

# ESTUDO ANATÔMICO DE CAFEIROS ENXERTADOS

## Anatomic study of grafted coffee trees

Fábio Pereira Dias<sup>1</sup>, Daniel Melo de Castro<sup>2</sup>, Antônio Nazareno Guimarães Mendes<sup>3</sup>,  
Haroldo Silva Vallone<sup>4</sup>, Alex Mendonça de Carvalho<sup>5</sup>, Gladyston Rodrigues Carvalho<sup>6</sup>

### RESUMO

Neste trabalho, objetivou-se, avaliar as características anatômicas do caule de cafeeiros enxertados, auto-enxertados e pé-franco. Foram utilizadas as cultivares Catucaí Amarelo 2 SL e Topázio MG 1190 (*Coffea arabica* L.) e o porta-enxerto Apoatã IAC 2258 (*C. canephora* Pierre ex Froehn.). As seções anatômicas longitudinais e transversais foram realizadas aos 30, 60 e 90 dias após a enxertia. Os resultados não mostraram evidências de incompatibilidade de reconstituição e formação de tecidos entre as cultivares estudadas.

**Termos para indexação:** Café, enxertia, anatomia, *Coffea* spp.

### ABSTRACT

This work aimed at evaluating the anatomic features of grafted, self-grafted and ungrafted coffee tree stems. The longitudinal and transversal sections were performed at 30, 60, and 90 days after grafting in Catucaí Amarelo 2 SL and Topázio MG 1190 (*Coffea arabica* L.) cultivars, as well as in the Apoatã rootstock. The results did not show evident signs of incompatibility of tissue reconstruction and formation between the cultivars studied.

**Index terms:** Coffee, grafting, anatomy, *Coffea* spp.

(Recebido em 7 de julho de 2006 e aprovado em 27 de março de 2008)

### INTRODUÇÃO

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* Hiern., uma vez que plantas de *C. liberica*, apesar de atingidas, resistiam melhor (MENDES, 1938). 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), citado por Shimoya et al. (1968), a técnica fundamental da enxertia consiste na colocação do tecido cambial do cavalo e do cavaleiro em íntima associação, formando uma conexão contínua. Scatena & Scremi-Dias (2000) comentam que 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.

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.

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor – Agricultura – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Minas Gerais Campus Bambuí – Fazenda Varginha s/n, Rodovia Bambuí-Medeiros, Km 05 – 38900-000 – Bambuí, MG – dfabio@cefetbambui.edu.br

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia (Produção Vegetal) – Fisiologia Vegetal – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Campus da UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – daniel.mec@hotmail.com.br

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor – Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Campus da UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – naza@ufla.br

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor – Agricultura – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Minas Gerais Campus Bambuí – Fazenda Varginha s/n, Rodovia Bambuí-Medeiros, Km 05 – 38900-000 – Bambuí, MG – haroldo@cefetbambui.edu.br

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Fitotecnia (Produção Vegetal) – Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Campus da UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – carvalho.am@hotmail.com

<sup>6</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia/Fitotecnia – Centro Tecnológico do Sul de Minas – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG – Campus da UFLA – Cx. P. 176 – 37200-000 – Lavras, MG – carvalho@epamig.ufla.br

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.

Estrada-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 células parenquimatosas de calos nas regiões da enxertia.

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.

Em culturas, como na 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.

No cafeeiro, a enxertia já é uma técnica bastante utilizada, principalmente para áreas infestadas com nematóides (DIAS et al., 2008). 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. arábica* L. enxertada sobre *C. canephora* Pierre ex Froehn.). Diante disso, conduziu-se este trabalho, com o objetivo de avaliar as características anatômicas do caule de cafeeiros enxertados em Apoatã IAC 2258.

## MATERIALE MÉTODOS

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).

As seções anatômicas transversais foram realizadas no período de outubro de 2004 a fevereiro de 2005, na região do enxerto, com auxílio de micrótomo manual de mesa, com inclusão do caule em medula do pecíolo da folha de embaúba (ALVARENGA et al., 2002). As seções foram clarificadas 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. Após a clarificação, as seções foram coradas com azul de astra e safranina (safranina 0,1% em água e azul de astra 1% em água, na proporção de 5:95), por 30 segundos e lavados rapidamente em água destilada. As lâminas foram montadas em água glicerizada (1:1) e observadas em microscópio óptico. Já para o preparo das lâminas permanentes (seções longitudinais), foi utilizada a técnica usual de inclusão em parafina, conforme Kraus & Arduin (1997).

As seções longitudinais foram realizadas 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 as seções foram colocadas em álcool puro por 30 minutos e coradas com os corantes azul de astra (1% em álcool), por 10 minutos sendo, em seguida, transferidas para safranina (1% em álcool) por 30 segundos (KRAUS & ARDUIN, 1997). As seções foram desidratadas e colocadas em xilol puro, realizando-se imediatamente a montagem das lâminas em Bálsamo do Canadá sintético, que foram observadas em microscópio óptico.

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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentadas as seções transversais dos caules das duas cultivares de *C. arábica* (Catucaí Amarelo e Topázio), 4 a 5 cm abaixo do cotilédono 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 entre os tecidos vasculares das cultivares de *C. arabica*, mas, na cultivar Apoatã, parece haver maior diâmetro do sistema vascular. 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 das seções ao longo do caule, bem como prováveis 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 a conhecer o diâmetro médio dos tecidos vasculares e a região cambial das plantas utilizadas.

Na Figura 2, são apresentados as seções 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 todas as seções. Shimoya et al. (1968) comentam 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 2 e 3, 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 3, observa-se o preenchimento dos espaços por calo parenquimatoso e o início da reconstituição do xilema, 30 dias após a enxertia. Isso também foi observado em outras seções, tanto de enxertados, quanto de auto-enxertados.

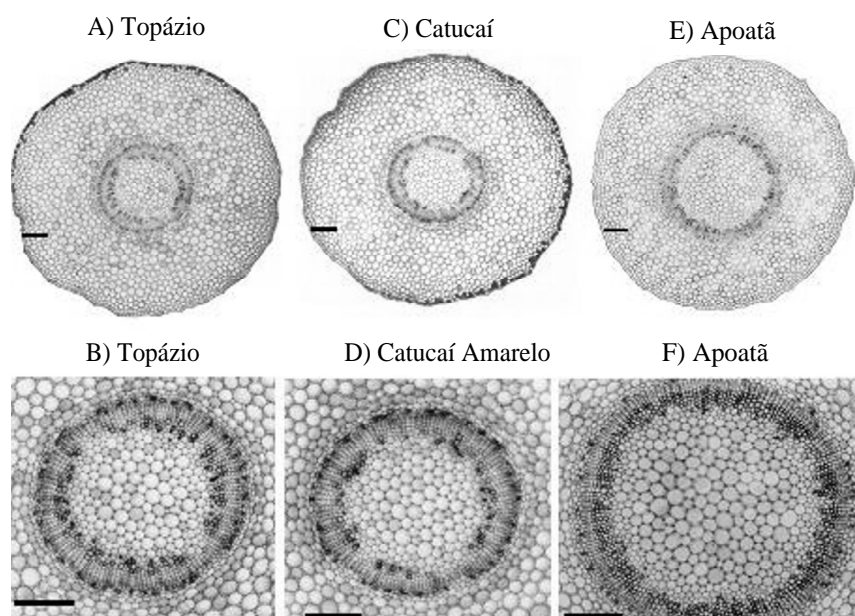


Figura 1 – Seções transversais dos caules das cultivares Topázio, Catucaí Amarelo e Apoatã no dia da enxertia. Barra = 200 $\mu$ m.

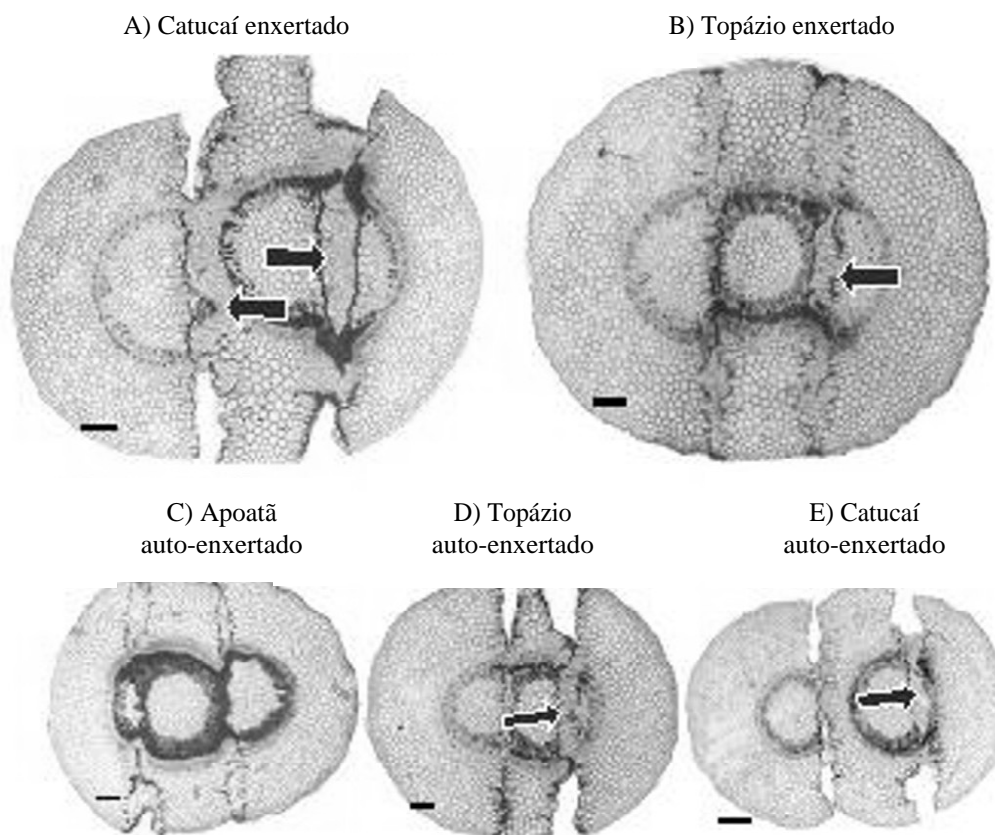


Figura 2 – Seções transversais de caules de café enxertados e auto-enxertados, aos 30 dias; seta = parênquima (calo) preenchendo espaços. Barra = 200 $\mu$ m.

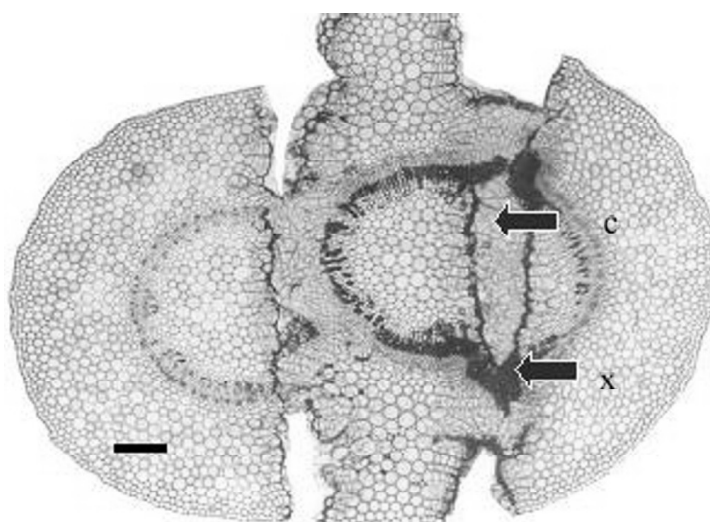


Figura 3 – Seção transversal do caule de café, cultivar Catucaí Amarelo enxertada em Apatã aos 30 dias, mostrando preenchimento dos espaços por calo parenquimatoso (c) e a reconstrução do xilema (x). Barra = 200 $\mu$ m.

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 3 e 4, em que nas cultivares Catucaí e Topázio enxertadas, e principalmente em Apatã 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 4, 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 4, cultivar Topázio, 60 DAE, observa-se uma melhor junção dos tecidos vasculares das duas plantas.

Na Figura 5 (A e B), 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).

Também na Figura 5, 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.

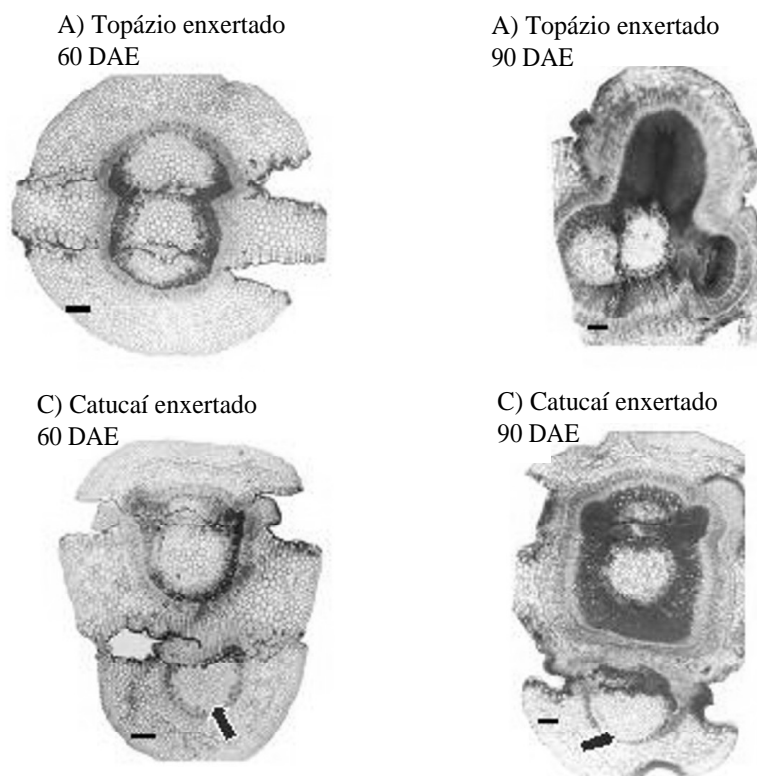


Figura 4 – Seções transversais de caules de cafeeiro enxertados, 60 e 90 dias após a enxertia (DAE), e o tecido vascular do porta-enxerto pouco desenvolvido (seta). Barra = 200  $\mu$ m.

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

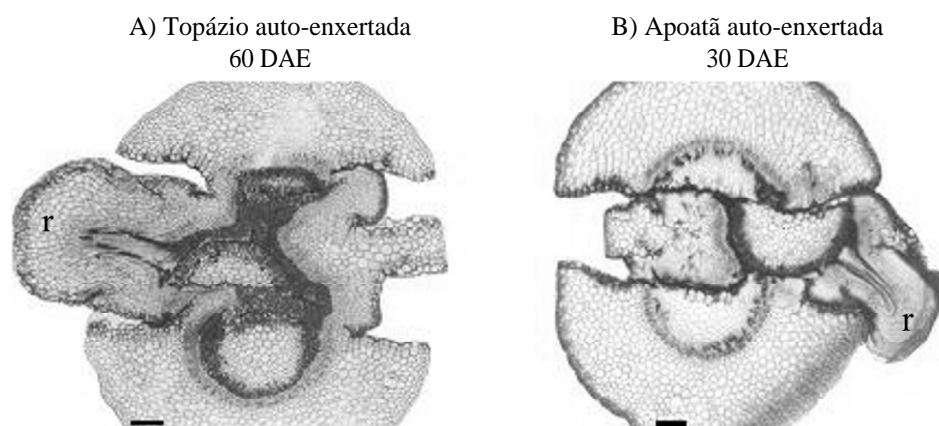


Figura 5 – Seção transversal do caule das cultivares Topázio e Apoatã, auto-enxertadas, onde os tecidos vasculares da copa não coincidiram com os do porta-enxerto, e a formação de raízes adventícias da copa (r). Barra = 200µm.

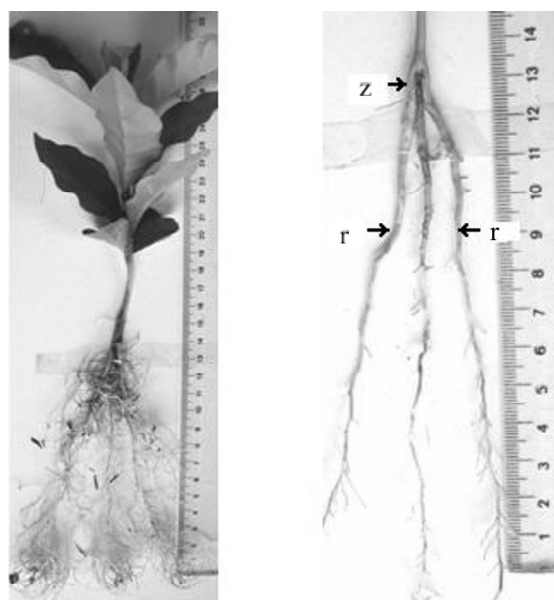


Figura 6 – Muda de cafeeiro cultivar Topázio, enxertada em porta-enxerto Apoatã, com raízes adventícias formadas a partir da copa (r) e a zona da enxertia (z).

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 7 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).

Uma amostra do que ocorre ao longo da região da enxertia pode ser vista na Figura 8, 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.

Aparentemente, a enxertia de *C. arabica* sobre Apoatã 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 foram geral, são semelhantes às descritas por Hartmann et al. (2002).

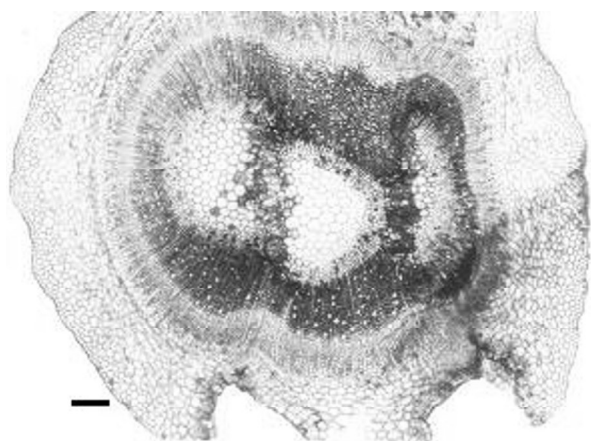


Figura 7 – Seção transversal do caule da cultivar Catucaí Amarelo enxertada, mostrando a união dos tecidos vasculares, 90 dias após a enxertia. Barra = 200µm. UFLA, Lavras, MG, 2006.



Figura 8 – Seções longitudinais do caule de Catucaí Amarelo enxertado no porta-enxerto Apoatã, 30 e 60 DAE, mostrando espaços vazios (setas) e a região basal do enxerto (b). Barra = 200µm.

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 seções dos tecidos; capacidade das plantas enxertadas de 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.

### CONCLUSÃO

Considerando as cultivares e as características anatômicas avaliadas, conclui-se que:

- não se constata sinais de incompatibilidade anatômica entre as cultivares avaliadas e o porta-enxerto Apoatã IAC 2258.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, A. A. de; ALVES, J. D.; DAVIDE, L. C.; PEREIRA, I. A. M. **Instrumentação aplicada à biologia**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 96 p.
- DIAS, F. P.; MENDES, A. N. G.; VALLONE, H. S.; CARVALHO, A. M. DE; CARVALHO, S. P. DE. Desenvolvimento de cafeeiros enxertados 'APOATÃ IAC 2258' cultivados em recipiente de 250 litros. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.385-390, mar./abr., 2008.
- 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.
- 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.
- JESUS, A. M. S. **Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2003. 173 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- KRAUS; ARDUIN. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédia: Edeir, 1997. 198 p.
- MENDES, J. E. T. **A enxertia do cafeeiro I**. São Paulo: Instituto Agrônômico de Campinas, 1938. 18 p. (Boletim técnico, 39).
- PAULETTO, D.; ALVES FILHO, F. de A.; KLUGE, R. A.; SANTOS FILHO, J. A. 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.
- SCATENA, V. L.; SCREMIN-DIAS, E. Parênquima, colênquima e esclerênquima. In: APPEZATTO, D. A.; GLÓRIA, B.; GUERREIRO, S. M. C. (Eds.). **Anatomia vegetal**. Viçosa: UFV, 2003.
- 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.
- 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.