de Fe, 0,1% de Mn, 0,004% de Mo, e 0,05% de Zn, na dosagem de 8,3 kg m⁻³ de substrato (Melo, 1999). Os tubetes foram mantidos em

câmara de nebulização coberta com sombrite 75% por 12 dias, visando facilitar o pegamento. Após este período, as mudas foram levadas para o viveiro do Departamento de Agricultura da UFLA, Setor de Cafeicultura, colocadas em canteiro suspenso a um metro da superfície do solo, confeccionado com tela de arame ondulado com abertura quadrada de 1 ½', arame de 3,5 mm de diâmetro e com 1,2 m de largura.

A cobertura foi feita com sombrite de cor preta, com passagem de 50% da luz, colocado a 2 metros de altura em relação ao solo. As irrigações foram feitas uma vez ao dia, utilizando sistema automatizado, procurando fornecer 4,5 mm de água por dia, de acordo com Guimarães et al. (1998), até as mudas lançarem o 3º par de folhas, quando foram avaliadas e utilizadas nos outros experimentos.

3.2 Características avaliadas

As características avaliadas nos experimentos foram:

- a) altura das plantas (ALT): medida do colo até o meristema apical do ramo ortotrópico, obtendo-se a média, em centímetros;
- b) diâmetro do caule (DMC): medido na região do colo, obtendo o valor médio em milímetros;
- c) número de ramos plagiotrópicos (NRP);
- d) número de nós nos ramos plagiotrópicos (NNP);
- e) área foliar (ARF): obteve-se o valor médio, em centímetros quadrados por planta, estimado a partir da metodologia proposta por Barros et al. (1973) e Huerta (1962), confirmada por Gomide et al. (1977), que consiste em medir o maior comprimento e multiplicar pela maior largura de uma das folhas de cada par, desde que estas não possuam comprimento inferior a 2,5 centímetros. O valor obtido em cada folha de cada muda foi multiplicado

pela constante 0,667, somados e multiplicados por dois para se obter a área foliar de cada muda;

- f) massa seca do sistema radicular (MSR) e massa seca da parte aérea (MPA): separou-se a parte aérea do sistema radicular cortando-se o caule na altura do colo. O sistema radicular e a parte aérea de cada parcela útil foram acondicionados separadamente em sacos de papel, devidamente etiquetados e colocados para secar em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 60°C, até atingirem peso constante. Pesou-se o material em balança de precisão e o resultado foi expresso em gramas por parcela. Posteriormente, foi obtida a relação entre massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular (MPA/MSR);
- g) cortes anatômicos longitudinais e transversais da região da enxertia, colhidos aos 30 60 e 90 dias após a enxertia (DAE).

3.3 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram feitas, com base no delineamento adotado, realizando-se a análise de variância dos dados à significância de 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F, utilizando-se o programa computacional 'Sisvar', desenvolvido por Ferreira (2000). Quando diferenças significativas foram detectadas, as médias foram agrupadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

3.4 Experimentos

3.4.1 Experimento 1: Desenvolvimento de mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados em Aboatã IAC 2258 (*Coffea canephora*)

O experimento foi instalado e conduzido no viveiro de produção de mudas do Setor de Cafeicultura, do Departamento de Agricultura da UFLA, no período de outubro de 2003 a janeiro de 2004. O delineamento experimental

utilizado foi blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial $(7 \times 3) + 2$, com 4 repetições. Foram utilizados: a) sete cultivares de *Coffea arabica*: Obatã IAC 1669-20, Acauã, Oeiras MG 6851, Catucaí Amarelo 2SL, Topázio MG 1190, IBC Palma II e Paraíso MG H 419-1; b) três tipos de mudas: enxertada, auto-enxertada e pé franco e c) duas testemunhas do porta-enxerto Apatã IAC 2258 auto-enxertado e pé franco, totalizando 23 tratamentos e 92 parcelas. Cada parcela foi composta por 27 tubetes, sendo cinco centrais analisados neste experimento, quando as mudas apresentaram três pares de folhas verdadeiras. O restante das mudas foi utilizado nos outros experimentos.

A auto-enxertia foi realizada com o objetivo de isolar o efeito do estresse causado pelo processo de enxertia do efeito do porta-enxerto Apatã.

Foram feitas duas análises estatísticas:

a) Comparação dos tratamentos no esquema fatorial 7×3 , em janeiro de 2004, avaliando altura das plantas (ALT), diâmetro do caule (DMC), área foliar (ARF), massa seca do sistema radicular (MSR), da parte aérea (MPA) e a relação entre massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular (MPA/MSR).

O modelo estatístico utilizado foi:

$Y_{ijk} = m + b_j + m_i + c_k + (mc)_{ik} + e_{1(ijk)}$, em que:

- Y_{ijk} : valor observado na parcela correspondente à cultivar “k”, tipo de muda “i”, na repetição “j”;
- m: média geral dos tratamentos avaliados;
- b_j = efeito de repetição “j”, sendo $j = 1, 2, \dots, J$; $J=4$;
- m_i = efeito do tipo de muda “i”, sendo $i = 1, 2, \dots, I$; $I = 3$;
- C_k = efeito da cultivar “k”, sendo $k = 1, 2, \dots, K$; $K = 7$;
- $(mc)_{ik}$ = efeito da interação entre tipo de muda “i” com a cultivar “k”;

- $e_{(ijk)}$ = erro experimental médio, nas parcelas, associado à observação $Y_{(ijk)}$, independente e normalmente distribuído com média zero e variância constante.

b) Comparação das testemunhas entre si e com os outros tratamentos, avaliando apenas a característica massa seca do sistema radicular (MSR). O modelo estatístico foi:

$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{(ij)}$, em que:

- Y_{ij} = valor observado na parcela correspondente ao tratamento “i”, na repetição “j”;
- m = média geral entre os tratamentos avaliados;
- t_i = efeito do tratamento “i”, sendo $i = 1, 2, 3, \dots, I$; $I = 23$;
- b_r = efeito da repetição “r”, sendo $r = 1, 2, \dots, J$; $J=4$;
- $e_{(ij)}$ = erro experimental médio ao nível de parcela, associado à observação $Y_{(ij)}$, independente e normalmente distribuído com média zero e variância constante.

3.4.2 Experimento 2: Desenvolvimento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados em Apatã IAC 2258 (*Coffea canephora*), cultivados em recipientes de 250 litros

O experimento foi instalado e conduzido no viveiro de produção de mudas do Setor de Cafeicultura, do Departamento de Agricultura da UFLA no período de janeiro de 2004 a maio de 2005. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial $(2 \times 3) + 2$, com parcelas subdivididas no tempo e quatro repetições. Foram utilizados: a) duas cultivares de *Coffea arabica*: Catucaí Amarelo 2SL e Topázio MG 1190; b) três tipos de mudas: enxertada, auto-enxertada e pé franco; c) duas testemunhas do porta-enxerto Apatã IAC 2258 auto-enxertado e pé franco e d) quatro

épocas de avaliação: maio/2004, setembro/2004, janeiro/2005 e maio 2005, consideradas como subparcelas. Cada parcela foi constituída por dois recipientes, compostos por células individualizadas, confeccionados com bambu, amarrados com arame liso e forrados internamente com lona plástica nas laterais, medindo 100 cm de altura, 50 cm de comprimento e 50 cm de largura (Figura 1). Foram colocados aproximadamente 250 litros de solo corrigido (Tabela 1) e isento de nematóides, onde foi plantada uma muda com três pares de folhas no centro de cada célula com os respectivos tratamentos, em janeiro de 2004.



FIGURA 1 Recipientes de bambu, simulando vasos para cultivo das plantas. UFLA, Lavras, MG, 2006.

TABELA 1 Resultado da análise de solo coletado à profundidade de 0 a 20 centímetros, utilizado nos experimentos de campo e nos recipientes de bambu. UFLA, Lavras, MG, 2006.

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	(t)	(T)	V	m	P-rem
H ₂ O	mg/dm ³				cmol _c /dm ³					%		mg/L
6,2	41,3	266	4,1	1,1	0	3,6	5,9	5,9	9,5	62	0	14,7

A interpretação da análise de solo e as adubações de plantio, cobertura e foliares seguiram a recomendação da Comissão... (1999).

As irrigações foram monitoradas com blocos de resistência elétrica Water Mark[®], nas profundidades de 10, 30 e 50 centímetros, e tensiômetros instalados a 70 e 90 centímetros (Figura 2). A água evapotranspirada era repostada de forma manual, semanalmente, para a capacidade de campo do solo. Os gráficos com os dados climatológicos da época de condução do experimento são apresentados na Figura 3.

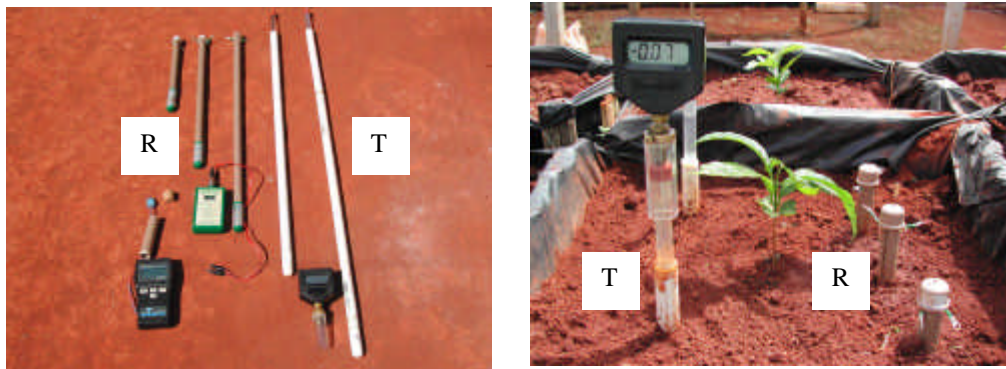


FIGURA 2 Resistências elétricas (R) e tensiômetros (T) utilizados para monitorar a irrigação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

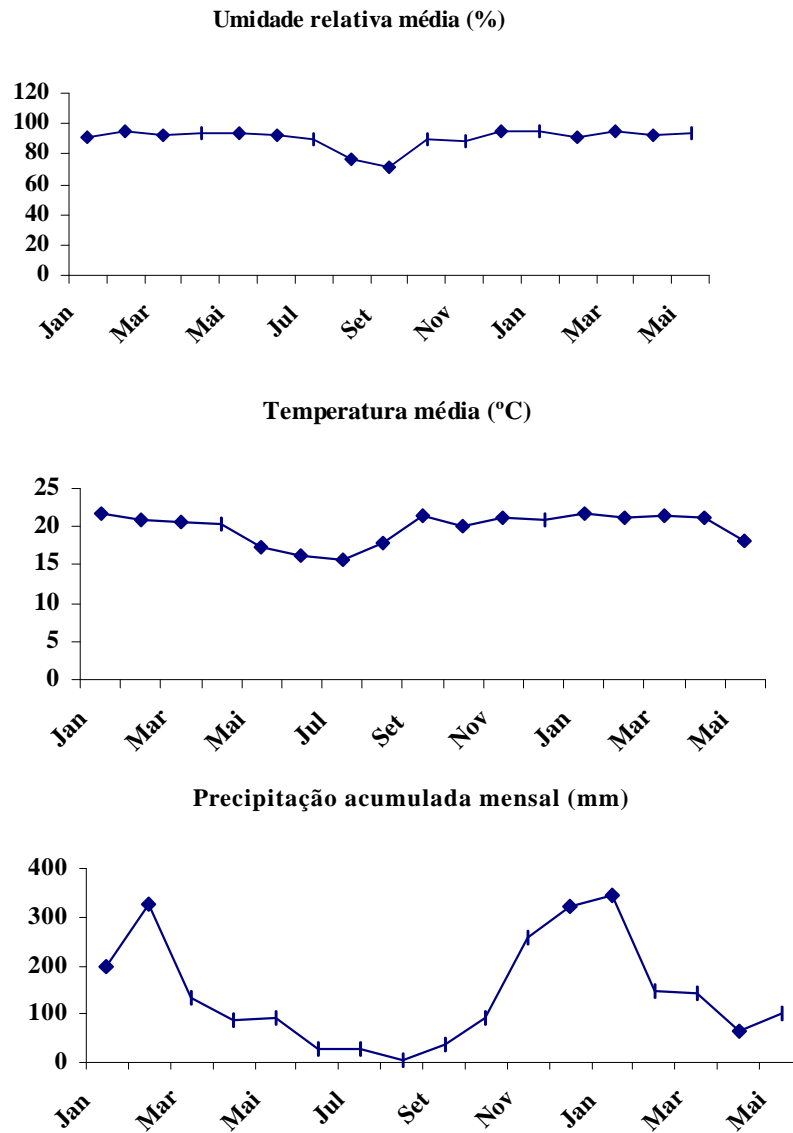


FIGURA 3 Gráficos indicativos das condições climatológicas de janeiro de 2004 a maio de 2005. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Foram realizadas três análises estatísticas:

a) Avaliação do fatorial (2 x 3), em esquema de parcelas subdivididas no tempo, avaliadas em 4 épocas (maio/2004, setembro/2004, janeiro/2005 e maio/2005), analisando-se as características altura das plantas (ALT), diâmetro do caule (DMC), número de ramos plagiotrópicos (NRP) e número de nós nos ramos plagiotrópicos (NNP).

Foi considerada como subparcela, cada época, seguindo o modelo estatístico:

$Y_{ijkl} = m + b_j + m_i + c_k + (mc)_{ik} + e_{1(ijk)} + a_l + e_{2(jl)} + (ma)_{il} + (ac)_{lk} + (amc)_{ikl} + e_{3(ijkl)}$,
em que:

- Y_{ijkl} : valor observado na parcela correspondente à cultivar “k”, tipo de muda “i”, na época “l” e na repetição “j”;
- m: média geral dos tratamentos avaliados;
- b_j = efeito de repetição “j”, sendo $j = 1, 2, \dots, J$; $J=4$;
- m_i = efeito do tipo de muda “i”, sendo $i = 1, 2, \dots, I$; $I = 3$;
- C_k = efeito da cultivar “k”, sendo $k = 1, 2$; $K = 2$;
- $(mc)_{ik}$ = efeito da interação entre tipo de muda “i” com a cultivar “k”;
- $e_{1(ijk)}$ = efeito da interação entre tipo de muda “i”, cultivar “k” e a repetição “j”, considerado erro experimental médio na parcela;
- a_l = efeito da época de avaliação “l”, sendo $l = 1, 2, \dots, L$; $L = 4$;
- $e_{2(jl)}$ = efeito da interação entre época “l” e a repetição “j”;
- $(ma)_{il}$ = efeito da interação entre época “l” e o tipo de muda “i”;
- $(ac)_{lk}$ = efeito da interação entre época “l” e a cultivar “k”;
- $(amc)_{ikl}$ = efeito da interação entre época “l”, a cultivar “k” e o tipo de muda “i”;
- $e_{3(ijkl)}$ = erro experimental médio na subparcela associado à observação Y_{ijkl} , independente e normalmente distribuído com média zero e variância constante.

b) Avaliação do fatorial 2 x 3, analisando-se as características massa seca do sistema radicular (MSR), da parte aérea (MPA) e a relação entre massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular (MPA/MSR), 16 meses após o plantio no campo .

O modelo estatístico utilizado no esquema fatorial 2 x 3 foi:

$Y_{ijk} = m + b_j + m_i + c_k + (mc)_{ik} + e_{1(ijk)}$, em que:

- Y_{ijk} : valor observado na parcela correspondente à cultivar “k”, tipo de muda “i”, na repetição “j”;
- m : média geral dos tratamentos avaliados;
- b_j = efeito de repetição “j”, sendo $j = 1, 2, \dots, J$; $J=4$;
- m_i = efeito do tipo de muda “i”, sendo $i = 1, 2, \dots, I$; $I = 3$;
- C_k = efeito da cultivar “k”, sendo $k = 1, 2$; $K = 2$;
- $(mc)_{ik}$ = efeito da interação entre tipo de muda “i” com a cultivar “k”;
- $e_{(ijk)}$ = erro experimental médio na parcela, associado à observação $Y_{(ijk)}$, independente e normalmente distribuído com média zero e variância constante.

O esquema da análise de variância com as esperanças dos quadrados médios [E(QM)], considerados fixos os efeitos de tratamentos, segundo Steel & Torrie (1980), é apresentado na Tabela 2.

TABELA 2 Esquema da análise de variância e esperanças de quadrados médios [E(QM)], de um modelo em blocos casualizados analisado no esquema parcela subdividida no tempo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	E(QM)	QM	F
Repetições	$\sigma_{e3}^2 IK \sigma_{e2}^2 + L \sigma_{e1}^2 + IKL \sigma_b^2$	Q1	
Cultivares	$\sigma_{e3}^2 + L \sigma_{e1}^2 + IJL V_c$	Q2	Q2/Q5
Tipos de muda	$\sigma_{e3}^2 + L \sigma_{e1}^2 + JKL V_m$	Q3	Q3/Q5
Cultivares x tipos de muda	$\sigma_{e3}^2 + L \sigma_{e1}^2 + JL V_{mc}$	Q4	Q4/Q5
Erro (1)	$\sigma_{e3}^2 + L \sigma_{e1}^2$	Q5	
(Parcelas)			
Épocas	$\sigma_{e3}^2 + IK \sigma_{e2}^2 + JIK V_a$	Q6	Q6/Q7
Erro 2 (épocas x repetições)	$\sigma_{e3}^2 + IK \sigma_{e2}^2$	Q7	
Épocas x cultivares	$\sigma_{e3}^2 + JI V_{ac}$	Q8	Q8/Q11
Épocas x tipos de muda	$\sigma_{e3}^2 + JK V_{ma}$	Q9	Q9/Q11
Épocas x cultivares x tipos de muda	$\sigma_{e3}^2 + J V_{mac}$	Q10	Q10/Q11
Erro (3)	σ_{e3}^2	Q11	
Total			

Em que:

$$V_m = \sum_{i=1}^I \frac{m_i^2}{I-1} : \text{forma quadrática referente à variação dos efeitos de tipos de muda;} ;$$

$$V_c = \sum_{k=1}^K \frac{c_k^2}{K-1} : \text{forma quadrática referente à variação dos efeitos de cultivares;} ;$$

$$V_a = \sum_{l=1}^L \frac{a_l^2}{L-1} : \text{forma quadrática referente à variação dos efeitos de épocas de avaliação;} ;$$

$$V_{mc} = \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \frac{(mc)_{ik}^2}{(I-1)(K-1)} : \text{forma quadrática referente à variação dos efeitos da interação entre tipos de muda e cultivares;} ;$$

$$V_{ac} = \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K \frac{(ac)_{lk}^2}{(L-1)(K-1)} : \text{forma quadrática referente à variação dos efeitos da interação entre épocas e cultivares;} ;$$

$$V_{ma} = \sum_{i=1}^I \sum_{l=1}^L \frac{(ma)_{il}^2}{(I-1)(L-1)} : \text{forma quadrática referente à variação dos efeitos da}$$

interação entre tipos de muda e épocas;

$$V_{mac} = \sum_{i=1}^I \sum_{l=1}^L \sum_{k=1}^K \frac{(mac)_{ilk}^2}{(I-1)(L-1)(K-1)} : \text{forma quadrática referente à variação dos}$$

efeitos da interação entre tipos de muda, épocas e cultivares;

σ_b^2 ; σ_{e1}^2 ; σ_{e2}^2 ; σ_{e3}^2 : correspondem às variâncias de repetição, erro experimental na parcela, interação entre repetição e época, e erro experimental na subparcela, respectivamente.

c) Comparação das testemunhas entre si e com os outros tratamentos, avaliando apenas as características relacionadas à massa seca do sistema radicular (MSR).

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{(ij)}, \text{ em que:}$$

- Y_{ij} = valor observado na parcela correspondente ao tratamento “i”, na repetição “j”;
- m = média geral entre os tratamentos avaliados;
- t_i = efeito do tratamento “i”, sendo $i = 1, 2, 3, \dots, I$; $I = 8$;
- b_j = efeito da repetição “j”, sendo $j = 1, 2, \dots, J$; $J=4$;
- $e_{(ij)}$ = erro experimental médio ao nível de parcela, associado à observação $Y_{(ij)}$, independente e normalmente distribuído com média zero e variância constante.

3.4.3 Experimento 3: Desenvolvimento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*), cultivados no campo

O experimento foi instalado e conduzido no Setor de Cafeicultura, do Departamento de Agricultura da UFLA, no período de janeiro de 2004 a maio de 2005.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial (7 x 3), em parcelas subdivididas no tempo com quatro repetições. Foram utilizados: a) sete cultivares de *Coffea arabica*: Obatã IAC 1669-20, Acauã, Oeiras MG 6851, Catucaí Amarelo 2SL, Topázio MG 1190, IBC Palma II e Paraíso MG H 419-1; b) três tipos de mudas: enxertada, auto-enxertada e pé franco e c) quatro épocas de avaliação (maio/2004, setembro/2004, janeiro/2005 e maio/2005), consideradas como subparcelas. O experimento foi implantado em uma área corrigida e isenta de nematóides, no espaçamento de 3,0 metros entre linhas e 0,6 metros entre plantas na linha. As mudas tinham três pares de folhas e cada parcela foi constituída de sete plantas, sendo as cinco centrais consideradas úteis. O resultado da análise de solo de 0 a 20 centímetros da área experimental é apresentado na Tabela 1. A interpretação da análise de solo e as adubações de plantio, cobertura e foliares seguiram a recomendação da Comissão... (1999).

Foram avaliadas as seguintes características: altura das plantas (ALT), diâmetro do caule (DMC), número de ramos plagiotrópicos (NRP) e número de nós nos ramos plagiotrópicos (NNP).

A análise de variância seguiu o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = m + b_j + m_i + c_k + (mc)_{ik} + e_{1(ijk)} + a_l + e_{2(jl)} + (ma)_{ie} + (ac)_{lk} + (amc)_{ikl} + e_{3(ijkl)}, \text{ em que:}$$

- Y_{ijkl} : valor observado na parcela correspondente à cultivar “k”, tipo de muda “i”, na época “l” e no repetição “j”;
- m: média geral dos tratamentos avaliados;

- b_j = efeito da repetição “j”, sendo $j = 1, 2, \dots, J$; $J=4$;
- m_i = efeito do tipo de muda “i”, sendo $i = 1, 2, \dots, I$; $I = 3$;
- C_k = efeito da cultivar “k”, sendo $k = 1, 2, \dots, K$; $K = 7$;
- $(mc)_{ik}$ = efeito da interação entre tipo de muda “i” com a cultivar “k”;
- $e_{1(ijk)}$ = efeito da interação entre tipo de muda “i”, cultivar “k” e a repetição “j”, considerado erro experimental médio na parcela;
- a_l = efeito da época de avaliação “l”, sendo $l = 1, 2, \dots, L$; $L = 4$;
- $e_{2(jl)}$ = efeito da interação entre época “l” e a repetição “j”;
- $(ma)_{il}$ = efeito da interação entre época “l” e o tipo de muda “i”;
- $(ac)_{lk}$ = efeito da interação entre época “l” e a cultivar “k”;
- $(amc)_{ikl}$ = efeito da interação entre época “l”, a cultivar “k” e o tipo de muda “i”;
- $e_{3(ijkl)}$ = erro experimental médio na subparcela, associado à observação $Y_{(ijkl)}$, independente e normalmente distribuído com média zero e variância constante.

3.4.4 Experimento 4: Características anatômicas do caule de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*)

As análises anatômicas das plantas de cafeeiro foram feitas no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

O material (caules) das cultivares Topázio MG 1190 e Catucaí Amarelo 2SL foram colhidos, fixados e conservados em álcool 70%, no dia da realização das enxertias e 30, 60 e 90 dias após a enxertia, coletadas plantas de cada tratamento (enxertados, auto-enxertados e pé franco).

Os cortes anatômicos transversais foram realizados no período de outubro de 2004 a fevereiro de 2005, na região do enxerto (Figura 4), com auxílio de micrótomo manual de mesa, com inclusão do caule em medula do

pecíolo da folha de embaúba (Alvarenga et al., 2002). Os cortes foram clarificados em solução de água sanitária 50% (hipoclorito de sódio 2%) por um período de 8 minutos, seguido de duas lavagens em água destilada, por 10 minutos cada.

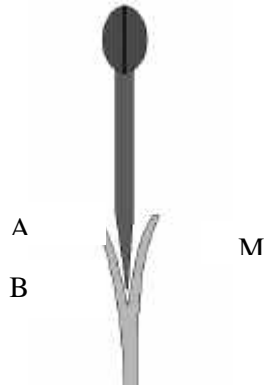


FIGURA 4 Representação esquemática da enxertia hipocotiledonar no cafeeiro e das regiões dos cortes anatômicos (A = ápice, M = meio, B = base).

Após a clarificação, os cortes foram corados com corante safra-blau (safranina 0,1% em água e azul de astra 1% em água, na proporção de 5:95) (Kraus &Ardein, 1997), por 30 segundos e lavados rapidamente em água destilada. As lâminas foram montadas em água glicerinada (1:1), e observadas em microscópio óptico.

Após testes preliminares, optou-se por realizar as observações nos cortes retirados da base da região da enxertia (Figura 4), por representarem melhor as características relacionadas à junção dos tecidos das duas plantas.

Para o preparo das lâminas permanentes (cortes longitudinais), foi utilizada a técnica usual de inclusão em parafina, seguindo a seqüência:

- solução alcoólica 80% e álcool puro por duas horas cada;
- álcool/xilol, nas proporções de 3:1, 1:1, e 1:3 por uma hora e meia cada, seguido de um banho de uma hora e meia em xilol puro;

- xilol/parafina (1:1), por 12 horas;
- parafina pura por 2 horas, seguida de emblocamento em parafina pura;

Os cortes longitudinais foram realizados no Laboratório de Anatomia da Madeira do Departamento de Ciências Florestais da UFLA, com auxílio de micrótomo de deslizamento. A desparafinização foi realizada utilizando duas seqüências de xilol puro, por 15 minutos cada. As lâminas com os cortes foram colocadas em álcool puro por 30 minutos e coradas com os corantes azul de astra (1% em álcool) (Kraus & Arduin, 1997), por 10 minutos sendo, em seguida, transferidas para safranina (1% em álcool) (Kraus & Arduin, 1997) por 30 segundos.

Os cortes foram colocadas em xilol puro, realizando-se imediatamente a montagem das lâminas em Bálsamo do Canadá, que foram observadas em microscópio ótico.

As observações e os registros fotográficos foram realizados em fotomicroscópio Olympus, modelo BX 60, do Laboratório de Citogenética do Departamento de Biologia da UFLA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1: Desenvolvimento de mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*).

Análise 1

Na Tabela 3 são apresentados os resumos das análises de variância do fatorial 7 x 3 (sete cultivares e três tipos de muda). Foi observado efeito significativo da interação cultivares x tipos de muda para todas as características.

TABELA 3 Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais para altura de planta (ALT), diâmetro de caule (DMC), área foliar (ARF), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca da parte aérea (MPA) e a relação entre massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular (MPA/MSR) de mudas de cafeeiros. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		ALT (cm)	DMC (mm)	ARF (cm ²)	MSR (g)	MPA (g)	MPA/ MSR
Repetições	3	1,564	0,00049	415,35	0,295	0,390	0,367
Cultivares	6	6,555**	0,00364**	925,71**	0,763**	1,435**	0,06
Tipos de muda	2	20,177**	0,0050**	12864,9**	6,699**	12,142**	0,282**
Cult. x T. muda	12	0,846*	0,00037*	258,26 ^(7,8) _L	0,273**	0,273*	0,068*
Erro	60	0,434	0,00162	147,78	0,077	0,133	0,032
CV (%)		6,17	4,59	10,64	14,59	11,02	10,02
Média geral		10,68	0,277	114,21	1,904	3,32	1,79

*; ** Significativo, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F;
_L7,8%: Nível de significância do desdobramento

As significâncias obtidas nos desdobramentos de tipos de muda dentro de cultivar (Tabela 4) serão discutidas a seguir, de forma individual, dentro dos comentários referentes a cada uma das características avaliadas.

TABELA 4 Resumo das análises de variância do desdobramento de tipos de muda dentro de cada cultivar, para altura de planta (ALT), diâmetro de caule (DMC), área foliar (ARF), massa seca do sistema radicular (MSR), da parte aérea (MPA) e a relação entre massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular (MPA/MSR). UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	Cultivares	GL	Quadrados médios					
			ALT (cm)	DMC (mm)	ARF (cm ²)	MSR (g)	MPA (g)	MPA/MSR
Tipos de muda	Oeiras	2	2,91**	0,000075	986,0**	0,83**	1,13**	0,07
Tipos de muda	Obatã	2	2,48**	0,0009**	1618,6**	1,14**	2,47**	0,01
Tipos de muda	IBC Palma	2	2,90**	0,0019**	1767,9**	1,00**	1,49**	0,07
Tipos de muda	Catuc Am	2	8,48**	0,0011**	4441,2**	2,70**	4,21**	0,19**
Tipos de muda	Topázio	2	4,79**	0,0009**	2683,7**	1,08**	2,14**	0,07
Tipos de muda	Acauã	2	2,36**	0,0021**	1762,5**	1,47**	1,62**	0,16**
Tipos de muda	Paraíso	2	1,30	0,0001	1154,4**	0,09	0,69**	0,09*
Resíduo		60	0,43	0,000162	147,8	0,07	0,13	0,03

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

Altura de planta (cm)

No desdobramento de tipos de muda dentro de cada cultivar (Tabela 5), observa-se que houve efeito significativo para a maioria das cultivares. Apenas a cultivar Paraíso apresentou o mesmo comportamento dos três tipos de muda e, para todas as demais cultivares e na média geral, a muda enxertada apresentou menor altura de planta que a muda pé franco.

TABELA 5 Valores médios de altura de mudas de cafeeiro, em centímetros, das sete cultivares e três tipos de mudas. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Cultivares							
	Obatã	Acauã	Oeiras	Catuc. Amar.	Topázio	IBC-Palma	Paraíso	Média
Enxertada	10,2 b	9,1 b	10,8 b	9,4 c	9,2 c	10,3 b	9,1 a	9,78 c
Auto-enxe.	11,2 a	10,4 a	11,2 a	10,8 b	10,3 b	10,8 b	10,2a	10,82 b
Pé Franco	11,9 a	10,5 a	12,5 a	12,3 a	11,4 a	11,8 a	9,4 a	11,46 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Esses resultados não coincidem com aqueles encontrados por Fahl & Carelli (1985), os quais observaram que plantas jovens de *C. arabica* enxertadas em Apatã IAC 2258 apresentaram maior altura de plantas que as pé franco. No entanto, coincidem, em parte, com os resultados encontrados por Figueiredo et al. (2002) e Tomaz (2001) que, estudando mudas de cafeeiro enxertadas ou não no porta-enxerto Apatã IAC 2258 em meio hidropônico, verificaram que algumas cultivares enxertadas apresentaram maior altura quando comparadas com seus respectivos pé franco. Mas, para a maioria, as mudas enxertadas foram de menor altura.

Oliveira (2003), avaliando quatro cultivares de *C. arabica* L. enxertadas ou não, observou que as mudas de pé franco apresentaram maior altura que as enxertadas, semelhantes aos resultados médios de altura deste trabalho.

Também é observado o efeito do estresse causado pela enxertia, para a média geral e para as cultivares Catucaí Amarelo, Topázio e IBC Palma, mostrando que os comportamentos das cultivares não são coincidentes.

Diâmetro de caule (mm)

Para diâmetro de caule, o desdobramento de tipos de muda dentro de cada cultivar é apresentado na Tabela 6.

TABELA 6 Valores médios de diâmetro de caule de mudas de cafeeiro, em milímetros, das sete cultivares e três tipos de mudas. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Cultivares							Média
	Obatã	Acauã	Oeiras	Catuc. Amar.	Topázio	IBC-Palma	Paraíso	
Enxertada	0,30 a	0,27 b	0,27 b	0,24 b	0,26 b	0,25 b	0,25 a	0,26 b
Auto-enx.	0,30 a	0,29 b	0,28 b	0,25 b	0,27 b	0,26 b	0,25 a	0,27 b
Pé Franco	0,30 a	0,30 a	0,31 a	0,27 a	0,29 a	0,30 a	0,26 a	0,29 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Observa-se que houve efeito significativo para a maioria das cultivares, exceto para Obatã e Paraíso, que apresentaram mesmo diâmetro de caule. Para todas as outras cultivares, houve efeito do processo de enxertia (estresse), pois as mudas enxertadas e auto-enxertadas apresentaram mesmo diâmetro, mas foram inferiores à muda de pé franco. Esse comportamento também foi observado na média geral, independentemente da cultivar.

Figueiredo et al. (2002), avaliando o diâmetro de caule de mudas, observou que, para a maioria das cultivares estudadas, a muda enxertada não foi superior à muda pé franco. Já Oliveira (2003) não encontrou interação entre esses dois fatores, observando que a muda enxertada tem menor diâmetro de caule que a muda não enxertada, independentemente da cultivar.

Área foliar (cm²)

O desdobramento de tipos de muda dentro de cada cultivar para área foliar é apresentado na Tabela 7. A muda enxertada é inferior à muda de pé franco para todas as cultivares avaliadas. Na média geral, observa-se que houve efeito tanto da enxertia (estresse) quanto do porta-enxerto Apoatã, que foram inferiores às mudas de pé franco.

TABELA 7 Valores médios de área foliar em centímetro quadrado, de mudas de café, média geral e diferença percentual das sete cultivares e três tipos de mudas,. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de mudas	Cultivares							Média	%
	Obatã	Acauã	Oeiras	Catuc. Amar.	Topázio	IBC-Palma	Paraíso		
Enxertada	115,3 b	103,0 b	109,7 b	83,8 b	81,5 c	102,9 b	85,6 b	94,7 c	68,5
Auto enx.	115,5 b	115,0 b	114,1 b	91,6 b	108,7 b	99,8 b	103,5 a	106,9 b	77,3
Pé Franco	142,6 a	142,3 a	148,2 a	145,0 a	133,3 a	137,6 a	119,5 a	138,3 a	100

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A redução média da área foliar das mudas enxertadas e auto-enxertadas foi de 31,5% e 22,7%, respectivamente, comparadas com as de pé franco.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Figueiredo et al. (2002), que observaram que as plantas enxertadas apresentaram menor área foliar que as de pé franco. Já Tomaz (2001), comparando plantas enxertadas com pé franco, avaliando quatro materiais de *C. arabica* L., observou que apenas na linhagem H 514-5-5-3, a muda enxertada foi superior à muda de pé franco. Avaliando todos os outros tratamentos, esse material foi o que apresentou menor área foliar, ou seja, a enxertia somente beneficiou uma linhagem que se desenvolve menos que as demais e não aquelas que exibem maior desenvolvimento. No entanto, esses resultados não coincidem com aqueles encontrados por Fahl & Carelli (1985) que observaram maior área foliar em plantas jovens de cafeeiros enxertados em Apatã, quando comparadas com as de pé franco.

Massa seca do sistema radicular (g/parcela)

A massa seca do sistema radicular sofreu influência do tipo de muda em quase todas as cultivares, exceto para Paraíso (Tabela 8). Para todas as outras cultivares, a muda de pé franco apresentou maior massa seca da raiz que as mudas auto-enxertadas e enxertadas, mostrando o efeito do estresse causado pela enxertia. Avaliando a média geral e a diferença percentual da muda de pé franco comparada com os outros tipos de muda, observa-se que ela produziu 36,5% e 31,7% mais massa seca de raiz que a muda enxertada e auto-enxertada, respectivamente.

TABELA 8 Valores médios de massa seca do sistema radicular de mudas de cafeeiro, em gramas por parcela de cinco plantas, das sete cultivares e três tipos de mudas. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Cultivares							Média	%
	Obatã	Acauã	Oeiras	Catucuí Amar.	Topázio	IBC-Palma	Paraíso		
Enxertada	1,9 b	1,6 c	1,7 b	1,1 b	1,3 b	1,5 b	1,3 a	1,56 b	63,4
Auto-enx.	2,0 b	2,0 b	1,7 b	1,2 b	1,6 b	1,5 b	1,5 a	1,68 b	68,3
Pé Franco	2,7 a	2,6 a	2,6 a	2,6 a	2,3 a	2,5 a	1,6 a	2,46 a	100

Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Figueiredo et al. (2002), em que as mudas enxertadas não foram superiores a nenhuma muda de pé franco. Tomaz (2001) obteve resultados semelhantes aos encontrados para área foliar, em que apenas a linhagem H-514-5-5-3 enxertada apresentou maior massa seca do sistema radicular, tendo este tratamento menor desempenho que os demais.

Oliveira (2003) não encontrou diferenças para massa seca de raiz, entre as cultivares enxertadas ou não no Apoatã, na fase de muda.

Massa seca da parte aérea (g/parcela)

As mudas de pé franco de todas as cultivares apresentaram valores maiores de massa seca da parte aérea que as mudas auto-enxertadas e enxertadas (Tabela 9). O efeito negativo do processo de enxertia (estresse) e do porta-enxerto é variável conforme a cultivar. De forma geral, as mudas enxertadas e as auto-enxertadas produziram 31,6% e 22,2% menos massa seca da parte aérea que a muda de pé franco.

Esses resultados concordam com os encontrados por Figueiredo et al. (2002), Oliveira (2003) e Tomaz (2001), em cujos trabalhos as mudas de pé franco desenvolveram mais que as mudas enxertadas.

TABELA 9 Valores médios de massa seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, em gramas por parcela, das sete cultivares e três tipos de mudas. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Cultivares							Média	%
	Obatã	Acauã	Oeiras	Catucuí Amar.	Topázio	IBC-Palma	Paraíso		
Enxertada	3,3 b	2,8 c	3,2 b	2,2 b	2,3 c	2,8 b	2,4 b	2,77 c	68,4
Auto-enx.	3,5 b	3,4 b	3,3 b	2,4 b	3,1 b	2,9 b	3,0 a	3,13 b	77,8
Pé Franco	4,3 a	4,4 a	4,3 a	4,1 a	3,8 a	4,0 a	3,2 a	4,05 a	100

Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Relação entre massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular

Na Tabela 10 observa-se que apenas as cultivares Catucuí Amarelo, IBC Palma e Paraíso apresentaram diferenças entre os tipos de mudas. Na cultivar Paraíso, a muda de pé franco apresentou maior relação (MPA/MSR), devido a maior massa da parte aérea que os demais tipos de muda, e a mesma massa seca de raiz. Já nas cultivares Catucuí Amarelo e IBC Palma, as mudas de pé franco tiveram uma menor relação por desenvolver mais tanto a parte aérea quanto o sistema radicular. Isso também foi observado na média geral, independentemente da cultivar. Oliveira (2003) não encontrou diferenças entre as cultivares enxertadas ou não no porta-enxerto Apatã, na fase de muda para a relação massa seca de raiz/massa seca da parte aérea.

TABELA 10 Valores médios da relação entre massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular, de mudas de cafeeiro, das parcelas de sete cultivares e três tipos de mudas. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Cultivares							Média
	Obatã	Acauã	Oeiras	Catucuí Amar.	Topázio	IBC-Palma	Paraíso	
Enxertada	1,6 a	1,7 a	1,8 a	1,8 a	1,7 a	1,9 a	1,7 b	1,8 a
Auto-enx.	1,8 a	1,7 a	1,8 a	2,0 a	1,9 a	1,9 a	1,8 b	1,9 a
Pé Franco	1,6 a	1,6 a	1,6 a	1,6 b	1,6 a	1,5 b	2,0 a	1,7 b

Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a de 5% de probabilidade.

Com base nos resultados, pode-se observar que, na média geral, considerando todas as cultivares, a muda enxertada não é superior à muda de pé franco para nenhuma característica avaliada. Isso se deve ao efeito do estresse causado pela enxertia, que é observado para todas as características, mais o efeito negativo do porta-enxerto Apoatã observado para altura de planta, área foliar e massa seca da parte aérea.

Análise 2

Na Tabela 11 é apresentado o resumo da análise de variância de todos os tratamentos, comparados com as testemunhas, para a característica massa seca do sistema radicular (MSR). Foram observadas diferenças entre os tratamentos e as médias são apresentadas na Tabela 12.

TABELA 11 Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para massa seca do sistema radicular (MSR) de mudas de cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio
		MSR (g)
Tratamentos	22	1,17**
Repetições	3	0,34
Erro	66	0,07
CV(%)		14,44
Média geral		1,83

** Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F;

Os tratamentos Apoatã IAC 2258 pé franco e auto-enxertado ficaram no grupo que apresentou os menores valores. A maioria dos tratamentos foi superior às testemunhas, indicando que, na fase de muda, o Apoatã apresenta um sistema radicular com menor massa seca. Esses resultados não são coincidentes com aqueles encontrados por Alfonsi et al. (2003), Baptista (2000), Ramos & Lima (1980) e Ramos et al. (1982) que, avaliando o sistema radicular de mudas

de cafeeiros *C. arabica* comparadas com plantas de *C. canephora*, encontraram maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas de *C. canephora*. A maioria dos materiais de *C. canephora* avaliados por esses autores não são Apoatã. Além disso, esses materiais de *C. canephora* utilizados como porta-enxerto apresentam variabilidade genética, podendo acarretar diferenças de resultados.

TABELA 12 Valores médios da matéria seca do sistema radicular de mudas de cafeeiro, em gramas por parcela de cinco plantas, dos 23 tratamentos. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Nº	Cultivares	Tipos de muda	MSR (g)
1	Obatã IAC 1669-20	Enxertada	2,06 b
2	Acauã	Enxertada	1,62 c
3	Oeiras MG 6851	Enxertada	1,77 c
4	Catucaí Amarelo 2SL	Enxertada	1,19 d
5	Topázio MG 1190	Enxertada	1,38 d
6	IBC Palma II	Enxertada	1,50 c
7	Paraíso MG H 419-1	Enxertada	1,38 d
8	Obatã IAC 1669-20	Auto-enxertada	1,92 c
9	Acauã	Auto-enxertada	2,03 b
10	Oeiras MG 6851	Auto-enxertada	1,77 c
11	Catucaí Amarelo 2SL	Auto-enxertada	1,20 d
12	Topázio MG 1190	Auto-enxertada	1,65 c
13	IBC Palma II	Auto-enxertada	1,50 c
14	Paraíso MG H 419-1	Auto-enxertada	1,69 c
15	Apoatã IAC 2258	Auto-enxertada	0,90 d
16	Obatã IAC 1669-20	Pé franco	2,77 a
17	Acauã	Pé franco	2,68 a
18	Oeiras MG 6851	Pé franco	2,63 a
19	Catucaí Amarelo 2SL	Pé franco	2,62 a
20	Topázio MG 1190	Pé franco	2,39 a
21	IBC Palma II	Pé franco	2,56 a
22	Paraíso MG H 419-1	Pé franco	1,57 c
23	Apoatã IAC 2258	Pé franco	1,41 d

Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4.2 Experimento 2: Desenvolvimento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*), cultivados em recipientes de 250 litros

Análise 1

Os resumos das análises de variância do fatorial 2 x 3, para as cultivares: Topázio e Catucaí Amarelo 2 SL e três tipos de muda, no esquema de parcelas subdivididas no tempo, avaliadas em quatro épocas (maio/2004, setembro/2004, janeiro/2005 e maio/2005), são apresentados na Tabela 13.

TABELA 13 Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais para altura de planta (ALT), diâmetro de caule (DMC), número de ramos plagiotrópicos (NRP) e número de nós nos ramos plagiotrópicos (NNP) de cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		ALT (cm)	DMC (mm)	NRP	NNP
Repetições	3	20,75	3,50	1,92	253,92
Cultivares	1	16,36	14,92**	25,01**	5969,26**
Tipos de muda	2	56,78*	7,72*	26,32**	5433,00**
Cultivares x tipos de muda	2	8,92	2,62	2,98	347,20
Erro 1	15	13,77	1,55	2,08	285,42
Épocas	3	21807,95**	2054,29**	4231,20**	706007,10**
Erro 2	9	5,51	1,05	1,18	220,82
Épocas x cultivares	3	3,33	1,52**	0,78	1433,35**
Épocas x tipos de muda	6	3,30	1,26**	2,36**	1208,29**
Épocas x t. de muda x cultivares	6	6,98	0,35	1,28	87,65
Erro 3	45	2,92	0,36	0,60	105,90
CV1 (%)		6,38	7,61	7,39	10,76
CV2 (%)		4,03	6,25	5,58	9,46
CV3 (%)		2,94	3,66	3,98	6,55
Média geral		58,20	16,38	19,53	157,62

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

Não foram observadas interações triplas significativas entre os fatores analisados. Os resumos dos desdobramentos das interações entre épocas de avaliação x tipos de muda e épocas de avaliação x cultivares, para diâmetro de

caule, número de ramos plagiotrópicos e número de nós nos ramos plagiotrópicos, são apresentados nas Tabelas 14 e 15, respectivamente.

TABELA 14 Resumo das análises de variância do desdobramento tipos de mudas dentro de cada época de avaliação, para diâmetro de caule (DMC), número de ramos plagiotrópicos (NRP) e número de nós nos ramos plagiotrópicos (NNP) de cafeeiro. Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	Épocas	GL	Quadrado médio		
			DMC (mm)	NRP	NNP
Tipos de muda	Maio/2004	2	0,09	1,15	23,46
Tipos de muda	Setembro/2004	2	1,50	3,79*	282,88
Tipos de muda	Janeiro/2005	2	3,82**	13,19**	1892,51**
Tipos de muda	Maio/2005	2	6,10**	15,28**	6859,04**
Resíduo			0,65	0,97	150,78
Gl resíduo médio			37	42	47

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

TABELA 15 Resumo das análises de variância do desdobramento cultivares dentro de cada épocas de avaliação, para diâmetro de caule (DMC) e número de nós nos ramos plagiotrópicos (NNP) de cafeeiro. Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	Épocas	GL	Quadrado médio	
			DMC (mm)	NNP
Cultivares	Maio/2004	1	0,82	12,76
Cultivares	Setembro/2004	1	0,70	450,66
Cultivares	Janeiro/2005	1	10,33**	1480,51**
Cultivares	Maio/2005	1	7,65**	8325,37**
Resíduo			0,65	150,78
Gl resíduo médio			37	47

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

Altura de planta (cm)

Houve diferenças apenas para tipos de muda. Os valores médios de altura de planta, independentemente da cultivar, são apresentados na Tabela 16.

A muda enxertada apresentou menor altura de planta que os demais tipos de mudas, independentemente da cultivar, indicando que nessa fase e nesse

ambiente de cultivo, não é o processo da enxertia (estresse) que limita o desenvolvimento da planta e sim a presença do porta-enxerto Apoatã na combinação.

TABELA 16 Valores médios de altura de planta de cafeeiros, dos três tipos de mudas e duas cultivares nas quatro épocas de avaliação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Altura de Planta (cm)
Enxertada	56,66 b
Auto-enxertada	59,05 a
Pé Franco	58,59 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Oliveira (2003) verificou, em plantas cultivadas em vaso, que, independentemente da cultivar, a muda enxertada desenvolveu-se menos que a muda de pé franco. Este autor comenta que, nesta fase, as plantas ainda não recuperaram do estresse causado pela enxertia.

Avaliando essas duas cultivares, comparando-as na fase de muda (Tabela 5), observou-se que houve efeito negativo, tanto do porta-enxerto quanto do estresse causado pela enxertia. Mas, nessa fase (plantas com 16 meses de idade), o efeito do estresse já não é mais observado (Tabela 16). Contudo, Garcia et al. (2005) e Tomaz et al. (2005), avaliando linhagens de *C. arabica* cultivadas em vaso, não observaram diferenças para altura das plantas enxertadas ou não em clones de *C. canephora*.

Diâmetro de caule (mm)

Para diâmetro de caule, as médias do desdobramento de tipos de muda dentro de cada época avaliada e a média geral são apresentadas na Tabela 17. Observa-se que houve efeito significativo apenas nas duas últimas épocas

avaliadas (janeiro e maio de 2005), tendo a muda enxertada apresentado menores valores que as demais. Esse comportamento também é observado na média geral, independentemente da cultivar. Garcia et al. (2005) não encontraram diferenças para diâmetro de caule, entre plantas enxertadas ou não no porta-enxerto Apoatã, independentemente da cultivar avaliada. Comparando-se os resultados desse experimento com os resultados obtidos no experimento 1 (fase de muda), considerando apenas as cultivares Topázio e Catucaí Amarelo, observa-se que o efeito da enxertia (estresse) foi superado, indicando apenas a influência do porta-enxerto Apoatã. Oliveira (2003) também observou que as mudas pé franco apresentaram maior diâmetro de caule que as enxertadas, tanto na fase de muda quanto nas plantas cultivadas em vaso.

TABELA 17 Valores médios de diâmetro de caule em milímetros, de três tipos de mudas em quatro épocas de avaliação de cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Épocas de avaliação				Média
	Maio/ 2004	Setembro/ 2004	Janeiro/ 2005	Maio/ 2005	
Enxertada	6,60 a	11,06 a	19,23 b	26,52 b	15,85 b
Auto-enxertada	6,58 a	11,91 a	20,61 a	27,77 a	16,83 a
Pé franco	6,40 a	11,66 a	20,00 a	28,20 a	16,46 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

As médias das cultivares dentro de cada época de avaliação e a média geral, considerando as duas cultivares, são apresentadas na Tabela 18. Observa-se que, nas duas últimas épocas de avaliação, a cultivar Catucaí Amarelo apresentou menor diâmetro de caule que a cultivar Topázio, fato que se repete nas médias gerais.

TABELA 18 Valores médios de diâmetro de caule em milímetros, de duas cultivares em quatro épocas de avaliação de cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Épocas de avaliação				Média
	Maio/ 2004	Setembro/ 2004	Janeiro/ 2005	Maio/ 2005	
Catucaí Amarelo	6,34 a	11,37 a	19,29 b	26,93 b	15,98 b
Topázio	6,71 a	11,72 a	20,60 a	28,06 a	16,77 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si (conclusão evidenciada pelo teste F).

Número de ramos plagiotrópicos

As médias do desdobramento de tipos de muda dentro de cada época avaliada, e a média geral, independentemente da cultivar, para número de ramos plagiotrópicos, são apresentadas na Tabela 19. Observa-se que houve efeito significativo nas três últimas épocas avaliadas, sendo a muda enxertada com menores valores que as demais semelhante aos valores médios gerais.

TABELA 19 Valores médios de número de ramos plagiotrópicos, de três tipos de mudas em quatro épocas de avaliação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Épocas de avaliação				Média
	Maio/ 2004	Setembro/ 2004	Janeiro/ 2005	Maio/ 2005	
Enxertada	5,06 a	12,37 b	21,93 b	34,56 b	18,48 b
Auto-enxertada	5,68 a	13,75 a	24,25 a	36,62 a	20,07 a
Pé franco	5,75 a	13,12 a	24,06 a	37,18 a	20,03 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

As plantas de pé franco e as auto-enxertadas apresentaram, em média, maior número de ramos plagiotrópicos, quando comparadas com os demais tipos de muda, não sendo observado efeito do estresse causado pela enxertia. Esses resultados concordam com os observados por Oliveira (2003) e Figueiredo

Júnior (1999), em que as plantas enxertadas desenvolveram menos que as de pé franco. Figueiredo Júnior (1999) associa esse menor desenvolvimento das plantas enxertadas ao efeito do estresse causado pela enxertia, mas, avaliando os resultados desse experimento, observa-se que a muda auto-enxertada foi igual à muda de pé franco.

Tomaz et al. (2005) não encontraram diferenças para número de ramos plagiotrópicos entre as plantas de *C. arabica* enxertadas ou não nos clones de *C. canephora*, quando cultivadas em vaso.

Analisando-se as duas cultivares, de forma geral, a cultivar Catucaí Amarelo apresentou menor número de ramos plagiotrópicos que a cultivar Topázio, com médias de 19,02 e 20,04 ramos plagiotrópicos, respectivamente, resultados esses evidenciados pelo teste F (Tabela 13).

Número de nós nos ramos plagiotrópicos

As médias do desdobramento de tipos de muda dentro de cada época avaliada e a média geral para número de nós nos ramos plagiotrópicos são apresentadas na Tabela 20. Houve efeito significativo apenas nas duas últimas épocas avaliadas (janeiro e maio de 2005), tendo a muda enxertada apresentado menores valores que as demais.

Tomaz et al. (2005) não encontraram diferenças para o número de nós nos ramos plagiotrópicos, entre as plantas enxertadas ou não, para a grande maioria dos clones testados. Já Oliveira (2003) verificou que as mudas pé franco são superiores às mudas enxertadas, semelhante aos resultados encontrados neste trabalho.

TABELA 20 Valores médios de número de nós nos ramos plagiotrópicos, de três tipos de mudas em quatro épocas de avaliação, de cafeeiros. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Épocas de avaliação				Média
	Maio/ 2004	Setembro/ 2004	Janeiro/ 2005	Maio/ 2005	
Enxertada	8,75 a	46,25 a	153,50 b	359,75 b	142,06 b
Auto-enxertada	11,31 a	57,31 a	179,18 a	406,37 a	163,54 a
Pé franco	12,00 a	55,56 a	181,00 a	413,75 a	165,57 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 21 são apresentadas as médias das duas cultivares nas épocas avaliadas, além da média geral. Também observou-se que apenas nas duas últimas épocas houve diferenças entre as cultivares, tendo a cultivar Catucaí Amarelo menor número de nós nos ramos plagiotrópicos que a cultivar Topázio. Analisando-se as duas cultivares, de forma geral, o teste F (Tabela 15) evidencia que a cultivar Catucaí Amarelo apresentou menor número de nós nos ramos plagiotrópicos que a cultivar Topázio, com médias de 149,17 e 164,94 nós, respectivamente.

TABELA 21 Valores médios de número de nós nos ramos plagiotrópicos de duas cultivares em quatro épocas de avaliação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Épocas de avaliação				Média
	Maio/ 2004	Setembro/ 2004	Janeiro/ 2005	Maio/ 2005	
Catucaí amarelo	9,95 a	48,70 a	163,37 b	374,66 b	149,17 b
Topázio	11,41 a	57,37 a	179,08 a	411,91 a	164,94 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si (conclusão evidenciada pelo teste F).

Análise 2

Na Tabela 22 são apresentados os resumos da segunda análise de variância do fatorial 2 x 3 (duas cultivares: Topázio e Catucaí Amarelo 2 SL e três tipos de mudas), das características massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca da parte aérea (MPA) e a relação entre massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular (MPA/MSR). Não houve interação entre os fatores para nenhuma característica estudada e também não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para a massa seca de raiz. Para as outras características, houve diferenças para os fatores tipos de mudas e cultivares.

Comparando-se esses resultados de massa seca do sistema radicular com os encontrados na fase de muda (Experimento 1), observa-se que os resultados não são coincidentes, isso porque o efeito do estresse causado pela enxertia na fase de muda não é mais observado nesta fase, destacando-se a importância de avaliar as plantas por um período maior, principalmente em se tratando de uma cultura perene.

TABELA 22 Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais para massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca da parte aérea (MPA) e a relação entre massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular (MPA/MSR), de cafeeiros. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio		
		MSR (g)	MPA (g)	MPA/MSR
Repetições	3	2024,57	5855,73	0,26
Cultivares	1	900,98	31803,40**	1,09**
Tipos de muda	2	360,76	26573,19**	0,82**
Cult. x tipo muda	2	534,89	1071,18	0,0093
Erro	15	2050,60	3005,85	0,10
CV (%)		20,35	9,50	11,82
Média geral		222,57	577,21	2,67

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

Esses resultados não coincidem também com os encontrados por Oliveira (2003), nos quais, na fase de mudas, não se observaram diferenças entre os tipos de muda e, quando avaliadas em vasos, as plantas enxertadas produziram menos massa de raiz que as de pé franco.

Na Tabela 23 são apresentadas as médias gerais de matéria seca da parte aérea (MPA) e da relação MPA/MSR dos três tipos de mudas. Para massa seca da parte aérea, observa-se o efeito negativo apenas do porta-enxerto Apoatã, enquanto que no Experimento 1 (fase de muda), considerando as cultivares Catucaí Amarelo e Topázio (Tabela 9), foram observados efeitos negativos do porta-enxerto e do estresse causado pela enxertia.

TABELA 23 Valores médios de massa seca da parte aérea e da relação massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular, dos três tipos de mudas em duas cultivares de cafeeiros. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de Muda	MPA	MPA/MSR
Enxertada	511,7 b	2,31 b
Auto-enxertada	599,6 a	2,79 a
Pé Franco	620,2 a	2,92 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Oliveira (2003) observou uma tendência das plantas pé franco produzirem mais massa seca da parte aérea, quando comparadas com plantas enxertadas.

Como não houve diferenças entre os tratamentos para massa seca de raiz e a muda pé franco apresentou maior massa seca da parte aérea, era esperado que este tipo de muda apresentasse também maior relação entre as duas características. Isso ocorreu porque a muda pé franco apresentou mais massa da parte aérea e não menos raiz que a muda enxertada. Esse resultado contraria a hipótese de que a muda de *C. arabica* enxertada em *C. canephora* produziria um

sistema radicular superior à muda de pé franco (Alfonsi et al., 2003; Baptista, 2000; Gonçalves, 1999; Ramos & Lima, 1980; Ramos et al., 1982), não justificando, dessa forma, o plantio de mudas enxertadas em Apoatã, em áreas isentas de nematóides.

Analisando-se as duas cultivares, para as características massa seca da parte aérea e a relação entre a massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular, conclusão evidenciada pelo teste F a 1% de probabilidade (Tabela 22), conclui-se que a cultivar Topázio MG 1190 apresentou maior massa seca da parte aérea que a cultivar Catucaí Amarelo 2SL, com médias de 540,8 e 313,6 g, respectivamente, e, conseqüentemente, uma maior relação entre massa seca da parte aérea/massa seca do sistema radicular (2,89 e 2,46, respectivamente), porque não houve diferenças entre os tratamentos para massa seca do sistema radicular.

De forma geral, observa-se que, na média, as plantas enxertadas em Apoatã desenvolveram menos que as plantas não enxertadas (Tabela 23) e que a cultivar Catucaí Amarelo 2SL também desenvolveu-se menos que a cultivar Topázio MG 1190. As plantas auto-enxertadas foram iguais às plantas de pé franco, evidenciando que o estresse causado pelo processo de enxertia não é mais observado nessa fase de desenvolvimento das plantas e nesse ambiente de cultivo, podendo existir algum tipo de incompatibilidade entre o porta-enxerto Apoatã e as copas de *C. arabica*.

Análise 3

Na Tabela 24 é apresentado o resumo da análise de variância de todos os tratamentos, comparados com as duas testemunhas para a característica massa seca do sistema radicular (MSR).

TABELA 24 Resumo da análise de variância, coeficiente de variação e média geral para massa seca do sistema radicular (MSR) de cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio
		Massa seca do sistema radicular (g)
Tratamentos	7	26967,78**
Repetições	3	1223,70
Erro	21	2600,77
CV(%)		19,15
Média geral		266,26

** Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F;

Foi observada diferença para massa seca do sistema radicular entre os tratamentos analisados, conforme a Tabela 25.

Todos os tratamentos de *C. arabica*, enxertados ou não no porta-enxerto Aboatã e auto-enxertados, apresentaram menor massa seca do sistema radicular quando comparados com as plantas do porta-enxerto Aboatã auto-enxertadas e pé franco. De forma geral, os tratamentos enxertados e auto-enxertados produziram 55% menos massa seca de raiz que as plantas pé franco de Aboatã, evidenciando que este porta-enxerto, quando enxertado nas plantas de *C. arabica*, não produz mais massa seca de raiz. Esses resultados são diferentes dos encontrados no experimento 1 (fase de muda, 2ª análise), em que o porta-enxerto Aboatã pé franco e auto-enxertado ficou no grupo de menor massa seca do sistema radicular.

Ramos et al. (1982), avaliando o desenvolvimento de plantas de *C. arabica* e *C. canephora*, cultivadas em vasos, aos 22 meses de idade, encontraram que a cultivar Guarini (*C. canephora*) apresentou maior crescimento das raízes e da parte aérea, tendo esse resultado também sido observado em plantas mais jovens (mudas).

TABELA 25 Valores médios da matéria seca do sistema radicular e diferenças percentuais entre os tratamentos. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Cultivares	Tipos de muda	MSR (g)	%
Catucaí Amarelo 2SL	Enxertada	229,91 b	56,4
Topázio MG 1190	Enxertada	223,04 b	55,0
Catucaí Amarelo 2SL	Auto-enxertada	215,84 b	53,0
Topázio MG 1190	Auto-enxertada	226,78 b	55,6
Apoatã IAC 2258	Auto-enxertada	387,07 a	95,0
Catucaí Amarelo 2SL	Pé franco	248,52 b	61,0
Topázio MG 1190	Pé franco	199,51 b	48,9
Apoatã IAC 2258	Pé franco	407,61 a	100,0

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Rena (1998) (dados não publicados), citado por Rena & Guimarães (2000), estudando vários sistemas radiculares de café Conilon, em Linhares, ES, não encontrou grandes diferenças para o sistema radicular das plantas de *C. arabica*, quanto a sua estrutura e distribuição. Isso provavelmente, foi devido às grandes diferenças existentes dentro da espécie. Além das interações com o solo, o clima e o manejo podem contribuir para ampliar essas possíveis diferenças. Esses resultados mostram a importância de avaliar o cafeeiro não apenas na fase de muda, principalmente em se tratando de características do sistema radicular. Além disso, evidencia-se que plantas de *C. canephora* apresentam um sistema radicular mais desenvolvido, contudo, essa característica não é mantida quando essas plantas são utilizadas como porta-enxerto, não justificando a utilização do porta-enxerto Apoatã IAC 2258 em áreas isentas de nematóides.

As plantas auto-enxertadas das duas cultivares desenvolveram-se de forma semelhante às plantas de pé franco, indicando que o estresse causado pela enxertia não é mais observado nelas, 16 meses após o plantio.

4.3 Experimento 3: Desenvolvimento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*) cultivados no campo.

O resumo da análise de variância do fatorial 7 x 3, no esquema de parcelas subdivididas no tempo, avaliadas em quatro épocas, não mostra efeito significativo da interação épocas x tipos de muda x cultivares, apenas para a característica número de ramos plagiotrópicos (Tabela 26). Para todas as outras características, a interação significativa indica existir uma dependência entre os efeitos de cultivares, épocas de avaliação e tipos de muda.

TABELA 26 Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais para altura das plantas (ALT), diâmetro do caule (DMC), número de ramos plagiotrópicos (NRP) e número de nós nos ramos plagiotrópicos (NNP) de cafeeiro. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio			
		ALT (cm)	DMC (mm)	NRP	NNP
(Tratamentos)	(20)	310,16**	24,41**	37,34**	5013,52**
Repetições	3	131,17	7,94	18,87	4055,52
Cultivares	6	311,94**	19,45**	25,10**	3920,40**
Tipos de muda	2	1759,98**	143,45**	240,58**	29319,61**
Cultivares x tipos muda	12	67,62*	7,06*	9,58 ^(5,55) <u>l</u>	1509,07*
Erro 1	60	29,65	3,25	5,09	636,02
Épocas	3	37118,37**	6492,06**	8971,33**	1256928,56**
Erro 2	9	27,10	1,68	15,77	3137,65
(Épocas x tratamentos)	(60)	26,88**	3,35**	3,04**	1476,13**
Épocas x cultivares	18	36,28**	2,55**	3,49**	1352,28**
Épocas x tipos de muda	6	104,56**	18,57**	12,81**	6797,74**
Épocas x t. de muda x cultivares	36	9,24**	1,21**	1,19	651,11**
Erro 3	180	4,33	0,64	0,88	307,52
CV1 (%)		11,80	12,02	14,84	23,71
CV2 (%)		11,29	8,65	26,11	52,66
CV3 (%)		4,51	5,38	6,20	16,49
Média geral		46,12	14,99	15,21	106,30

*; ** Significativo, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F;
^l5,55%:Nível de significância do desdobramento

Nas Tabelas 27, 28 e 29 são apresentados os desdobramentos das interações significativas de tratamentos (cultivares e tipos de mudas), tipos de mudas e cultivares, dentro de épocas de avaliação, respectivamente.

TABELA 27 Resumo das análises de variância dos desdobramento dos tratamentos (cultivares e tipos de mudas) dentro de épocas de avaliação, das plantas cultivadas no campo. Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	Épocas	GL	Quadrado médio		
			ALT	DMC	NNP
Tratamentos	Maio/2004	20	27,84**	0,69	20,12
Tratamentos	Setembro/2004	20	42,33**	2,75**	158,96
Tratamentos	Janeiro/2005	20	147,21**	13,86**	1874,68**
Tratamentos	Maio/2005	20	173,42**	17,16**	7388,14**
Resíduo			10,66	1,29	389,65
GI resíduo médio			117	137	212

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

TABELA 28 Resumo da análise de variância do desdobramento de tipos de muda dentro de cada época de avaliação, para número de ramos plagiotrópicos. Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	Épocas	GL	Quadrado médio
			Número de ramos plagiotrópicos
Tipos de muda	Maio/2004	2	16,97**
Tipos de muda	Setembro/2004	2	33,54**
Tipos de muda	Janeiro/2005	2	124,71**
Tipos de muda	Maio/2005	2	103,78**
Resíduo			1,94
GI resíduo médio			128

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

TABELA 29 Resumo da análise de variância do desdobramento cultivares dentro de cada época de avaliação, para número de ramos plagiotrópicos (NRP). Lavras, MG, 2006.

Fontes de variação	Épocas	GL	Quadrado médio
			Número de ramos plagiotrópicos
Cultivares	Maio/2004	6	2,58
Cultivares	Setembro/2004	6	2,94
Cultivares	Janeiro/2005	6	7,02**
Cultivares	Maio/2005	6	23,03**
Resíduo			1,94
GI resíduo médio			128

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

Altura de planta (cm)

O desdobramento dos tratamentos (cultivares e tipos de muda), dentro de épocas de avaliação, é apresentado na Tabela 30.

Analisando cada época e a média geral, observa-se que os tratamentos enxertados apresentaram menor altura de plantas que a maioria dos tratamentos de pé franco.

Comparando-se os resultados das cultivares Catucaí Amarelo e Topázio com os do Experimento 2 (recipiente de bambu), observa-se que, para altura de plantas, na média geral, os resultados não são coincidentes.

No Experimento 2, observou-se efeito apenas do porta-enxerto Apoatã (Tabela 16), enquanto que neste experimento observou-se o efeito do estresse causado pela enxertia (Tabela 30), indicando que o ambiente de cultivo influencia nos resultados. Independentemente do ambiente de cultivo, a muda enxertada não apresenta maior altura de planta que a muda pé franco.

Os valores médios da altura de planta dos três tipos de mudas e das sete cultivares são apresentados nas Tabelas 31 e 32, respectivamente.

TABELA 30 Valores médios de altura de planta dos tratamentos (cultivares e tipos de muda), em quatro épocas de avaliação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tratamentos	Épocas de avaliação				Média geral
	Maio/ 2004	Setembro/ 2004	Janeiro/ 2005	Maio/ 2005	
Obatã enxertada	24,44 b	29,46 b	41,22 c	64,55 c	39,92 c
Acauã enxertada	23,11 b	26,60 b	42,00 c	65,00 c	39,18 c
Oeiras enxertada	24,29 b	30,11 b	38,88 c	66,79 c	40,02 c
Catucaí amarelo enxertada	26,96 b	33,28 b	47,37 b	72,66 b	45,07 b
Topázio enxertada	25,52 b	32,06 b	47,52 b	78,27 a	45,84 b
Palma II enxertada	27,24 a	32,33 b	44,60 b	78,96 a	45,78 b
Paraíso enxertada	23,64 b	28,12 b	40,17 c	58,90 d	37,71 c
Obatã Auto-enxertada	28,29 a	34,77 a	55,75 a	78,66 a	49,37 a
Acauã Auto-enxertada	24,43 b	30,83 b	48,60 b	69,15 c	43,25 c
Oeiras Auto-enxertada	29,70 a	37,86 a	54,95 a	78,38 a	50,22 a
Catucaí Auto-enxertada	25,39 b	31,50 b	49,35 b	74,15 b	45,10 b
Topázio Auto-enxertada	25,16 b	33,18 b	50,72 a	75,20 b	46,07 b
Palma II Auto-enxertada	29,67 a	36,49 a	55,12 a	78,68 a	49,99 a
Paraíso Auto-enxertada	23,85 b	30,35 b	47,14 b	66,18 c	41,88 c
Obatã pé franco	29,28 a	35,86 a	54,92 a	77,75 a	49,45 a
Acauã pé franco	26,22 b	33,58 b	53,27 a	76,75 a	47,46 b
Oeiras pé franco	31,15 a	38,16 a	55,70 a	77,70 a	50,68 a
Catucaí amarelo pé franco	29,19 a	36,33 a	54,90 a	80,00 a	50,11 a
Topázio pé franco	29,38 a	36,29 a	56,20 a	82,55 a	51,11 a
Palma II pé franco	31,86 a	38,03 a	60,17 a	82,82 a	53,22 a
Paraíso pé franco	27,99 a	35,10 a	52,12 a	72,83 b	47,01 b

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 31 Valores médios de altura de planta dos três tipos de mudas, sete cultivares e quatro épocas de avaliação, cultivadas no campo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Altura de plantas (cm)
Enxertada	41,96 c
Auto-enxertada	46,55 b
Pé Franco	49,86 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 32 Valores médios de altura de plantas das sete cultivares, três tipos de mudas, nas quatro épocas de avaliação cultivadas no campo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Cultivares	Altura média (cm)
Palma II	49,66 a
Topázio	47,67 b
Oeiras	46,97 b
Catucaí Amarelo	46,75 b
Obatã	46,24 b
Acauã	43,38 c
Paraíso	42,20 c

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

As mudas enxertadas apresentam menor altura de planta que os demais tratamentos. A altura intermediária das plantas auto-enxertadas evidenciam o estresse causado pela enxertia e a influência do porta-enxerto Apoatã, considerando todas as cultivares.

Aguilar (1987), estudando a influência de diferentes porta-enxertos no crescimento de progênies de Catimor, verificou que o crescimento vegetativo das plantas enxertadas em *C. arabica* foi semelhante ao de pé franco, mas, quando utilizou o porta-enxerto Conilon de *C. canephora*, observou efeito negativo para o crescimento vegetativo. Isso mostra que os resultados são variáveis em função do porta-enxerto e da copa utilizada, bem como do ambiente de cultivo.

Fahl et al. (1998), avaliando a altura de plantas de *C. arabica* enxertadas sobre progênies de *C. canephora* e *C. congensis*, seis anos após a implantação, observaram que, na média de três locais avaliados, as plantas pé franco de Catuaí e Mundo Novo não diferenciaram das enxertadas no porta-enxerto Apoatã. Resultados semelhantes também foram encontrados por Carvalho & Costa (1977), Ferrari et al. (2001, 2003) e Tomaz et al. (2005), que observaram

que as plantas enxertadas desenvolveram-se de forma semelhante às plantas de pé franco.

Santos et al. (2005), avaliando cultivares de *C. arabica* com e sem enxertia em materiais de *C. congensis*, híbridos entre *C. arabica* e *C. dewevrei* (Piatã) e *C. dewevrei*, cultivadas no campo, observaram diferenças entre os tratamentos até 307 dias após o plantio, sendo as plantas de pé franco superiores às plantas enxertadas. Mas, essa diferença foi diminuindo ao longo do tempo. Aos 667 dias após o plantio, não foram mais observadas diferenças entre os tratamentos. Isso mostra a importância de dar continuidade aos experimentos de campo.

A cultivar que apresentou maior altura de planta foi a Palma II (49,66 cm) e a menor altura a Paraíso (42,2cm). O comportamento das duas cultivares do Experimento 2 (Catucaí Amarelo e Topázio) é coincidente com os encontrados nesse experimento, ou seja, ambas apresentaram mesma altura.

Diâmetro de caule (mm)

O desdobramento dos tratamentos (cultivares e tipos de muda), dentro de épocas de avaliação é apresentado na Tabela 33. Nas Tabelas 34 e 35 são apresentados os valores médios de diâmetro de caule dos três tipos de mudas e das sete cultivares, respectivamente.

TABELA 33 Valores médios de diâmetro de caule dos tratamentos (cultivares e tipos de mudas) em quatro épocas de avaliação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tratamentos	Épocas de avaliação				Média geral
	Maio/ 2004	Setembro/ 2004	Janeiro/ 2005	Maio/ 2005	
Obatã enxertada	6,58	9,01 b	15,76 b	24,14 d	13,87 c
Acauã enxertada	6,68	8,64 b	15,16 b	24,82 c	13,83 c
Oeiras enxertada	6,62	9,07 b	14,35 c	23,63 d	13,42 c
Catucáí amarelo enxertada	6,47	9,32 b	15,38 b	25,35 c	14,13 c
Topázio enxertada	6,72	9,37 b	16,77 b	25,77 c	14,66 c
Palma II enxertada	6,61	8,97 b	14,35 c	25,67 c	13,90 c
Paraíso enxertada	6,19	7,99 b	13,47 c	21,94 e	12,40 c
Obatã auto-enxertada	7,54	11,26 a	20,07 a	29,55 a	17,11 a
Acauã auto-enxertada	7,18	9,79 a	17,82 a	27,71 b	15,63 b
Oeiras auto-enxertada	7,04	10,14 a	18,56 a	28,78 a	16,13 b
Catucáí auto-enxertada	6,21	8,83 b	16,61 b	26,22 c	14,47 c
Topázio auto-enxertada	6,46	9,65 a	17,22 a	26,50 c	14,96 b
Palma II auto-enxertada	6,35	9,68 a	18,24 a	26,00 c	15,07 b
Paraíso auto-enxertada	6,12	8,74 b	15,71 b	23,86 d	13,61 c
Obatã pé franco	7,17	10,87 a	19,51 a	29,76 a	16,83 a
Acauã pé franco	7,52	10,75 a	18,97 a	28,94 a	16,55 a
Oeiras pé franco	7,04	9,77 a	17,90 a	27,50 b	15,55 b
Catucáí Amarelo pé franco	6,33	10,26 a	18,74 a	28,06 b	15,85 b
Topázio pé franco	7,06	10,13 a	18,76 a	28,10 b	16,01 b
Palma II pé franco	6,80	10,27 a	17,89 a	26,26 c	15,31 b
Paraíso pé franco	6,99	10,40 a	18,30 a	26,56 c	15,56 b

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 34 Valores médios de diâmetro de caule dos três tipos de mudas, sete cultivares nas quatro épocas de avaliação cultivadas no campo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Diâmetro de caule (mm)
Enxertada	13,74 c
Auto-enxertada	15,28 b
Pé Franco	15,95 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 35 Valores médios de diâmetro de caule das plantas das sete cultivares, três tipos de mudas, nas quatro épocas de avaliação cultivadas no campo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Cultivares	Diâmetro de caule (mm)
Obatã	15,93 a
Acauã	15,33 b
Topázio	15,21 b
Oeiras	15,03 b
Catucaí Amarelo	14,81 b
Palma II	14,76 b
Paraíso	13,85 c

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Considerando apenas as cultivares Catucaí Amarelo e Topázio (Tabela 33), observa-se efeito da enxertia apenas para a cultivar Catucaí Amarelo. No Experimento 2 (recipiente de bambu), não houve interação entre cultivares e tipos de mudas. Considerando todos os tipos de mudas (Tabela 34), observam-se efeitos da enxertia e do porta-enxerto Apoatã. No experimento conduzido em recipientes de bambu, observou-se apenas efeito do porta-enxerto Apoatã (Tabela 17), evidenciando que os resultados obtidos nos diferentes ambientes de cultivo não são coincidentes. Os tratamentos enxertados, em geral, foram inferiores aos pé franco.

Esses resultados não coincidem com aqueles encontrados por Tomaz et al. (2005) que não observaram diferenças entre as plantas enxertadas ou não no porta-enxerto Apoatã, independentemente da cultivar. Santos et al. (2005) comentam que, aos 307 dias após o plantio, as plantas enxertadas também se igualaram às plantas de pé franco.

A cultivar que apresentou maior diâmetro de caule foi a Obatã (15,53 mm) e o menor, a Paraíso (13,85 mm). As cultivares Catucaí Amarelo e Topázio tiveram o mesmo desempenho neste experimento, diferentemente do Experimento 2, no qual a cultivar Catucaí Amarelo apresentou menor diâmetro

de caule que a cultivar Topázio. No Experimento 2, observou-se efeito negativo do porta-enxerto Apatã, mostrando que os resultados não são coincidentes quando se comparam os dois ambientes de cultivo, mas, a muda enxertada é inferior à muda de pé franco.

Número de ramos plagiotrópicos

Não houve interação significativa entre cultivares x tipos de muda x épocas de avaliação para número de ramos plagiotrópicos. Na Tabela 36 são apresentados os valores médios do desdobramento de tipos de muda dentro de cada época avaliada.

TABELA 36 Valores médios de número de ramos plagiotrópicos de três tipos de mudas em quatro épocas de avaliação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Épocas de avaliação				Média geral
	Maio/2004	Setembro/2004	Janeiro/2005	Maio/2005	
Enxertada	4,06 b	8,78 c	15,21 c	26,46 c	13,63 c
Auto-enxertada	4,64 b	10,12 b	18,17 b	28,97 b	15,47 b
Pé franco	5,60 a	10,95 a	19,29 a	30,25 a	16,52 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A muda enxertada apresenta menor número de ramos plagiotrópicos que as demais. Também é observado efeito, tanto do estresse causado pela enxertia quanto do porta-enxerto Apatã, semelhante ao encontrado para as outras características. No Experimento 2, observou-se apenas efeito do porta-enxerto Apatã (Tabela 19), indicando que os resultados não são coincidentes.

Tomaz et al. (2005) encontraram diferenças entre os tipos de muda apenas para uma linhagem de *C. arabica*, em que a muda enxertada desenvolveu menos que a pé franco. Para todas as outras, não houve diferenças entre os tipos

de mudas. Santos et al. (2005) também não observaram diferenças entre as mudas de pé franco e as enxertadas, aos 307 dias após o plantio.

Os valores médios do desdobramento de cultivares dentro de épocas avaliadas são apresentados na Tabela 37. As cultivares Oeiras e Paraíso apresentaram os menores números de ramos plagiotrópicos.

TABELA 37 Valores médios de número de ramos plagiotrópicos de sete cultivares em quatro épocas de avaliação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Cultivares	Épocas de avaliação				Média
	Maior/ 2004	Setembro/ 2004	Janeiro/ 2005	Maior/ 2005	
Obatã	5,18	9,86	17,85 a	28,48 b	15,34 a
Acauã	5,11	10,16	17,94 a	18,49 b	15,42 a
Oeiras	4,16	9,81	16,29 b	26,87 c	14,28 b
Catucá Amarelo	4,65	9,66	17,22 b	28,74 b	15,07 a
Topázio	5,10	10,91	18,60 a	30,55 a	16,29 a
Palma II	5,06	9,92	17,99 a	29,90 a	15,72 a
Paraíso	4,11	9,32	17,02 b	26,87 c	14,33 b

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Comparando-se apenas as cultivares Catucá Amarelo e Topázio, dos Experimentos 2 e 3, observa-se que os resultados são semelhantes aos encontrados para diâmetro de caule. No Experimento 2, a cultivar Catucá Amarelo apresentou menor número de ramos plagiotrópicos que a cultivar Topázio, mas, quando avaliadas no campo, essas se comportaram de forma semelhante.

Número de nós nos ramos plagiotrópicos

O desdobramento dos tratamentos (cultivares e tipos de muda), dentro de épocas de avaliação, é apresentado na Tabela 38.

TABELA 38 Valores médios de número de nós nos ramos plagiotrópicos dos tratamentos (cultivares e tipos de mudas), em quatro épocas de avaliação. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tratamentos	Épocas de avaliação				Média
	Maio/ 2004	Setembro/ 2004	Janeiro/ 2005	Maio/ 2005	
Obatã enxertada	6,55	22,50	79,50 b	209,14 d	79,42 c
Acauã enxertada	7,20	24,10	85,50 b	228,95 d	86,44 c
Oeiras enxertada	4,55	24,20	69,53 b	226,25 d	81,13 c
Catucaí amarelo enxertada	6,48	26,65	89,17 b	247,41 c	92,43 b
Topázio enxertada	8,35	31,87	110,32 a	299,83 b	112,59 a
Palma II enxertada	7,25	23,05	87,45 b	266,58 c	96,08 b
Paraíso enxertada	4,50	17,00	67,35 b	183,26 e	68,03 c
Obatã Auto-enxertada	9,95	29,40	120,80 a	355,75 a	128,98 a
Acauã Auto-enxertada	9,60	33,60	117,20 a	285,30 b	111,43 a
Oeiras Auto-enxertada	7,90	36,00	117,70 a	281,02 b	110,66 a
Catucaí Auto-enxertada	6,00	23,80	98,50 b	262,80 c	97,78 b
Topázio Auto-enxertada	7,50	36,30	126,15 a	312,20 b	120,54 a
Palma II Auto-enxertada	9,05	36,60	131,30 a	310,42 b	121,84 a
Paraíso Auto-enxertada	4,90	28,45	97,70 b	252,12 c	95,79 b
Obatã pé franco	10,90	34,20	123,15 a	305,20 b	118,36 a
Acauã pé franco	11,85	40,20	135,30 a	315,60 b	125,74 a
Oeiras pé franco	8,15	30,40	106,40 a	256,40 c	100,34 b
Catucaí amarelo pé franco	10,05	33,90	128,20 a	309,00 b	120,29 a
Topázio pé franco	10,90	37,70	131,50 a	327,77 a	126,97 a
Palma II pé franco	11,35	34,75	131,30 a	308,12 b	121,38 a
Paraíso pé franco	9,95	37,25	124,00 a	298,10 b	117,33 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Os resultados foram semelhantes aos encontrados para as outras características, em que os tratamentos enxertados, na maioria das épocas avaliadas e na média geral, foram inferiores às mudas de pé franco. Os valores médios do número de nós nos ramos plagiotrópicos dos três tipos de mudas e das sete cultivares são apresentados nas Tabelas 39 e 40, respectivamente.

TABELA 39 Valores médios de número de nós nos ramos plagiotrópicos dos três tipos de mudas, sete cultivares nas quatro épocas de avaliação cultivadas no campo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Tipos de muda	Número de nós nos ramos plagiotrópicos
Enxertada	88,02 b
Auto-enxertada	112,42 a
Pé Franco	118,62 a

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 40 Valores médios de número de nós nos ramos plagiotrópicos das plantas das sete cultivares, três tipos de mudas, nas quatro épocas de avaliação cultivadas no campo. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Cultivares	Número de nós nos ramos plagiotrópicos
Topázio	120,03 a
Palma II	113,10 a
Obatã	108,92 a
Acauã	107,86 a
Catucáí Amarelo	103,49 b
Oeiras	97,37 b
Paraíso	93,71 b

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A muda enxertada apresentou menor número de nós nos ramos plagiotrópicos que os demais tratamentos, mostrando ineficiência do porta-enxerto Apoatã, semelhante ao Experimento 2.

Tomaz et al. (2005), avaliando o número de nós nos ramos plagiotrópicos medianos, não observaram diferenças entre as plantas enxertadas ou não no porta-enxerto Apoatã, para a grande maioria dos materiais de *C. arabica*.

As cultivares que apresentaram maior número de nós nos ramos plagiotrópicos foram Topázio, Palma II, Obatã e Acauã. No Experimento 2, a cultivar Catucáí Amarelo apresentou menor número de nós nos ramos

plagiotrópicos, quando comparada com a Cultivar Topázio, sendo esse resultado semelhante ao observado no presente experimento.

Considerando os dois ambientes de cultivo e as cultivares Topázio e Catucaí Amarelo, observa-se que os resultados são coincidentes para algumas características avaliadas (altura de planta e número de nós nos ramos plagiotrópicos), mostrando que o ambiente de cultivo pode influenciar no desempenho das cultivares enxertadas ou não.

Avaliando-se os tipos de muda, de forma geral, observa-se que a muda enxertada desenvolve-se menos que a muda pé franco para todas as características avaliadas. Esse comportamento se deve, ora pelo estresse causado pela enxertia ora pela presença do porta-enxerto Apoatã e ambos, sendo o comportamento variável com a fase de desenvolvimento e com o ambiente de cultivo.

4.4 Experimento 4: Características anatômicas do caule de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*)

Avaliando-se o desenvolvimento das plantas enxertadas dos experimentos, observa-se que a muda enxertada não é superior à muda pé franco para nenhuma característica. A enxertia, em si, é um fator altamente estressante, pois as duas plantas (cavalo e cavaleiro) sofrem mutilações drásticas. Provavelmente, a maior parte das diferenças seja devido ao processo de regeneração e recuperação dos tecidos das plantas, especialmente do sistema vascular. Portanto, é natural que ocorra certo atraso ou mesmo algum “prejuízo”, nas plantas enxertadas comparadas às de pé franco. A planta de cafeeiro tolera a enxertia mas não se recupera completamente do estresse causado por ela, ou seja, não é um processo natural no cafeeiro. As causas podem estar relacionadas ainda a algum tipo de incompatibilidade entre o enxerto e o porta-enxerto, a cicatrização dos tecidos, a translocação de água e nutrientes, e outros.

Nas Figuras 5 e 6 são apresentados os cortes transversais dos caules das duas cultivares de *C. arabica* (Catucaí Amarelo e Topázio), 4 a 5 cm abaixo do cotilédone e do porta-enxerto Apoatã (*C. canephora*), 4 a 5 cm cima do colo, conforme metodologia proposta por Souza et al. (2002). Na região caulinar, onde é realizado o enxerto, nota-se bastante semelhança aparente dos tecidos vasculares das duas cultivares de *C. arabica*, mas, na cultivar Apoatã, parece haver mais tecido vascular, formando um cilindro mais aberto, mesmo com diâmetros de caules semelhantes. Essa diferença pode estar relacionada a alguns fatores, como, a defasagem da época de semeadura adotada (12 dias), para que, no momento da enxertia, todas as plântulas estivessem num mesmo estágio de desenvolvimento (“palito de fósforo”), a localização dos cortes ao longo do caule, bem como as diferenças anatômicas das duas espécies. Souza et al. (2002) comentam que, conforme a temperatura, as sementes de Apoatã podem ser semeadas até 15 dias antes das sementes de *C. arabica*, para que, no momento

da enxertia, ambas estejam no mesmo estágio de desenvolvimento. É necessário saber se, apesar de estarem num mesmo estágio de desenvolvimento, as características anatômicas, principalmente dos tecidos vasculares, são as mesmas. Em uma enxertia, é importante o maior contato possível entre as regiões cambiais das duas plantas. Sendo assim, a defasagem cronológica deve ocorrer, principalmente, para uniformizar as regiões cambiais das duas espécies, fazendo com que coincidam ao máximo possível no momento da enxertia. Portanto, estudos anatômicos na região da enxertia das cultivares de cafeeiro associados à época de semeadura devem ser realizados, visando conhecer o diâmetro médio dos tecidos vasculares e a região cambial das plantas utilizadas.

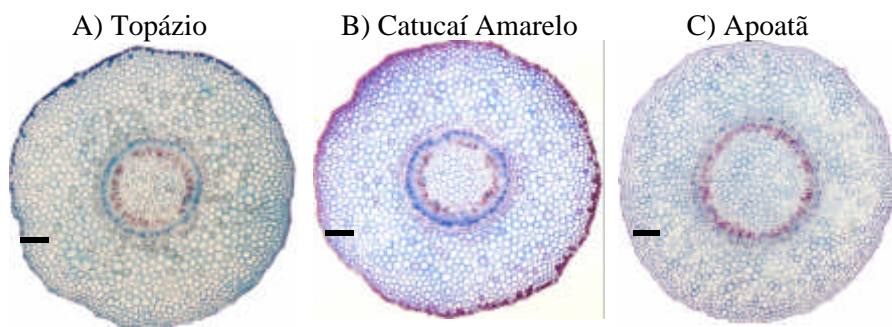


FIGURA 5 Seções transversais dos caules das cultivares Topázio, Catucaí Amarelo e Apatã no dia da enxertia. Barra = 200 μ m. UFLA, Lavras, MG. 2006.

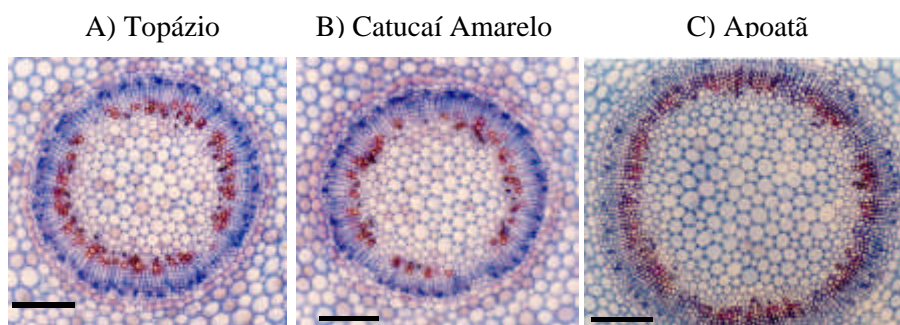


FIGURA 6 Seções transversais dos caules das cultivares Topázio, Catucaí Amarelo e Apatã no dia da enxertia. Barra = 200 μ m. UFLA, Lavras, MG. 2006.

Os tecidos da região da enxertia, o córtex, a endoderme com a estria de Caspary, o periciclo, o floema primário, o xilema primário e o tecido cambial (início da formação da estrutura secundária de crescimento) (Figura 7), são semelhantes aos encontrados por Jesus (2003), quando avaliou estacas de caules de cafeeiros, utilizados para propagação vegetativa.

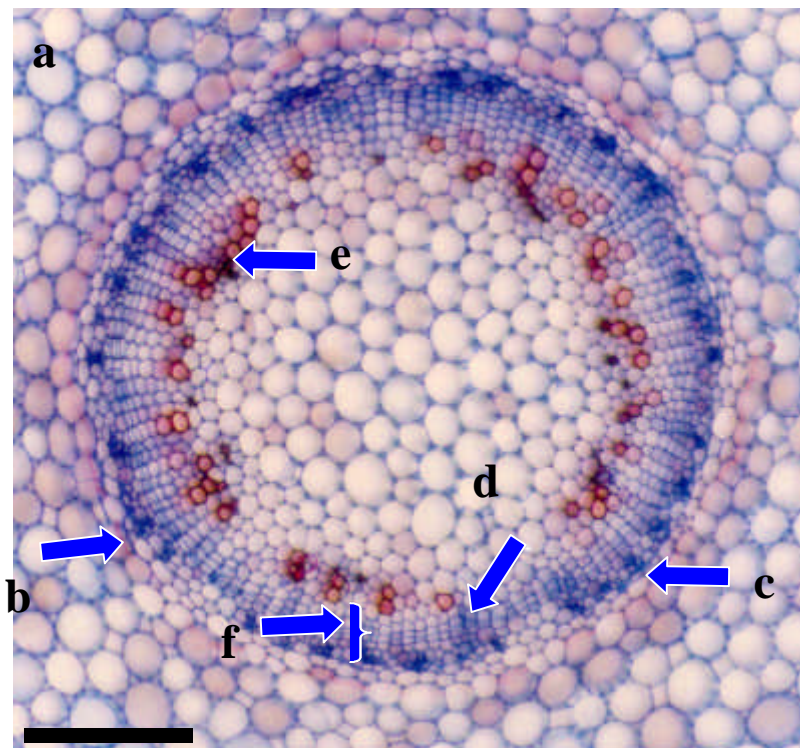


FIGURA 7 Seção transversal do caule de *C. arabica*, cultivar Catucaí Amarelo. (a) = córtex; (b) = endoderme e estrias de Caspary; (c) = periciclo; (d) = floema primário; (e) = xilema primário; (f) = tecido cambial. Barra = 200 μ m UFLA, Lavras, MG, 2006.

Na Figura 8, são apresentados os cortes das plantas enxertadas sobre o porta-enxerto Apoatã e auto-enxertadas, 30 dias após a enxertia. Observa-se a junção das partes, caracterizando a cicatrização da região da enxertia. O

preenchimento dos espaços por células parenquimatosas (calo) é observado em todos os cortes. É evidente o maior desenvolvimento dos tecidos vasculares no Apatã auto-enxertado (Figura 8C), especialmente xilema (corado de vermelho).

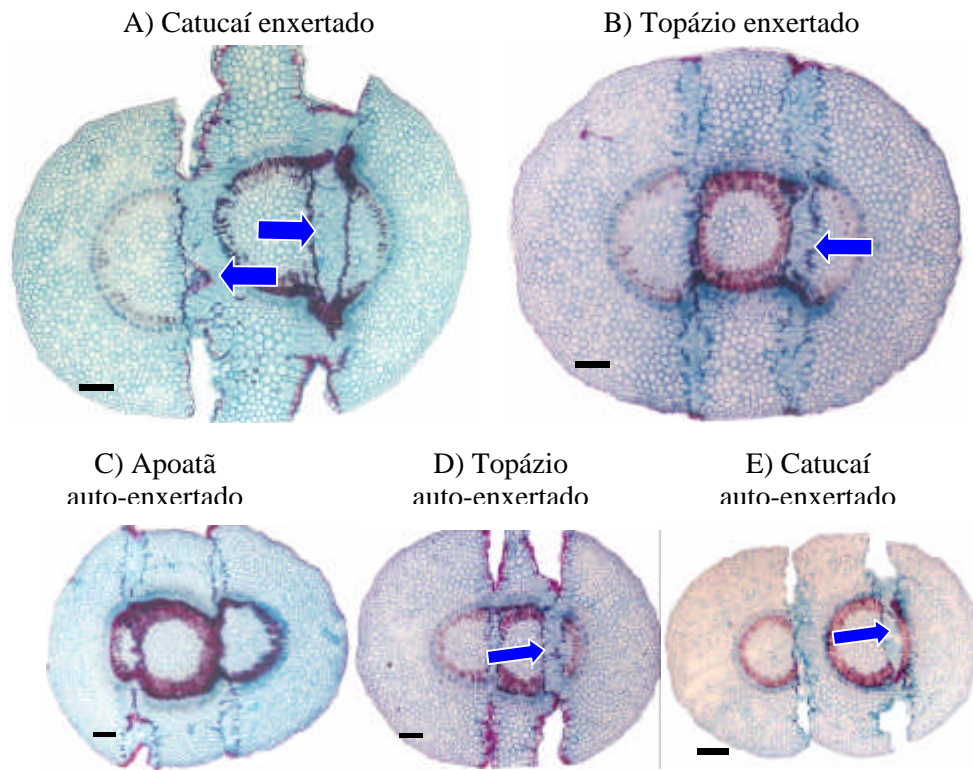


FIGURA 8 Cortes transversais de caules de café enxertados e auto-enxertados, aos 30 dias; seta = parênquima (calo) preenchendo espaços. Barra = 200 μ m. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Shimoya (1968) comenta que o tecido parenquimatoso exerce papel importante, uma vez que ele promove a primeira ligação ou soldadura. Dessa forma, quanto maior a superfície de contato de parênquima de ambas as partes, maior será o êxito da operação. Esses mesmos autores comentam que em, citros, o fenômeno de pega é possível que ocorra no primeiro dia, uma vez que não é observada a formação de “tecido caloso” e a soldadura se inicia pela periferia e

se estende para o centro. Observa-se, nas Figuras 8 e 9, que a soldadura da enxertia no cafeeiro se inicia do centro, próximo aos tecidos condutores e se expande à periferia. Quando não ocorre uma perfeita justaposição do enxerto com o porta-enxerto, observa-se um desenvolvimento exagerado do parênquima cortical do enxerto para alcançar a superfície do porta-enxerto. Na Figura 9, observa-se o preenchimento dos espaços por calo parenquimatoso (c) e o início da reconstituição do xilema, 30 dias após a enxertia. Isso também foi observado em outros cortes, tanto enxertados, quanto auto-enxertados.

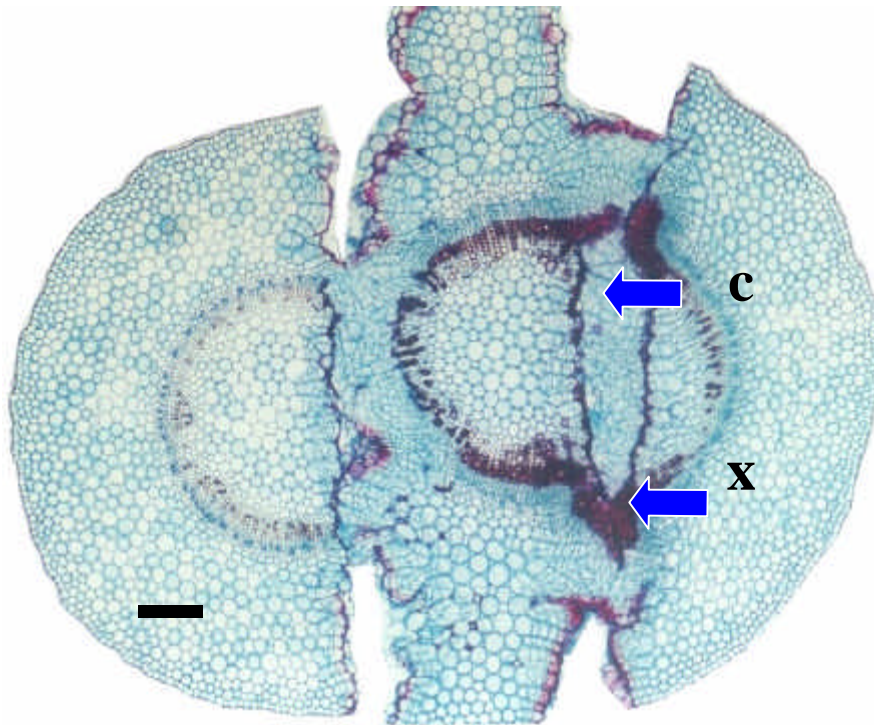


FIGURA 9 Seção transversal do caule de cafeeiro, cultivar Catucaí Amarelo enxertada em Apoatã aos 30 dias, mostrando preenchimento dos espaços por calo parenquimatoso (c) e a reconstituição do xilema (x). Barra = 200µm.UFLA, Lavras, MG, 2006.

Luna et al. (2002), estudando a histologia de microenxertia em espécies de cactus (*Opuntia* spp.), descreveram a ocorrência de calos a partir de células parenquimatosas das regiões da enxertia. Aos 28 dias após a enxertia, todos os espaços já estavam preenchidos e os novos tecidos vasculares já estavam restaurados. Resultados semelhantes são observados nas Figuras 8 e 9, em que nas cultivares Catucaí e Topázio enxertadas, e principalmente em Aboatã auto-enxertada, aos 30 dias após a enxertia, já se verifica o preenchimento dos espaços vazios e o início de formação dos tecidos vasculares.

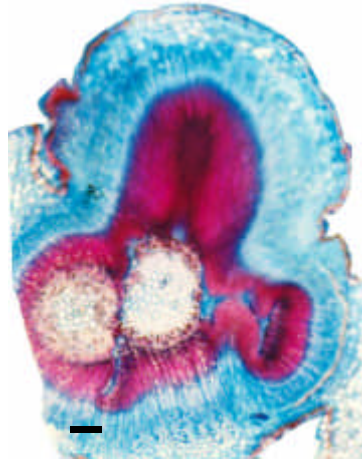
Na Figura 10 são mostradas as seções transversais de caules das plantas enxertadas, aos 60 e 90 dias após a enxertia (DAE). Observa-se que o tecido vascular do porta-enxerto que não fica em contato com o da copa desenvolve-se mais lentamente (seta). Também na Figura 10, cultivar Topázio, 60 DAE, observa-se a junção dos tecidos vasculares das duas plantas. Também observa-se que, quando ocorre a sobreposição dos tecidos vasculares, a reconstituição do sistema vascular parece ser mais eficiente e rápida (Figuras 8, 9 e 10).

Na Figura 11, observa-se que a junção ocorreu de forma desorganizada, onde os tecidos vasculares das plantas não coincidiram. É provável que este fato possa influenciar no desenvolvimento normal da planta, pois, um atraso na reconstituição dos tecidos vasculares pode afetar outros fatores, como a translocação de água e nutrientes do porta-enxerto para o enxerto e de fotoassimilados da copa para o porta-enxerto. Na prática, no momento da enxertia, não existe preocupação com o posicionamento dos caules das duas plantas, nem com a junção dos tecidos vasculares na base da enxertia, sendo esse o principal local onde ocorre a união. Isso ocorre, talvez, porque a porcentagem de pegamento é elevada (próxima a 100%), semelhante à obtida por Souza et al., 2002.

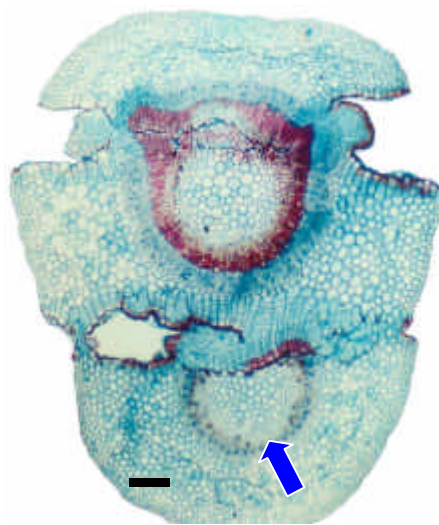
A) Topázio enxertado 60 DAE



B) Topázio enxertado 90 DAE



C) Catucaí enxertado 60 DAE



D) Catucaí enxertado 90 DAE

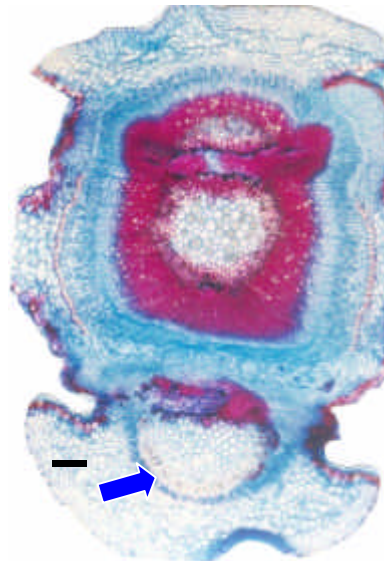
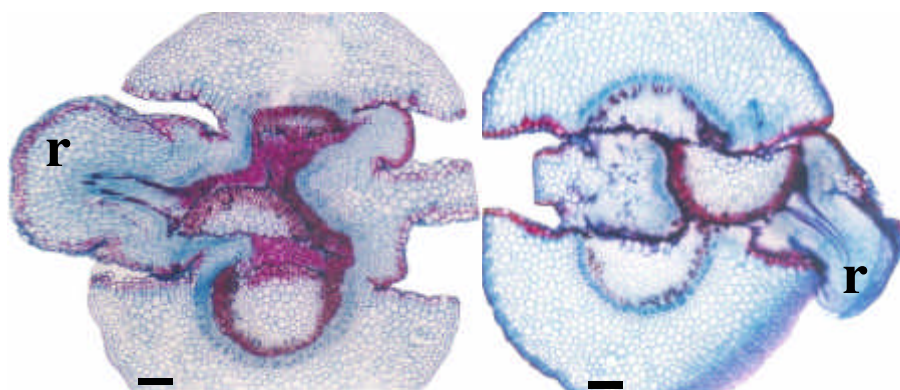


FIGURA 10 Seções transversais de caules de cafeeiro enxertados, 60 e 90 dias após a enxertia (DAE), e o tecido vascular do porta-enxerto pouco desenvolvido (seta). Barra = 200 μ m. UFLA, Lavras, MG, 2006.

A) Topázio auto-enxertada 60 DAE

B) Apatã auto-enxertada 30 DAE



C) Apatã auto-enxertada 30 DAE

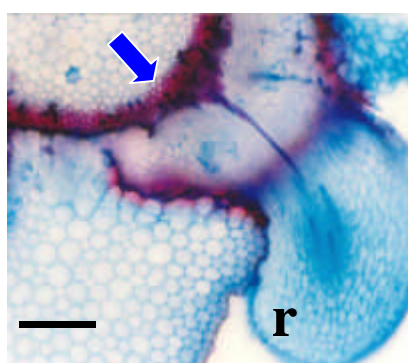


FIGURA 11 Seção transversal do caule das cultivares Topázio e Apatã, auto-enxertadas, onde os tecidos vasculares da copa não coincidiram com os do porta-enxerto, e a formação de raízes adventícias da copa (r), formadas a partir do periciclo (seta). Barra = 200µm. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Também na Figura 11, observa-se a formação de raízes adventícias a partir da copa. Essas observações são semelhantes às descritas por Jesus (2003), que estudou a propagação vegetativa de cafeeiros por meio do enraizamento de

estacas. Appezzato-da-Glória & Guerreiro (2003) comentam que a origem dessas raízes é endógena, formando-se nas proximidades dos tecidos vasculares, na região do periciclo. Isso ocorreu não só nas enxertias onde não coincidiram os tecidos vasculares, mas também naquelas com boa junção dos tecidos (Figura 12).

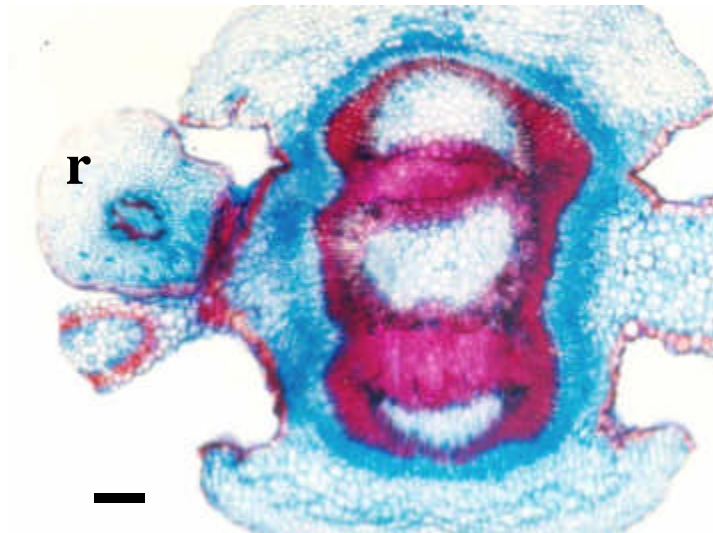


FIGURA 12 Seção transversal do caule de Apoatã auto-enxertado, 60 DAE, e a formação de raiz adventícia (r) em planta que os tecidos vasculares coincidiram. Barra = 200µm, UFLA, Lavras, MG, 2006.

Souza et al. (2002) comentam que os cortes do caule do porta-enxerto muito próximos do colo podem ocasionar a emissão de raízes do enxerto. Nesse experimento, a formação de raízes adventícias foi observada tanto nas mudas enxertadas quanto nas auto-enxertadas, independentemente da cultivar, tendo esta característica, aparentemente, sido influenciada, principalmente, pela proximidade da região da enxertia ao colo do porta-enxerto, em contato com o substrato. O contato do substrato com a região da enxertia induz a formação de

raízes adventícias, sendo que a copa comporta-se como uma estaca colocada para enraizar.

Na Figura 13, observa-se uma muda de cafeeiro cultivar Topázio, enxertada em porta-enxerto Apatã, com raízes adventícias bem desenvolvidas, formadas a partir da parte enxertada (copa).



FIGURA 13 Muda de cafeeiro cultivar Topázio, enxertada em porta-enxerto Apatã, com raízes adventícias formadas a partir da copa (r) e a zona da enxertia (z). UFLA, Lavras, MG, 2006.

Essa característica é indesejável no caso do cafeeiro, uma vez que se busca, com a enxertia, um sistema radicular resistente aos fitonematóides e, dessa forma, uma parte do mesmo seria susceptível.

Na Figura 14 observa-se uma junção das duas partes aos 90 dias após a enxertia, coincidindo os tecidos vasculares do enxerto com o do porta-enxerto. Nota-se a grande quantidade de tecidos vasculares já formados em especial de xilema (em vermelho).

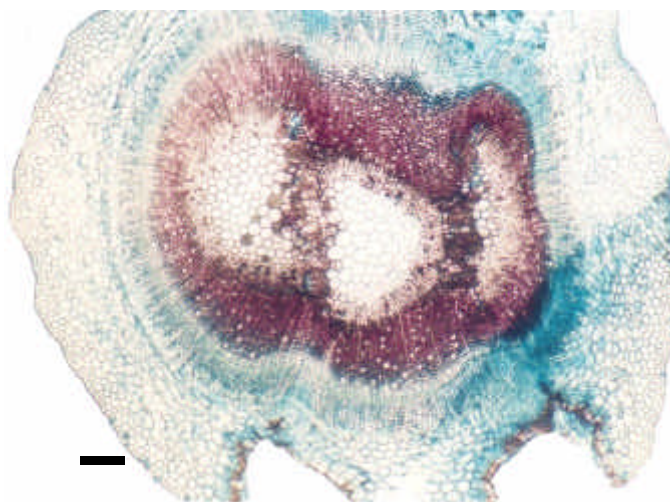


FIGURA 14 Seção transversal do caule da cultivar Catucaí Amarelo enxertada, mostrando a união dos tecidos vasculares, 90 dias após a enxertia. Barra = 200 μ m. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Uma amostra do que ocorre ao longo da região da enxertia pode ser vista na Figura 15, que mostra os cortes longitudinais das plantas enxertadas aos 30 e 60 dias após a enxertia. Nota-se que, aos 30 dias após a enxertia, ainda existem muitos espaços vazios na região da enxertia (setas), que diminuem consideravelmente aos 60 dias após a enxertia. Pode-se observar que a primeira parte da enxertia a iniciar a produção de tecidos, unindo as plantas, localiza-se na base. Portanto, no momento da enxertia, é importante que o ápice da cunha da copa seja encaixado até o final do corte realizado no porta-enxerto, obtendo um maior contato dos tecidos na região basal do enxerto, aumentando, com isso, a probabilidade de sucesso do enxerto.

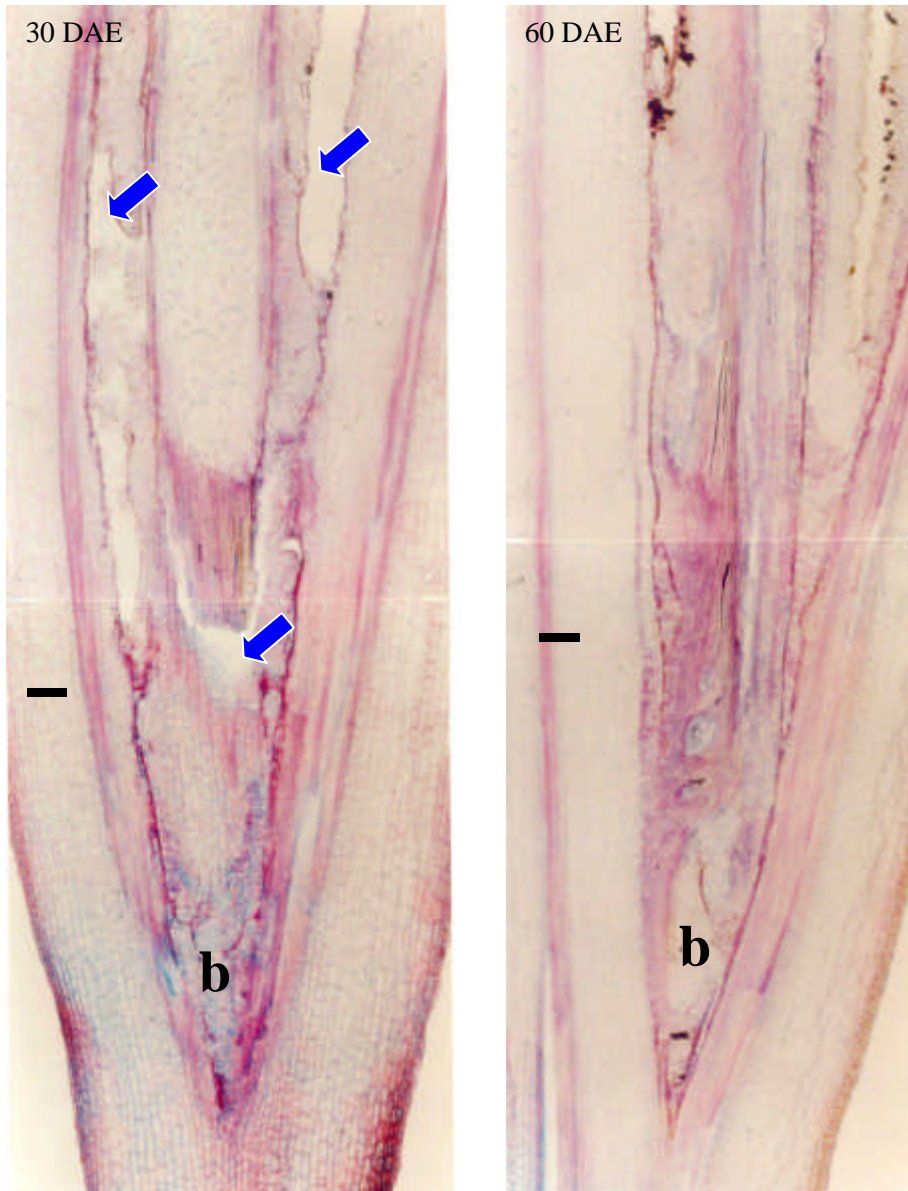


FIGURA 15 Cortes longitudinais do caule de Catucaí Amarelo enxertados no porta-enxerto Apatã, 30 e 60 DAE, mostrando espaços vazios (setas) e a região basal do enxerto (b). Barra = 200 μ m. UFLA, Lavras, MG, 2006.

Aparentemente, a enxertia de *C. arabica* sobre Aboatã IAC 2258 (*C. canephora*) não apresenta sinais evidentes de incompatibilidade de reconstituição e formação de tecidos. As seqüências dos eventos estruturais que ocorrem durante o pegamento do enxerto, de forma geral, são semelhantes às descritas por Hartmann et al. (2002).

Novas pesquisas devem ser realizadas com o objetivo de determinar outros tipos de incompatibilidade que podem estar afetando o desenvolvimento das plantas enxertadas, tais como, análises químicas dos tecidos; características anatômicas da região da enxertia, considerando a época de semeadura e o local de corte dos tecidos; capacidade das plantas enxertadas absorver, translocar e assimilar água, nutrientes e fotoassimilados, e outros. É importante conhecer esses fatores, para que, em um programa de melhoramento, o objetivo principal não seja apenas selecionar porta-enxertos tolerantes aos fitonematóides, mas que apresentem outras características como um sistema radicular mais vigoroso e que sejam compatíveis com as plantas de *C. arabica*, recomendando, dessa forma, essa técnica para áreas infestadas ou não por fitonematóides.

5 CONCLUSÕES

Considerando as cultivares, os ambientes de cultivo, as fases de desenvolvimento e as características anatômicas avaliadas, conclui-se que:

- a muda enxertada não é superior à muda de pé franco para nenhuma das cultivares (Obatã IAC 1669-20, Acauã, Oeiras MG 6851, Catucaí Amarelo 2SL, Topázio MG 1190, IBC Palma II e Paraíso MG H 419-1) e nenhuma das características avaliadas (altura das plantas, diâmetro do caule, número de ramos plagiotrópicos, número de nós nos ramos plagiotrópicos, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular);
- aparentemente, não existem sinais de incompatibilidade anatômica entre as cultivares avaliadas e o porta-enxerto Apoatã IAC 2258.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, M. A. G. **Influência de diferentes porta-enxertos de *Coffea* spp. No crescimento e na seca dos ramos em progênes de Catimor (*Coffea arabica* L.)**. 1987. 70 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.
- ALBUQUERQUE, T. C. S.; DECHEN, A. R. Absorção de macronutrientes por porta-enxertos e cultivares de videira em hidroponia. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, jan./abr. 2000.
- ALFONSI, E. L.; FAHL, J. L.; CARRELLI, M. L. C. Estudo fisiológico da parte aérea e do sistema radicular e nutrição mineral de quatro espécies de *Coffea* e um híbrido natural, visando conhecer seus potenciais para utilização como porta-enxerto. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA-CAFÉ, 2003. p. 68-69.
- ALVARENGA, A.A de; ALVES, J.D.; DAVIDE, L.C.; PEREIRA, I.A.M. Instrumentação aplicada a biologia. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 96p.
- ALVES, A. A. C. **Efeito da enxertia na nutrição mineral, no crescimento vegetativo, na fotossíntese e na redutase do nitrato, em *Coffea arabica***. 1986. 61 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- APPEZATTO, D. A.; GLÓRIA, B.; GUERREIRO, S. M. C. **Anatomia vegetal**. Viçosa, UFV, 2003.
- BAPTISTA, J. Z. **Estudo do crescimento da parte aérea e do sistema radicular de cafeeiro**. 2000. 32 p. Dissertação (Mestrado em genética e melhoramento de plantas) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
- BARROS, R.S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA FILHO, L.J. Determinação da área de folhas do café (*C. arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.107, p.44-52, mar. 1973.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. **Normas climatológicas (1960-1990)**. Brasília: MA/SNI/DNMET, 1992. 84p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Brasil: Agropecuária – exportações totais**. Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/AGRICULTURA_EM_NUMEROS_2003/5.1.1.A.XLS>. Acesso em: 20 jan. 2005.

BYRNE, T.; FURUTA, T. Rootstock and chemical composition of roses. **Hortscience**, Alexandria, v. 2, p. 18, 1967.

CAMERON, H. R. Effect of root or trunk stock on susceptibility of orchard trees to *Pseudomonas syringae*. **Plant Disease Report**, St. Paul, v. 55, p. 421-423, 1971.

CAMPOS, D. P. Situação atual do ataque de nematóides do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 230, ago. 1997. Suplemento.

CAMPOS, V. P.; LIMA, R. D. de. Nematóides parasitas do cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEIERO, 1986, Poços de Caldas. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 379-389.

CARNEIRO, R. G.; ALTEIA, A. A. K. Seleção de cafeeiros (*Coffea canephora*) resistentes a raças de *Meloidogyne incognita*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16., 1992, Lavras, MG. **Resumos...** Lavras: ESAL, 1992. p. 61.

CARVALHO, A.; COSTA, W. M da.; Comparação de características de algumas cultivares de café enxertadas e de pé franco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 5., 1977, Guarapari. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1977. p. 77.

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

COSTA, W. M.; GONÇALVES, W.; FAZUOLI, L. C. Produção de café Mundo Novo em porta-enxerto de *Coffea canephora*, em área infestada com *Meloidogyne incognita* raça 1. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 15, n. 1, p. 43-50, 1991.

ESTRADA-LUNA, A. A.; LOPES-PERALTA, C.; CARDENAS-SORIANO, E. In vitro micrografting and histology of graft union formation of selected species of prickly pear cactus (*Opuntia* spp.). **Scientia Horticultureae**, Amsterdam, v. 92, n. 3/4, p. 317-327, Feb. 2002.

FAHL, J. I.; CARRELI, M. L. C. Estudo fisiológico da interação enxerto e porta-enxerto em plantas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12., 1985, Caxambu. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1985. p. 115-117.

FAHL, J. I.; CARRELI, M. L. C.; GALLO, P. B.; DA COSTA, W. M.; NOVO, M. doC. deS. S. Enxertia de *Coffea arabica* sobre progênies de *Coffea canephora* e de *C. congensis* no crescimento, nutrição mineral e produção. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 2, p. 297-312, 1998.

FAZUOLI, L.; COSTA, W. M.; BORBOLETTI, N. Efeito do porta-enxerto LiC 2258 de *Coffea canephora*, resistente a *Meloidogyne incognita*, no desenvolvimento e produção inicial de dois cultivares de *Coffea arabica*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1983a. p. 113-115.

FAZUOLI, L.; COSTA, W. M.; FERNANDES, J. A. R. Variabilidade na resistência de *Coffea canephora*, em relação a uma população do nematóide *Meloidogyne incognita*, em condições de viveiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10., 1983, Poços de Caldas. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1983b. p. 115-116.

FERRARI, R. B.; SAKIYAMA, N. S.; TOMAZ, M. A.; DA MATTA, F. M.; MARTINEZ, H. E. P.; ZAMBOLIM, L.; ALVES, A. P. Crescimento de cafeeiros enxertados, avaliados na fase de implantação no campo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA-CAFÉ, 2003. p. 283.

FERRARI, R. B.; TOMAZ, M. A.; SAKIYAMA, N. S.; DA MATTA, F. M.; CRUZ, C. D.; MARTINEZ, H. E. P.; ZAMBOLIM, L.; KATTO, C. A. H. Avaliação do desenvolvimento vegetativo de cafeeiros enxertados, em condições de campo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA-CAFÉ, 2001. p. 43-50.

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

FIGUEIREDO JUNIOR, W. P. **Plantio de mudas de cafeeiro nas entrelinhas da lavoura adulta**. 1999. 44 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FIGUEIREDO, F. C.; OLIVEIRA, A. L. de.; JUNIOR, W. P. deF.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, J. G.; MENDES, A. N. G. Efeito da enxertia em diferentes cultivares no desenvolvimento de mudas de cafeeiro . In CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 2002. p. 190-192.

GALLO, J. R.; RIBAS, W. C. Análise foliar de diferentes combinações enxerto - cavalo para dez variedades de videira. **Bragantia**, Campinas, v. 21, n. 24, p. p. 397-410, abr. 1962.

GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, G. R. R.; JAPIASSÚ, L. B.; REIS, R. P.; SOUZA, T. Avaliação do efeito da enxertia em diferentes cultivares plantados em solo sem nematóides. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 31., 2005, Guarapari. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 2005. p. 6-7.

GARCIA, A. W. R.; JAPIASSÚ, L. B.; FROTA, G. B. Avaliação do efeito da enxertia na produção do cafeeiro em diferentes cultivares plantados em solo sem nematóides – dados preliminares 2ª colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 29., 2003, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 2003. p. 6-7.

GARCIA, A. W. R.; JAPIASSÚ, L. B.; FROTA, G. B. Avaliação do efeito da enxertia na produção do cafeeiro em diferentes cultivares plantados em solo sem nematóides – dados preliminares 3ª colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 2004. p. 11-12.

GOMES, G. A. C.; PAIVA, R.; SANTANA, J. R. F. de.; CHALFUN, N. N. J. Propagação de espécies lenhosas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 216, p. 12-15, 2002.

GOMIDE, M.B.; LEMOS, O.V.; TOURINO, D.; CARVALHO, M.M. de; CARVALHO, J.G. de; DUARTE, G. de S. Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. **Ciência e Prática**, Lavras, v.1, n.2, p. 118-123, jul./dez. 1977.

GONÇALVES, W. Melhoramento do cafeeiro visando resistência a nematoides. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS: genética e melhoramento do cafeeiro, 3., 1999, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/GEN, 1999. p. 82-91.

GONÇALVES, W. **Reações de cafeeiros (*Coffea spp.*) a *Meloidogyne exigua* Goeldi, 1987 e a diferentes populações de *Meloidogyne incognita* (Kofoid e Wite, 1919) Chitwood, 1949.** 1993. 110 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – UNESP, Jaboticabal, SP.

GONÇALVES, W.; PEREIRA, A. A. Resistência do cafeeiro a nematóides. IV – Reação de cafeeiros derivados do Híbrido do Timor a *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 22, n. 1, p. p. 39-50, 1998.

GONÇALVES, W.; SILVAROLLA, M. B. Nematoides parasitos do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologia de produção de café com qualidade**. Viçosa: UFV, 2001. p. 169-268.

GUIMARÃES, P.T.G.; ANDRADE NETO, A de; BELLINI JUNIOR, O.; ADÃO, W.A.; SILVA, E.M. da. Produção de mudas de cafeeiros em tubetes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 19, n.193, p.98-108, 1998.

GUIMARÃES, R. S.; OLIVEIRA, A. L.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S.; CARVALHO, S. J. de. Efeito da enxertia no desenvolvimento de mudas de cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 29., 2003, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 2003. p. 346.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7. ed. Upper Sanddle River: Prentice Hall, 2002. 849 p.

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

HUERTA, S.A. Comparación de métodos de laboratório y de campo, para medir al área foliar del fafeto. **Cenicafé**, Caldas, v.13, n. 1, p. 33-42, ene/mar. 1962.

JANIK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: Agência Norte-Americana para o desenvolvimento Internacional USAID, 1966. 485 p.

JESUS, A.M.S. **Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2003. 173 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

KRAUS; ARDUIN, **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: Edeir, 1997. 198 p.

LIMA, M.M.A de; GONÇALVES, W.; FAZUOLI, L.C.; TRISTÃO, R.O. Estudo comparativo do ciclo de *Meloidogyne incognita* raça 3 em Mundo Novo e Apoaã. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 15, 1989, Maringá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1989. p. 4-6.

LORDELLO, L. G. E. Nematode pest of coffee. In: WEBSTER, J. M. (Ed.). **Economic nematology**. London: Academic, 1972. p. 269-284.
LORDELLO, L. G. E. Perdas causadas por nematóides. **Revista Agricultura**, Piracicaba, v. 51, n. 3/4, p. 222, 1976.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; QUEIRÓZ, A. R.; MENDONÇA, S. M.; AMARAL, A.; LOUBACK, A.; FILHO, S. S. Resistência ao nematóide *Meloidogyne exigua*, em novas seleções de cafeeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 29., 2003, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro, MIC/IBC, 2003. p. 30.

MATIELLO, J. B.; ARAÚJO, P.; VIDIGAL, J. E.; BARROS, U. V.; GARÇON, C. Produtividade em cafeeiros Catuaí enxertados sobre café Conillon em área livre de nematóides, na Zona da Mata de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 27., 2001, Uberaba. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 2001. p. 58-60.

MAZZAFERA, P.; GONÇALVES, W.; FERNANDES, J. A. R. Fenóis, peroxidase, polifenoloxidase na resistência do cafeeiro a *Meloidogyne incognita*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1989. p. 4-6.

MENDES, J. E. T. **A enxertia do cafeeiro I**. São Paulo: Instituto Agrônomo de Campinas, 1938. 18 p. (Boletim Técnico, n. 39)

MELLO, B. de. **Estudos sobre produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes**. 1999. 65 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

OLIVEIRA, A. L. de. **Desenvolvimento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados submetidos a diferentes níveis de reposição de água.** 2003. 56p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

OTOBONI, C. E. M. Efeito dos nematóides sobre a produção de cafeeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 29., 203, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 2003. p. 276-277.

PAULETTO, D.; FILHO, F. de. A. A.; KLUGE, R. A.; FILHO, J. A. S.; Efeito do porta-enxerto na qualidade do cacho da videira “Niágara Rosada”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 7, p. 935-939, jul. 2001.

PINA, A.; ERREA, P. A review of new advances in mechanism of compatibility –incompatibility. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 106, n. 1, p. 1-11, Aug. 2005.

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

RAMOS, L. C. S.; LIMA, M. M. A. Avaliação da superfície relativa do sistema radicular de cafeeiros. **Bragantia**, Campinas, v. 39, n. 1, p. 1-5, 1980.

RAMOS, L. C. S.; LIMA, M. M. A.; CARVALHO, A. Crescimento do sistema radicular e da parte aérea em plantas jovens de cafeeiros. **Bragantia**, Campinas, v. 41, n. 9, p. 91-99, maio 1982.

SANTOS, M. L.; FURLANI JÚNIOR, E.; GUILLAUMON, J. G.; BENKR, F. M.; PERSEGIL, E.; FERRARI, S. Estudo do comportamento de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) com e sem enxertia na região de Selvíria – MS. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA-CAFÉ, 2005. 1CD-ROOM.

SASSER, J. N. **Plant parasit nematodes:** the farmer's hidden enemy. Raleigh: North Carolina State University, 1979. 115 p.

SILVA, M. B.; SANTINATO, R.; MATIELLO, J. B.; SILVA, A. O. Comportamento de *Coffea arabica* (Catuaí e Acaiaí) enxertados sobre *C. canephora* (Conilon) em áreas de cerrado com déficit hídrico marginal (150mm). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16., 1990, Caxambu. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1990. p. 74-75.

SCHIEBER, E.; GRULLON, L. El problema de nemátodos que atacan al café (*Coffea arabica*) en la República Dominicana . **Turrialba**, San Jose, v. 19, n. 4, p. 513-517, oc./dic. 1969.

SHIMOYA, C.; GOMIDE, C. J.; FONTES, J. M. Estudo anatômico da enxertia em *Citrus* spp. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 15, n. 84, p. 95-105, jul./ago. 1968.

SILVAROLLA, M. B.; GONSALVES, W.; LIMA, M. M. A de. Resistência do cafeeiro a Nematoides V – Reprodução de *Meloidogyne exigua* em cafeeiros derivados da hibridação de *Coffea arabica* com *Coffea canephora*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 22, n. 1, p. 51-59, 1998

SOUZA, C. A. S.; OLIVEIRA, A. L. de; GUIMARÃES, R. J.; DIAS, F. P.; MOURA, C. A. **Produção de mudas de cafeeiro enxertados**. Lavras: UFLA, 2002. não paginado. (Boletim de extensão).

STEEL, R. G. G.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980. 633 p.

SUGUINO, E.; GLORIA, B. A. da.; ARAUJO, P. S. R de.; SIMÃO, S. Propagação vegetativa de camu-camu por meio de enxertia intergenérica na família Myrtaceae. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 12, p. 1477-1482, dez. 2003.

TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species)**. Raleigh, North Caroline State University, 1978. 111p.

TOMAZ, M. A. **Crescimento e eficiência nutricional de mudas de *Coffea arabica* L. em cultivo hidropônico, influenciados pelo porta-enxerto**. 2001. 58 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TOMAZ, M. A.; FERRARI, R. B.; CRUZ, C. D.; MARTINEZ, H. E. P.; FONSECA, A. F. A. .; PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S. Crescimento de raiz e parte aérea de plantas de cafeeiro enxertadas, cultivadas em vaso. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA-CAFÉ, 2003. 1CD-ROOM)

TOMAZ, M. A.; SAKIYAMA, N. S.; MARTINEZ, H. E. P.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, A. A.; FREITAS, R. S. de. Porta-enxertos afetando o desenvolvimento de mudas de *Coffea arabica* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 570-575, maio/jun. 2005.

VALLONE, H. S. **Produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes com polímero hidrorretentor, diferentes substratos e adubações.** 2003. 75 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

WEAVER, D. J.; DOUD, S. L.; WEHUNT, E. J. Evaluation of peach seedling rootstocks for susceptibility to bacterial canker, caused by *Pseudomonas syringae*. **Plant Disease Report**, St. Paul, v. 63, n. 5, p. 364-367, 1979.

ZEHR, E. L.; MILLER, R. W.; SMITH, F. H. Soil fumigation and peach rootstocks for protection against peach tree short life. **Pytopathology**, St. Paul, v. 66, n. 5, p. 689-694, May 1976.