

**EFICIÊNCIA DO PORTA-ENXERTO  
APOATÃ IAC 2258 (*Coffea canephora*) NA  
NUTRIÇÃO MINERAL E NO  
DESENVOLVIMENTO DE CAFEEIROS  
(*Coffea arabica* L.)**

**ANDRÉ DOMINGHETTI FERREIRA**

**2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**ANDRÉ DOMINGHETTI FERREIRA**

**EFICIÊNCIA DO PORTA-ENXERTO APOATÃ IAC 2258 (*Coffea canephora*) NA NUTRIÇÃO MINERAL E NO DESENVOLVIMENTO DE CAFEEIROS (*Coffea arabica* L.).**

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

**Orientador**

**Prof. Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2008**

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

Ferreira, André Dominghetti.

Eficiência do porta-enxerto Apatã IAC 2258 (*Coffea canephora*) na nutrição mineral e no desenvolvimento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) / André Dominghetti Ferreira. -- Lavras : UFLA, 2008.

91 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes.

Bibliografia.

1. *Coffea arabica*. 2. *Coffea canephora*. 3. Enxertia. 4. Desenvolvimento.  
5. Nutrição mineral. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7341

**ANDRÉ DOMINGHETTI FERREIRA**

**EFICIÊNCIA DO PORTA-ENXERTO APOATÃ IAC 2258 (*Coffea canephora*) NA NUTRIÇÃO MINERAL E NO DESENVOLVIMENTO DE CAFEEIROS (*Coffea arabica* L.).**

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

**Aprovada em 15 de maio de 2008.**

<b>Profa. Dra. Janice Guedes Carvalho</b>	<b>UFLA</b>
<b>Prof. Dr. Rubens José Guimarães</b>	<b>UFLA</b>
<b>Pesq. Dr. César Elias Botelho</b>	<b>EPAMIG</b>

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

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS - BRASIL**

Aos meus pais,

**Francisco Roberto Ferreira e Lucia de Fátima Dominghetti Ferreira**

Às minhas irmãs,

**Agda Ferreira e Adriana Dominghetti Ferreira**

À minha sobrinha,

**Ana Beatriz Ferreira**

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À **Deus**, pela vida, saúde, proteção, sem O qual nada seria.

À **Jesus Cristo**, fonte imensurável de amor e inspiração, a quem devo tudo o que sou.

À **Nossa Senhora**, Mãe em todos os momentos de minha vida.

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

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão da bolsa de estudos.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)**, pela concessão dos recursos para a realização deste trabalho.

Ao **Prof. Antônio Nazareno Guimarães Mendes**, pela orientação, pelos ensinamentos, apoio e amizade.

Ao **Pesq. Gladyston Rodrigues Carvalho**, pela amizade, companheirismo, orientação e valiosas contribuições para minha vida.

Ao **Pesq. César Elias Botelho**, pelo tempo dispensado à transmissão de seus ensinamentos e pela amizade.

Ao **Prof. Rubens José Guimarães**, pelos ensinamentos e exemplos de vida.

Ao **Dr. Alexandrino Lopes de Oliveira** por ter iniciado esta linha de pesquisa na Universidade Federal de Lavras, e pelas contribuições a este trabalho.

Ao **Dr. Fábio Pereira Dias** pela atenção a mim dispensada, por ter me apresentado ao grupo de pesquisa em cafeicultura da EPAMIG, conduzido pelo Pesq. Gladyston Rodrigues Carvalho, e por ser o responsável pela elaboração do presente projeto de pesquisa.

À **Profa. Janice Guedes de Carvalho** pela amizade, orientação e ensinamentos imprescindíveis para a realização deste trabalho.

Às **Pesquisadoras Ângela Maria Nogueira e Juliana Costa de Rezende**, pelo acolhimento e amizade.

Ao **Prof. Élberis Pereira Botrel** pela amizade, apoio e ensinamentos.

Aos funcionários do Setor de Cafeicultura: **José Maurício, José Avelino, Marcinho, Jean, Zezinho e Mirlene**, pela experiência transmitida.

Ao laboratorista **Adalberto Ribeiro**, pelo auxílio durante a execução desta dissertação.

Aos amigos e colegas de curso **Ana Camila, Alex, Paula Torga, Renato, Marcelo, Bruno, Thamires, Cynthia, Kaio, Ramiro, Tiago, Filipe, Paula, Fábio, Guilherme, Leandro, Augusto Cezar, Joyce, Danielle, Luiza, Nélia** e muitos outros que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

Aos amigos da República Pé de Cana, pela amizade.

Agradeço em especial aos amigos de república **Paulo Ademar Avelar Ferreira, Thiago Henrique Pereira Reis e Guilherme Amaral de Souza** pela amizade, paciência, atenção e companheirismo.

**MUITO OBRIGADO!**



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>ARTIGO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSORÇÃO, TRANSLOCAÇÃO E EFICIÊNCIA NO USO DOS MACRONUTRIENTES EM CAFEEIROS (Coffea arabica L.) ENXERTADOS EM APOATÃ IAC 2258 (Coffea canephora)<sup>(1)</sup></b> .....	<b>1</b>
RESUMO .....	2
ABSTRACT .....	3
INTRODUÇÃO.....	4
MATERIAL E MÉTODOS .....	5
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	7
Absorção radicular dos nutrientes .....	7
Translocação dos nutrientes na planta .....	11
Eficiência de uso dos nutrientes .....	14
Eficiência de absorção, translocação e de utilização nos tratamentos adicionais .....	20
CONCLUSÕES .....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
<b>ARTIGO 2</b> .....	<b>26</b>
<b>ABSORÇÃO, TRANSLOCAÇÃO E EFICIÊNCIA NO USO DOS MICRONUTRIENTES EM CAFEEIROS (Coffea arabica L.) ENXERTADOS EM APOATÃ IAC 2258 (Coffea canephora)<sup>(1)</sup></b> .....	<b>26</b>
RESUMO .....	27
ABSTRACT .....	28
INTRODUÇÃO.....	29
MATERIAL E MÉTODOS .....	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
Absorção radicular dos nutrientes .....	32
Translocação dos nutrientes na planta .....	36
Eficiência de uso dos nutrientes .....	41
Eficiência de absorção, translocação e de utilização dos adicionais.....	44
CONCLUSÕES .....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
<b>DESENVOLVIMENTO DE CAFEEIROS (Coffea arabica L.) ENXERTADOS EM APOATÃ IAC 2258 (Coffea canephora)<sup>(1)</sup></b> .....	<b>50</b>
RESUMO .....	51
ABSTRACT .....	52
INTRODUÇÃO.....	53
MATERIAL E MÉTODOS .....	54
CONCLUSÕES .....	67

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
<b>ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE CAFEEIROS (Coffea arabica L.) ENXERTADOS EM Coffea canephora. <sup>(1)</sup> .....</b>	<b>70</b>
RESUMO .....	71
ABSTRACT .....	72
INTRODUÇÃO.....	73
MATERIAL E MÉTODOS .....	74
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	76
CONCLUSÕES .....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
<b>Considerações finais .....</b>	<b>91</b>

## RESUMO

FERREIRA, André Dominghetti. **Eficiência do porta-enxerto Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*) na nutrição mineral e no desenvolvimento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.).** 2008. 107 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, Brasil. \*

A cafeicultura é uma das atividades agrícolas mais importantes para o agronegócio brasileiro, pois gera riquezas e divisas para o país. Por se tratar de uma cultura perene, é de suma importância que a implantação da lavoura seja iniciada com mudas de qualidade, procurando sempre que possível, cultivares resistentes a pragas e doenças. Uma das questões relacionadas à qualidade das mudas é a possibilidade de disseminação de fitonematóides, que atacam o sistema radicular do cafeeiro, sendo a prevenção a melhor forma de controle destes. Entretanto, em áreas já infestadas há a necessidade de se utilizar nematicidas, que são altamente tóxicos para o homem e meio ambiente, manejar a matéria orgânica e também utilizar mudas enxertadas em materiais genéticos tolerantes a estes fitonematóides. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência do porta-enxerto Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) na nutrição mineral e desenvolvimento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.). O experimento foi instalado em casa de vegetação da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se o método de cultivo em solução nutritiva. Foi utilizado um fatorial  $7 \times 3 + 2$ , sendo sete cultivares de *C. arabica* L. (Palma II, Catucaí 2SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 e Paraíso MG H 419-1), três tipos de mudas (pé-franco, auto-enxertada e enxertada sobre a cultivar Apoatã IAC 2258) e dois adicionais (Apoatã auto-enxertado e Apoatã pé-franco). Com os dados obtidos foi possível concluir de maneira geral que o porta-enxerto utilizado não influenciou a absorção e translocação dos macronutrientes. Quanto a eficiência de uso dos nutrientes, verificou-se inferioridade da cultivar Topázio MG 1190, e superioridade da Palma II em relação às demais. As mudas enxertadas apresentaram desempenho semelhante às mudas de pé-franco, não evidenciando qualquer tipo de incompatibilidade. O porta-enxerto utilizado – Apoatã IAC 2258 – não demonstrou qualquer tipo de influência, tanto por parte das cultivares utilizadas quanto pela técnica da enxertia. De maneira geral, as cultivares que melhor se adaptam à enxertia foram a Palma II, Obatã e Oeiras, podendo então, ser utilizadas em programas de produção de mudas de cafeeiros enxertadas.

---

\* Comitê orientador: Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes (Orientador), UFLA; Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho (Co-orientador), EPAMIG; Dra. Janice Guedes de Carvalho (Co-orientadora), UFLA.

## ABSTRACT

FERREIRA, André Dominghetti. **Efficiency of the root stock Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*) in mineral nutrition and the development of coffee (*Coffea arabica* L.).** 2008. 107 p. Dissertation (Master in Fitotecnia) – Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brazil. \*

The coffee is one of the most important agricultural activity for the Brazilian agribusiness, as it generates wealth and currencies for the country. This is a perennial crop, it is critical that the deployment of the crop is started with seedlings of quality, seeking wherever possible, cultivars resistant to pests and diseases. One of the issues related to the quality of seedlings is the possibility of the spread of nematode, which attack the roots of coffee, and the prevention how best to control them. However, in areas already infested there is a need to use nematicides, which are highly toxic to humans and the environment, manage organic matter and also use seedlings grafted on to these genetic materials tolerant nematodes. Thus, the goal of this study was to evaluate the efficiency of the root stock Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) in mineral nutrition and development of coffee (*Coffea arabica* L.). The experiment was installed in greenhouse Federal University of Lavras, using the method of cultivation in nutrient solution. It used a factorial  $7 \times 3 + 2$ , with seven varieties of *C. arabica* L. (Palma II, Catucaí 2SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 and Paraíso MG H 419-1), three types of seedlings (free-standing, self-grafted and grafted on to cultivate Apoatã IAC 2258) and two additional (Apoatã self-grafted and Apoatã foot-free). With the data collected was possible to conclude in general that the root stock used did not affect the absorption and translocation of nutrients. As the efficiency of use of nutrients, there was inferior to cultivate Topázio MG 1190, and superiority of Palma II in relation to the others. The seedlings grafted seedlings had performance similar to free-standing, not showing any kind of incompatibility. The root stock used - Apoatã IAC 2258 - has not shown any kind of influence, both on the part of cultivars used as the technique of grafting. In general, the cultivars that might be suitable for grafting were the Palma II, Obatã and Oeiras, can then be used in programs for production of coffee seedlings of grafted.

---

\* Guidance Commettee: Dr. Antônio Nazareno Guimarães Mendes (Adviser), UFPA; Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho (Co-adviser), EPAMIG; Dra. Janice Guedes de Carvalho (Co-adviser), UFPA.

## ARTIGO 1

### ABSORÇÃO, TRANSLOCAÇÃO E EFICIÊNCIA NO USO DOS MACRONUTRIENTES EM CAFEEIROS (*Coffea arabica* L.) ENXERTADOS EM APOATÁ IAC 2258 (*Coffea canephora*)<sup>(1)</sup>

**André Dominghetti Ferreira<sup>2</sup>, Antônio Nazareno Guimarães Mendes<sup>2</sup>,  
Gladyston Rodrigues Carvalho<sup>3</sup>, Janice Guedes de Carvalho<sup>4</sup>, César Elias  
Botelho<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)

<sup>2</sup> Departamento de Agricultura (DAG), Universidade Federal de Lavras (UFLA),  
Lavras, MG. Caixa Postal 3037, CEP: 37200-000  
e-mail: [agroadf@yahoo.com.br](mailto:agroadf@yahoo.com.br), [naza@ufla.br](mailto:naza@ufla.br)

<sup>3</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Lavras, MG.  
CEP: 37200-000  
e-mail: [carvalho@epamig.ufla.br](mailto:carvalho@epamig.ufla.br), [cesarbotelho@epamig.ufla.br](mailto:cesarbotelho@epamig.ufla.br)

<sup>4</sup> Departamento de Ciência do Solo (DCS), Universidade Federal de Lavras  
(UFLA), Bolsista CNPq, Lavras, MG. Caixa Postal 3037, CEP: 37200-000  
e-mail: [janicegc@ufla.br](mailto:janicegc@ufla.br)

(Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Ciência do Solo)

## RESUMO

Os diferentes índices de aproveitamento dos nutrientes apresentados por espécies distintas dentro de um mesmo gênero, geralmente se dão em função da variação na exigência nutricional, e ainda na capacidade de absorção, translocação e utilização dos nutrientes, dessa forma o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de absorção, translocação e uso dos macronutrientes por diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. enxertadas em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner). O experimento foi instalado em casa de vegetação da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se o método de cultivo em solução nutritiva. Foi utilizado um fatorial  $7 \times 3 + 2$ , sendo sete cultivares de *C. arabica* L. (Palma II, Catucaí 2SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 e Paraíso MG H 419-1), três tipos de mudas (pé-franco, auto-enxertada e enxertada sobre a cultivar Apoatã IAC 2258) e dois adicionais (Apoatã auto-enxertado e Apoatã pé-franco). Com os dados obtidos foi possível concluir que o porta-enxerto utilizado não influenciou a absorção dos macronutrientes, exceto para o potássio que teve sua absorção aumentada. A translocação dos macronutrientes nas mudas enxertadas foi maior do que nas de pé franco, à exceção do enxofre. A cultivar Topázio MG 1190 apresentou os menores índices de utilização dos nutrientes, demonstrando baixa aptidão para ser utilizada como copa em mudas enxertadas.

**Termos de indexação:** *Coffea arabica* L., *Coffea canephora*, enxertia, nutrição mineral.

## ABSTRACT

The different rates of utilization of nutrients by different species within the same character, generally occur according to the variation in nutritional requirement, and also on the ability to uptake, translocation and use of nutrients. The objective of this study was to evaluate the efficiency of uptake, translocation and use of macronutrients in different cultivars of *Coffea arabica* L. grafted into Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*). The experiment was installed in a greenhouse, in Federal University of Lavras, using the method of cultivation in nutrient solution. It used a factorial  $7 \times 3 + 2$ , and seven cultivars of *Coffea arabica* L. (Palma II, Catucaí 2 SL, Oeiras, Obatã, Acauã, Topázio MG 1190 and Paraíso MG H 419-1), three types of seedlings (Foot-free, self-grafted and grafted on to cultivar Apoatã IAC 2258) and two additional (Apoatã self-grafted and Apoatã foot-free). The data obtained showed that the root stock used does not influence in the translocation of nutrients, except for potassium which had its absorption increased. The translocation of nutrients in the grafted seedlings was higher than in standing franc, except for sulphur. The cultivar Topázio MG 1190 showed the lowest rates of use of nutrients, showing low ability to be used as a canopy grafted seedlings.

**Index terms:** *Coffea arabica* L., *Coffea canephora*, grafting, mineral nutrition.

## INTRODUÇÃO

A utilização da enxertia no cafeeiro surgiu em 1887, na Ilha de Java, onde os cafeeiros da espécie *Coffea arabica* L. eram enxertados sobre cafeeiros da espécie *Coffea liberica*. Essa prática tinha como objetivo aproveitar a maior tolerância das plantas de *C. liberica* aos nematóides, possibilitando produzir café de qualidade utilizando copa de *C. arabica* utilizada em áreas já condenadas (Zimmermann, 1901, citado por Mendes, 1938).

Assim, a utilização de diferentes espécies nas combinações de enxerto/porta-enxerto influenciam tanto na eficiência quanto na exigência nutricional (Tomaz et al., 2003). Várias são as causas dos diferentes índices de aproveitamento dos nutrientes, estando entre elas as exigências nutricionais variáveis, capacidade de absorção, de translocação (Li et al., 1991) e de utilização dos nutrientes (Siddiqi & Glass, 1981).

Avaliando a influência de porta-enxertos na nutrição mineral em cultivares de café, Fahl et al. (2003) constataram diferenças na composição química das folhas, mostrando que o efeito da enxertia na composição de macro e micronutrientes variou com o nutriente e com as combinações de enxerto e porta-enxerto.

Figueiredo et al. (2003) estudaram a translocação de nutrientes em sete cultivares de *C. arabica* L., enxertadas ou não no porta-enxerto Apatã IAC 2258 e auto-enxertadas, mais o porta-enxerto pé franco Apatã. Os autores concluíram que o porta-enxerto Apatã IAC 2258 e a auto enxertia não exercem influência na translocação de magnésio para as cultivares Acaiá IAC 474/19, Catuaí Amarelo IAC 62, Rubi MG 1192 e Topázio MG 1190. Para todas as cultivares analisadas a translocação de fósforo e cálcio não foi influenciada pelo porta-enxerto. Para a translocação de cálcio os resultados foram semelhantes nas mudas enxertadas, auto-enxertadas e pé franco. Dessa forma, acredita-se que



além de conferir resistência aos fitonematóides, a utilização do porta-enxerto na cafeicultura pode melhorar a eficiência no uso de nutrientes, conferindo maior adaptabilidade às condições adversas de solo e áreas com precipitação pluviométrica limitada, devido a um sistema radicular mais desenvolvido e eficiente, aumentando com isso o potencial produtivo da planta enxertada.

Este trabalho teve como objetivo avaliar, em cultivo hidropônico, a eficiência de absorção, translocação e uso dos macronutrientes por diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. enxertadas em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), e conduzido por um período de 150 dias, utilizando-se o processo hidropônico de cultivo em vasos contendo solução nutritiva completa.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial  $7 \times 3 + 2$ , sendo sete cultivares (Palma II, Catucaí 2SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 e Paraíso MG H 419-1), três tipos de mudas (pé franco, auto-enxertadas e enxertadas sobre a cultivar Apoatã IAC 2258) e dois adicionais (Apoatã auto-enxertado e Apoatã pé franco). Cada parcela experimental contou com uma planta, num total de cinco repetições.

A semeadura foi feita em caixas com areia lavada, realizando-se a enxertia quando as mudas atingiram o estágio de “palito de fósforo”. O processo de enxertia utilizado foi do tipo hipocotiledonar, conforme Moraes & Franco (1973).

Após a enxertia, as plantas enxertadas juntamente com as auto-enxertadas e as não enxertadas (pé-franco) foram transplantadas para tubetes contendo substrato próprio para produção de mudas comerciais (Vallone, 2003). Para a fertilização do substrato das mudas dos tubetes, foi utilizado 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<sup>-3</sup> de substrato (Mello, 1999).

As mudas, após o transplante para os tubetes foram mantidas em câmara de nebulização cobertas com sombrite 75% por um período de 30 dias. Após este período, as mudas foram levadas para o viveiro, onde permaneceram até atingirem 5 pares de folhas. Em seguida lavaram-se as raízes, retirando todo o substrato para que as mudas fossem colocadas em solução nutritiva Hoagland & Arnon, 1950, modificada, citada por Taiz & Zeiger (2004), com 20% da concentração recomendada, por um período de 30 dias para a adaptação. Após este período, as mudas foram transplantadas para os vasos definitivos, com capacidade volumétrica de dois litros.

A medida que ocorria a diminuição do volume da solução devido à transpiração, foi feita a reposição com água deionizada até completar o volume original. Nos primeiros 30 dias após a fase de adaptação, a força iônica da solução nutritiva (concentração dos nutrientes) foi de 30%, do 31º ao 90º dia foi de 60%, e do 91º ao 150º foi de 90% da concentração dos nutrientes. A solução foi trocada a cada quinze dias, visando deixar as concentrações dos nutrientes próximas das ideais.

A avaliação do experimento foi realizada 150 dias após o transplante para os vasos, separando-se a planta em raízes, caule e folhas. O material colhido foi lavado com água destilada, seco em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até peso constante, pesado e triturado em moinho tipo Wiley. No

extrato obtido, por digestão nitroperclórica do material vegetal foram determinados os teores de fósforo por colorimetria, de potássio por fotometria de chama, de enxofre por turbidimetria e de cálcio e de magnésio por espectrofotometria de absorção atômica. O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método semimicro Kjeldahl (Malavolta et al., 1997)

Após a obtenção das concentrações dos nutrientes, calculou-se o conteúdo em cada parte analisada (raiz, caule e folha). Para estudo da eficiência nutricional, foram utilizados os conceitos propostos pelos autores Siddiqi & Glass (1981), Swiader et al. (1994) e Li et al. (1991).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional Sisvar (Ferreira, 2000). Foi verificada a significância ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Detectando diferenças significativas entre os tratamentos e entre as interações, foram feitos os desdobramentos e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey. As comparações entre fatorial e adicional foram analisados pelo teste de Dunnett.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Absorção radicular dos nutrientes**

Para eficiência de absorção não houve diferença pelo teste de F entre cultivares nos teores de N e S, entre tipo de mudas nos teores de Ca e Mg e também não houve significância para a interação entre cultivares e tipos de mudas para nenhum nutriente estudado.

Na comparação entre cultivares verifica-se maior eficiência de absorção de P pela cultivar Paraíso em relação à cultivar Acauã, sendo que as demais apresentaram um comportamento intermediário (Tabela 1), assim a Paraíso demonstrou um maior potencial para absorver este nutriente em locais onde este

**TABELA 01** Médias de eficiência de absorção dos nutrientes pelas cultivares de *Coffea arabica* L. quando em pé franco.

Cultivares	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>Palma II</b>	308,79 a	23,59 ab	305,10 a	91,86 ab	23,22 ab	16,34 a
<b>Catucaí 2SL</b>	317,09 a	23,55 ab	245,57 ab	77,46 bc	21,02 bc	15,84 a
<b>Oeiras</b>	295,58 a	25,84 ab	281,03 ab	94,59 ab	21,85 abc	16,40 a
<b>Obatã</b>	280,35 a	20,22 bc	247,96 ab	82,30 abc	19,41 bc	15,06 a
<b>Acauã</b>	232,76 a	17,18 c	201,68 b	60,54 c	17,45 c	13,68 a
<b>Topázio</b>	301,66 a	22,81 abc	280,74 ab	86,84 ab	20,69 bc	14,69 a
<b>Paraíso</b>	334,31 a	27,24 a	322,94 a	104,60 a	25,74 a	18,27 a
<b>CV(%)</b>	23,17	21,94	28,24	23,65	18,42	50,59

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

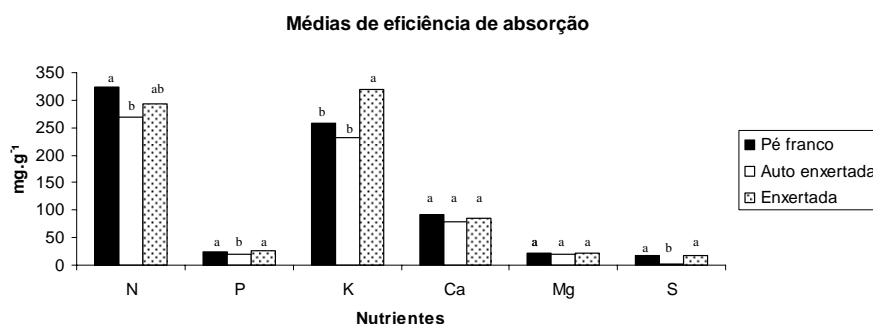
se encontra pouco disponível. Dessa forma o resultado encontrado coincide em parte com os de Augusto et al. (2007) em que encontraram diferentes teores foliares entre as cultivares estudadas, porém verificou-se menores teores de P na cultivar Oeiras.

Para o nutriente K, verifica-se que a cultivar Acauã apresentou o menor índice de eficiência de absorção, sendo as demais cultivares superiores e iguais entre si. Augusto et al. (2007) não encontraram diferenças nos teores foliares de K de diversas cultivares de *C. arabica* L., mostrando que este nutriente é exigido em grande quantidade pelo cafeeiro.

As cultivares Palma II, Oeiras, Obatã, Topázio e Paraíso apresentaram os maiores índices de absorção de Ca, enquanto as cultivares Catucaí 2SL e Acauã os índices mais baixos. Possivelmente, a diferença detectada entre as cultivares se deu em função do desenvolvimento do sistema radicular. Alves (1986) e Aguilar (1987) ressaltaram que o melhor desempenho na absorção de íons da cultivar Catimor, quando enxertado sobre 'Mundo Novo' e 'Catuaí', foi devido ao melhor desenvolvimento do sistema radicular desses dois porta-enxertos.

O maior índice de absorção de Mg foi encontrado na cultivar Paraíso, que não diferiu da Palma II e Oeiras. Tomaz et al. (2003) trabalhando com diferentes cultivares de *C. arabica* L. enxertados em *C. canephora* encontraram reduções de até 30% na eficiência de absorção de Mg em relação aos *C. arabica* L. quando em pé franco.

Nota-se pela Figura 1 que a técnica da enxertia prejudicou a eficiência de absorção dos nutrientes, à exceção do potássio, cálcio e magnésio que se manteve semelhante estatisticamente, uma vez que as mudas auto enxertadas apresentaram as menores eficiências de absorção, entretanto, este efeito foi superado, provavelmente, devido a utilização do porta-enxerto, pois as mudas enxertadas apresentaram-se tão ou mais eficientes que às mudas de pé franco.



**FIGURA 01** Médias de eficiência de absorção dos nutrientes pelos tipos de mudas. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

A eficiência de absorção de nitrogênio, fósforo e enxofre foi estatisticamente igual para as mudas de pé franco e enxertada, corroborando com Fahl et al. (1998) que trabalhando com enxertia de *C. arabica* sobre progênes de *C. canephora* e de *C. congensis* não verificou diferença nos teores foliares de nitrogênio e fósforo dos diferentes tipos de mudas. Ferrari (2001), também não encontrou diferença na eficiência de absorção de fósforo entre os tratamentos utilizados, apresentando, tanto as plantas enxertadas quanto as de pé franco, teores foliares considerados ideais segundo a 5ª Aproximação de Minas Gerais (Guimarães et al., 1999). Para a absorção de enxofre nota-se que o efeito negativo provocado pela enxertia foi superado pela eficiência de absorção do porta-enxerto Apoatã IAC 2258, resultados estes não coincidentes com os encontrados por Fahl et al. (1998), em que os tratamentos com o porta enxerto Apoatã 2258 se apresentaram inferiores aos demais. A redução na eficiência de absorção de enxofre também foi detectada por Tomaz et al. (2003) quando utilizaram a progênie H 419-5-5-3 sobre o Apoatã IAC 2258, sendo esta redução da ordem de 22%, em relação ao tratamento pé franco.

Para o nutriente potássio, as mudas enxertadas apresentaram um adicional de 24% na eficiência de absorção quando comparadas às mudas de pé

franco, resultados estes coincidentes com os encontrados por Ferrari (2001), em que utilizando diferentes porta-enxertos encontrou maiores valores de absorção de potássio para os tratamentos com o Apatã 2258 como porta-enxerto.

### **Translocação dos nutrientes na planta**

Avaliando a eficiência de translocação de Mg entre as cultivares não foi encontrada significância, assim como para a interação entre cultivares e tipos de mudas pelo teste de F.

Em estudo sobre a movimentação de íons através das raízes e seu descarregamento no xilema, Gerloff & Gabelman, (1983) verificaram o envolvimento de vários mecanismos que podem limitar sua ascensão para a parte aérea e podem constituir diferenças genótípicas na absorção e movimentação dos nutrientes.

A maior eficiência de translocação de N foi encontrada na cultivar Paraíso, que não diferiu das cultivares Catucaí 2SL, Oeiras, Obatã e Topázio (Tabela 2). Pereira (1999) não observou diferença entre os teores foliares de N nas linhagens de UFV 2983, UFV 3880 e UFV 2237, porém constatou melhor eficiência de uso para a UFV 2983.

Na comparação entre cultivares verificou-se que a cultivar Palma II apresentou o maior índice de eficiência de translocação de P, embora não diferindo das cultivares Catucaí 2SL, Oeiras, Topázio e Paraíso, assemelhando-se aos resultados encontrados para eficiência de absorção de P. Dessa forma o resultado encontrado coincide em parte com os de Augusto et al. (2007) em que encontraram diferentes teores foliares entre as cultivares estudadas, porém o autor verificou menores teores de P na cultivar Oeiras, o que não ocorreu no presente trabalho.

**TABELA 02** Médias de eficiência de translocação dos nutrientes nas cultivares.

Cultivares	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>Palma II</b>	85,98 bc	87,59 a	91,51 ab	94,78 a	76,38 a	76,07 c
<b>Catucaí 2SL</b>	86,42 abc	86,94 ab	89,48 b	94,77 a	75,06 a	78,71 bc
<b>Oeiras</b>	86,31 abc	87,20 ab	91,20 ab	95,59 a	79,86 a	83,60 a
<b>Obatã</b>	86,79 abc	82,35 c	91,80 ab	95,29 a	76,67 a	81,74 ab
<b>Acauã</b>	83,48 c	83,76 bc	85,60 c	92,42 b	73,95 a	72,37 d
<b>Topázio</b>	88,09 ab	86,28 ab	91,02 ab	95,06 a	75,31 a	79,70 abc
<b>Paraíso</b>	89,92 a	84,09 abc	93,06 a	95,68 a	77,88 a	83,52 a
<b>CV (%)</b>	3,90	3,65	2,98	1,37	5,19	4,60

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey

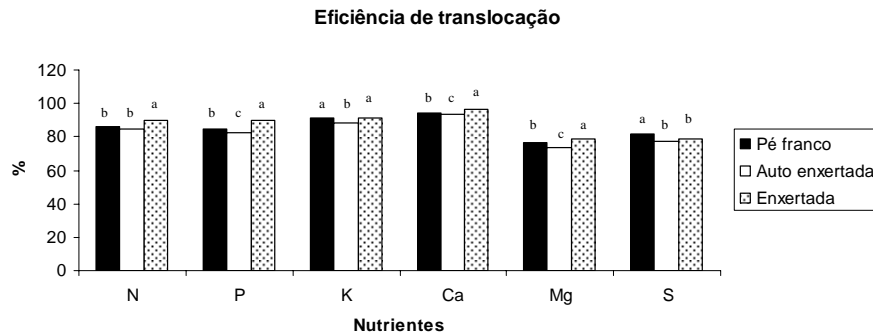


A cultivar Acauã apresentou índices de translocação de K, Ca e S inferiores aos das demais cultivares, porém estes valores podem ser resultantes da menor absorção destes nutrientes por esta cultivar.

Na Tabela 2 são apresentados os dados relativos à eficiência de translocação dos nutrientes nas diferentes cultivares de *Coffea arabica* L., onde nota-se que a cultivar Acauã apresentou a menor eficiência de translocação dos nutrientes quando comparado com os demais, os quais não diferiram entre si.

A superioridade das mudas enxertadas na eficiência de translocação dos macronutrientes, com exceção do enxofre pode ser verificada na Figura 2. Dias (2006) trabalhando com cortes anatômicos de caules de cafeeiros enxertados, encontrou um grande desenvolvimento de parênquima cortical, e segundo o autor, o desenvolvimento deste calo pode influenciar negativamente a translocação de água e nutrientes do porta-enxerto para o enxerto, porém, o presente trabalho não encontrou resultados coincidentes, uma vez que as mudas enxertadas apresentaram-se igual ou superiores às mudas de pé-franco quanto a eficiência de translocação dos nutrientes.

Fahl et al. (2003), estudando o efeito da enxertia de *C. arabica* em *C. canephora* detectaram maiores valores de fotossíntese líquida, condutância estomática e de transpiração por unidade estomática nas plantas enxertadas em relação às não enxertadas. Analisando a densidade de fluxo de seiva, mais uma vez o autor encontrou maiores valores para as mudas enxertadas, sendo 115% superior para a cultivar de *C. arabica* Obatã em relação às mudas de pé franco, o que talvez explica o fato das mudas enxertadas terem apresentado os maiores valores de eficiência de translocação da maioria dos nutrientes.



**FIGURA 02** Médias de eficiência de translocação dos nutrientes nos tipos de mudas. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

### **Eficiência de uso dos nutrientes**

Analisando a eficiência de uso dos nutrientes, apresentada na Tabela 3, verifica-se que as mudas enxertadas obtiveram eficiência de uso dos nutrientes igual ou inferior aos demais tipos de mudas segundo o teste de F.

Para os nutrientes potássio, fósforo, cálcio, magnésio e enxofre o emprego do porta-enxerto Apoatã IAC 2258 proporcionou uma tendência de redução na eficiência de uso destes pelas plantas, possivelmente, o porta-enxerto não forneceu subsídios suficientes para a copa superar o estresse provocado pela enxertia.

A eficiência de uso do nitrogênio não foi alterada pela enxertia na maioria das cultivares, sendo que apenas a cultivar Topázio foi influenciada negativamente, resultados estes que coincidem em parte com Fahl et al. (1998), que não encontrou diferenças nos teores foliares de nitrogênio nos diferentes tipos de mudas utilizados.

**TABELA 03** Eficiência média do uso dos nutrientes no desdobramento de tipo de muda dentro de cultivar.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>Palma II</b>						
Pé-franco	0,66 a	10,05 a	0,73 a	2,36 a	8,83 a	13,39 a
Auto enxertada	0,66 a	10,42 a	0,77 a	2,30 a	9,26 a	13,22 a
Enxertada	0,83 a	8,24 a	0,69 a	2,63 a	10,41 a	13,91 a
<b>Catucaí 2SL</b>						
Pé-franco	0,48 a	6,95 ab	0,69 a	2,09 ab	7,36 a	11,43 a
Auto enxertada	0,63 a	8,78 a	0,86 a	2,42 a	8,72 a	12,27 a
Enxertada	0,45 a	5,45 b	0,50 b	1,77 b	6,87 a	7,62 b
<b>Oeiras</b>						
Pé-franco	0,65 a	7,73 a	0,84 a	1,94 a	8,98 a	11,84 a
Auto enxertada	0,68 a	8,16 a	0,75 a	2,10 a	8,61 a	12,22 a
Enxertada	0,75 a	7,76 a	0,61 a	2,45 a	10,10 a	12,92 a
<b>Obatã</b>						
Pé-franco	0,81 a	12,21 a	1,10 a	2,99 a	12,70 a	14,81 a
Auto enxertada	0,75 a	11,79 a	0,85 b	2,53 b	10,87 b	15,03 a
Enxertada	0,73 a	7,93 b	0,66 c	2,25 b	9,40 b	12,57 a
<b>Acauã</b>						
Pé-franco	0,79 a	9,42 b	0,90 b	2,77 b	9,27 a	12,04 b
Auto enxertada	0,82 a	12,01 a	1,12 a	3,24 a	10,16 a	14,74 a
Enxertada	0,65 a	8,17 b	0,61 c	2,35 b	9,10 a	10,26 b

...continua...

**TABELA 03, Cont.**

<b>Topázio</b>							
<b>Pé-franco</b>	0,67 b	8,82 b	0,82 b	2,15 b	9,68 b	14,06 b	
<b>Auto enxertada</b>	0,96 a	12,76 a	1,05 a	3,26 a	12,49 a	22,07 a	
<b>Enxertada</b>	0,47 c	6,42 c	0,48 c	1,93 b	7,76 c	8,64 c	
<b>Paraíso</b>							
<b>Pé-franco</b>	0,61 a	7,69 a	0,72 a	2,02 a	7,71 a	10,86 a	
<b>Auto enxertada</b>	0,54 a	6,44 a	0,61 a	1,81 a	7,23 a	10,45 a	
<b>Enxertada</b>	0,65 a	7,69 a	0,60 a	1,94 a	8,19 a	11,61 a	
	<b>CV (%)</b>	16,73	14,06	15,55	11,97	11,93	11,51

Médias seguidas pela mesma letra na vertical – dentro de cada cultivar – não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A eficiência de uso dos nutrientes pelas cultivares Palma II, Oeiras e Paraíso não foi alterada pelos diferentes tipos de mudas, embora tenham apresentado boa eficiência de absorção e translocação.

Analisando a eficiência de uso de todos os nutrientes pelas cultivares quando em pé-franco (Tabela 4), verifica-se que a cultivar Obatã se apresentou superior em relação às demais. Essa diferenciação é um indicativo para seleção de materiais com maior eficiência de uso dos nutrientes em áreas onde não há a presença de nematóides.

A cultivar Topázio quando auto enxertada apresentou o desempenho superior para eficiência de uso semelhante aos de absorção e translocação. Trabalhando com mudas de cafeeiro enxertadas, Fahl et al. (1998) encontrou semelhança entre os teores foliares das mudas de pé-franco e auto enxertadas de Catuaí IAC H 81 e Mundo Novo IAC 515-20, verificando que a técnica da enxertia não influenciou a nutrição destas cultivares, diferentemente do que ocorreu no presente trabalho.

Apesar das cultivares Palma II e Oeiras não terem apresentado diferenças significativas na eficiência de uso dos nutrientes quando comparados os três tipos de mudas, estas quando enxertadas, foram as que demonstraram superioridade na utilização dos nutrientes em relação às outras cultivares. Os resultados obtidos não coincidem em parte com os encontrados por Tomaz et al. (2003), uma vez que encontraram efeito negativo da enxertia na eficiência nutricional da cultivar Oeiras.

**TABELA 04** Eficiência média do uso dos nutrientes no desdobramento de cultivares dentro de tipo de muda.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>Pé-franco</b>						
Palma II	0,66 b	10,05 b	0,73 c	2,36 c	8,83 c	13,39 b
Catucaí 2SL	0,48 c	6,95 d	0,69 c	2,09 d	7,36 d	11,43 cd
Oeiras	0,65 b	7,73 d	0,84 b	1,94 d	8,98 bc	11,84 cd
Obatã	0,81 a	12,21 a	1,10 a	2,99 a	12,70 a	14,81 a
Acauã	0,79 a	9,42 bc	0,90 b	2,77 b	9,27 bc	12,04 c
Topázio	0,67 b	8,82 c	0,82 b	2,15 d	9,68 b	14,06 ab
Paraíso	0,61 b	7,69 d	0,72 c	2,02 d	7,71 d	10,86 d
<b>Auto enxertada</b>						
Palma II	0,66 d	10,42 c	0,77 bc	2,30 b	9,26 c	13,22 c
Catucaí 2SL	0,63 de	8,78 d	0,86 b	2,42 b	8,72 c	12,27 c
Oeiras	0,68 cd	8,16 d	0,75 c	2,10 bc	8,61 c	12,22 c
Obatã	0,75 bc	11,79 b	0,85 b	2,53 b	10,86 b	15,03 b
Acauã	0,82 b	12,01 ab	1,12 a	3,24 a	10,16 b	14,74 b
Topázio	0,96 a	12,76 a	1,05 a	3,26 a	12,49 a	22,07 a
Paraíso	0,54 e	6,44 a	0,61 d	1,81 c	7,23 d	10,45 d
<b>Enxertada</b>						
Palma II	0,83 a	8,24 a	0,69 a	2,63 a	10,41 a	13,91 a
Catucaí 2SL	0,45 d	5,45 c	0,50 b	1,77 c	6,87 e	7,62 e
Oeiras	0,75 ab	7,76 a	0,61 a	2,45 ab	10,10 ab	12,92 b

18

...continua...

**TABELA 04, Cont.**

<b>Obatã</b>	0,73 bc	7,93 a	0,66 a	2,25 b	9,40 bc	12,57 bc
<b>Acauã</b>	0,65 c	8,17 a	0,61 a	2,35 b	9,10 c	10,26 d
<b>Topázio</b>	0,47 d	6,42 b	0,48 b	1,93 c	7,76 d	8,64 e
<b>Paraíso</b>	0,65 c	7,9 a	0,60 a	1,94 c	8,19 cd	11,61 c

Médias seguidas pela mesma letra na vertical – dentro de cada tipo de muda – não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

### **Eficiência de absorção, translocação e de utilização nos tratamentos adicionais**

A utilização dos tratamentos adicionais teve como objetivo comparar o desenvolvimento do porta-enxerto quando em pé-franco e auto-enxertado e do porta-enxerto auto enxertado com os tratamentos onde ocorreu a enxertia das cultivares de *C. arabica* no Apoatã IAC 2258.

Verifica-se na Tabela 5 que não houve diferença significativa entre os tratamentos apoatã auto enxertado e apoatã pé franco, demonstrando que o Apoatã IAC 2258 pode ser utilizado como porta-enxerto, uma vez que a técnica da enxertia não prejudicou seu desenvolvimento.

Na comparação entre Apoatã auto enxertado com os tratamentos em que as mudas eram enxertadas sobre o Apoatã foi possível analisar se a copa utilizada influencia o desempenho do porta-enxerto. Pelos resultados obtidos verifica-se que não houve influência de nenhuma cultivar utilizada como copa na eficiência de uso de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Da mesma forma, Fahl et al. (1998), não encontraram diferenças nos teores foliares de plantas enxertadas em Apoatã IAC 2258 ou não, porém, o uso do IAC Bangelan col. 5 (*C. congensis*) e do IAC 2286 (*C. canephora*) provocaram menores teores foliares de cálcio e magnésio.



**TABELA 05** Eficiência de uso de nitrogênio (EUN) de fósforo (EUP), potássio (EUK), cálcio (EUCa), magnésio (EUMg) e enxofre (EUS) em mudas de cafeeiro enxertadas, em relação ao Apoatã auto enxertado.

<b>Contraste</b>	<b>EUN</b> (g <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )	<b>EUP</b> (g <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )	<b>EUK</b> (g <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )	<b>EUCa</b> (g <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )	<b>EUMg</b> (g <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )	<b>EUS</b> (g <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )
Apoatã auto enxertado	0,63	7,66	0,60	1,96	8,37	11,19
Vs apoatã pé franco	0,59 <sup>ns</sup>	6,86 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>	6,75 <sup>ns</sup>	11,33 <sup>ns</sup>
Apoatã auto enxertado	0,63	7,66	0,60	1,96	8,37	11,19
Vs Palma II enxertado	0,83 <sup>ns</sup>	8,24 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	2,63 <sup>ns</sup>	10,41 <sup>ns</sup>	13,91 <sup>ns</sup>
Vs Catucaí 2SL enxertado	0,45 <sup>ns</sup>	5,45 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	1,77 <sup>ns</sup>	6,87 <sup>ns</sup>	7,62 <sup>ns</sup>
Vs Oeiras enxertado	0,75 <sup>ns</sup>	7,76 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	2,45 <sup>ns</sup>	10,10 <sup>ns</sup>	12,92 <sup>ns</sup>
vs Obatã enxertado	0,73 <sup>ns</sup>	7,93 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	2,25 <sup>ns</sup>	9,40 <sup>ns</sup>	12,57 <sup>ns</sup>
vs Acauã enxertado	0,65 <sup>ns</sup>	8,17 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	2,35 <sup>ns</sup>	9,10 <sup>ns</sup>	10,26 <sup>ns</sup>
vs Topázio enxertado	0,47 <sup>ns</sup>	6,42 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>	1,93 <sup>ns</sup>	7,76 <sup>ns</sup>	8,64 <sup>ns</sup>
vs Paraíso enxertado	0,65 <sup>ns</sup>	7,90 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>ns</sup>	1,94 <sup>ns</sup>	8,19 <sup>ns</sup>	11,61 <sup>ns</sup>

\* e<sup>ns</sup>; contrastes significativos e não-significativos, respectivamente, pelo teste de Dunnett a 5%.

## CONCLUSÕES

1. A eficiência de absorção de macronutrientes em cultivares de *Coffea arabica* L. não é afetada pelo porta-enxerto Apatã IAC-2258 de *Coffea canephora*, exceto para o potássio que tem sua absorção aumentada.
2. Os maiores índices de translocação de macronutrientes, à exceção do enxofre, são observados em mudas enxertadas.
3. A cultivar Topázio MG 1190 não se mostra apta para a realização da enxertia, uma vez que apresenta menor eficiência de uso dos nutrientes quando é enxertada.
4. As cultivares Palma II e Oeiras são as que apresentam melhor eficiência de uso dos nutrientes quando enxertadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, M.A.G. **Influência de diferentes porta-enxertos de *Coffea* spp. no crescimento e na seca dos ramos em progênies de Catimor (*Coffea arabica* L.)**. 1987. 70p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ALVES, A.A.C. **Efeito da enxertia na nutrição mineral, no crescimento vegetativo, na fotossíntese e na redutase do nitrato, em *Coffea arabica***. 1986. 61p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

AUGUSTO, H.S.; MARTINEZ, H.E.P.; SAMPAIO, N.F.; CRUZ, C.D.; PEDROSA, A.W. Concentração foliar de nutrientes em cultivares de *Coffea*

*arabica* L. sob espaçamentos adensados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p. 973-981, 2007.

DIAS, F.P. **Crescimento vegetativo e anatomia caulinar de cafeeiros enxertados**. 2006. 89p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FAHL, J.I.; CARRELI, M.L.C.; ALFONSI, E.L. Influência de porta-enxertos nas trocas gasosas fotossintéticas e na nutrição mineral em cultivares de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 29., 2003, Araxá, MG. **Anais...** Rio de Janeiro, MIC/IBC, 2003. p.347-348.

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**, v.57, p.297-312, 1998.

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, ES. **Anais...** 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, SP: UFSCar, 2000. p.255-258.

FIGUEREDO, F.C.; OLIVEIRA, A.L de.; JUNIOR, W.P.deF.; CARVALHO, J.G.; MENDES, A.N.G. Translocação de nutrientes em mudas enxertadas de sete cultivares do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro, BA. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-CAFÉ, 2003.p.79-80.

GERLOFF, G.C.; GABELMAN, W.H. The search for and interpretation of genetic controls that enhance plant growth under deficiency levels of a macronutrient. **Plant Soil**, v.72, p.335-350, 1983.

GUIMARÃES, P.T.G.; GARCIA, A.W.R.; ALVAREZ V.; V.H.; PREZOTTI, L.C.; VIANA, A.S.; MIGUEL, A.E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J.B.; LOPES, A.S.; NOGUEIRA, F.D.; MONTEIRO, A.V.C.; OLIVEIRA, J.A. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H.

**Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** Viçosa, MG: UFV, 1999. p.289-302.

LI, B.; MCKEAND, S.E.; ALLEN, H.L. Genetic variation in nitrogen use efficiency of loblolly pine seedlings. **Forest Science**, v.37, p.613-626, 1991.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2.ed. Piracicaba; SP: Potafós, 1997. 319p.

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

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

MORAES, M.V.; FRANCO, C.M. **Método expedito para enxertia em café.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1973. 8p.

PEREIRA, J.B.D. **Eficiência nutricional de nitrogênio e de potássio em plantas de café (*Coffea arabica* L.).** 1999. 99p. Tese (Doutorado em Nutrição Mineral) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal Plant Nutrition**, v.4, p.289-302, 1981.

SWIADER, J.M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F.G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. **Journal Plant Nutrition**, v.17, p.1687-1699, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TOMAZ, M.A.; SILVA, S.R.; SAKIYAMA, N.S.; MARTINEZ, H.E.P. Eficiência de absorção, translocação e uso de cálcio, magnésio e enxofre por mudas enxertadas de *Coffea arabica*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.885-892, 2003.

VALLONE, H.S. **Produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes com polímero hidroretentor, diferentes substratos e adubações.**

2003. 75p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

## ARTIGO 2

### ABSORÇÃO, TRANSLOCAÇÃO E EFICIÊNCIA NO USO DOS MICRONUTRIENTES EM CAFEIROS (*Coffea arabica* L.) ENXERTADOS EM APOATÁ IAC 2258 (*Coffea canephora*)<sup>(1)</sup>

**André Dominghetti Ferreira<sup>2</sup>, Antônio Nazareno Guimarães Mendes<sup>2</sup>,  
Gladyston Rodrigues Carvalho<sup>3</sup>, Janice Guedes de Carvalho<sup>4</sup>, Fábio Pereira  
Dias<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)

<sup>2</sup> Departamento de Agricultura (DAG), Universidade Federal de Lavras (UFLA),  
Lavras, MG. Caixa Postal 3037, CEP: 37200-000  
e-mail: [agroadf@yahoo.com.br](mailto:agroadf@yahoo.com.br), [naza@ufla.br](mailto:naza@ufla.br)

<sup>3</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Lavras, MG.  
CEP: 37200-000  
e-mail: [carvalho@epamig.ufla.br](mailto:carvalho@epamig.ufla.br)

<sup>4</sup> Departamento de Ciência do Solo (DCS), Universidade Federal de Lavras  
(UFLA), Bolsista CNPq, Lavras, MG. Caixa Postal 3037, CEP: 37200-000  
e-mail: [janicegc@ufla.br](mailto:janicegc@ufla.br)

<sup>5</sup> Centro de Ensino Federal Técnico de Bambuí (CEFET - BAMBUÍ)  
e-mail: [dfabio@cefetbambui.edu.br](mailto:dfabio@cefetbambui.edu.br)

(Preparado de acordo com as normas da Scientia Agrícola)

## RESUMO

As respostas à disponibilidade dos nutrientes variam entre espécies distintas dentro de um mesmo gênero, devido principalmente as exigências nutricionais variáveis, a capacidade de absorção, translocação e utilização dos nutrientes, dessa forma o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de absorção, translocação e uso dos micronutrientes por diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. enxertadas em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*). O experimento foi instalado em casa de vegetação da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se o método de cultivo em solução nutritiva. Foi utilizado um fatorial  $7 \times 3 + 2$ , sendo sete cultivares de *Coffea arabica* L. (Palma II, Catucaí 2 SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 e Paraíso MG H 419-1), três tipos de mudas (pé-franco, auto-enxertada e enxertada sobre a cultivar Apoatã IAC 2258) e duas testemunhas (Apoatã auto-enxertado e Apoatã pé-franco). Os dados obtidos mostraram que o porta-enxerto utilizado influenciou negativamente na absorção de boro, ferro e manganês. A translocação dos micronutrientes boro e cobre obteve maiores índices nas mudas enxertadas. A cultivar Palma II, quando enxertada, apresentou o maior índice de utilização dos nutrientes, mostrando-se passível de ser enxertada. O porta-enxerto utilizado mostrou-se apto para a enxertia, por não sofrer influência negativa tanto pela enxertia quanto pelas cultivares utilizadas.

**Termos de indexação:** *Coffea arabica* L., *Coffea canephora*, enxertia, nutrição mineral.

## ABSTRACT

The answers to the availability of nutrients vary between different species within the same character, mainly because the nutritional requirements variables, absorption capacity, translocation and use of nutrients, thus the purpose of this study was to evaluate the efficiency of absorption, translocation and use of micronutrients by different cultivars of *Coffea arabica* L. grafted into Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*). The experiment was installed in a greenhouse, in Federal University of Lavras, using the method of cultivation in nutrient solution. It used a factorial  $7 \times 3 + 2$ , and seven cultivars of *Coffea arabica* L. (Palma II, Catucaí 2 SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 and Paraíso MG H 419-1), three types of seedlings (Foot-free, self-grafted and grafted on to cultivate Apoatã IAC 2258) and two witnesses (Apoatã self-grafted and Apoatã foot-free). The data obtained showed that the root stock used negatively influenced the absorption of boron, iron and manganese. The translocation of micronutrients boron and copper obtained highest rates in the grafted seedlings. The cultivars Palma II, when grafted, showed the highest rates of use of nutrients, showing up which can be grafted. The root stock used proved to be suitable for grafting, by not suffer negative influence both by grafting and the cultivars used.

**Key words:** *Coffea arabica* L., *Coffea canephora*, grafting, mineral nutrition.



## INTRODUÇÃO

A enxertia em cafeeiros, utilizada desde 1887, tem como principal objetivo aproveitar a maior tolerância das plantas utilizadas como porta-enxerto aos nematóides, possibilitando produzir café de qualidade por meio do *C. arabica* utilizado como copa (Zimmermann, 1901, citado por Mendes, 1938).

Respostas à disponibilidade dos nutrientes no solo variam entre as espécies e dentro de uma mesma espécie (Tomaz et al., 2003). Várias são as causas dos diferentes índices de aproveitamento dos nutrientes, estando entre elas as exigências nutricionais variáveis, capacidade de absorção, de translocação (Li et al., 1991) e de utilização dos nutrientes (Siddiqi & Glass, 1981).

Fahl et al. (2003) avaliaram a influência de porta-enxertos na nutrição mineral em cultivares de café, constatando diferenças na composição química das folhas, mostrando que o efeito da enxertia na composição de macro e micronutrientes variou com o nutriente e com as combinações de enxerto e porta-enxerto.

Tomaz et al. (2006) estudaram a translocação de nutrientes em quatro cultivares de *Coffea arabica*, enxertadas ou não em Apoatã IAC 2258, Conilon Muriaé 1, Mundo Novo e RC EMCAPA 8141. Os autores concluíram que houve variações na absorção, translocação e utilização de Zn, Cu e Mn nas mudas de cafeeiro, quando se compararam as combinações de enxertias com os respectivos pés-francos. Dessa forma, acredita-se que além de conferir resistência aos fitonematóides, a utilização do porta-enxerto na cafeicultura pode melhorar a eficiência no uso de nutrientes, conferindo maior adaptabilidade às condições adversas de solo e áreas com precipitação pluviométrica limitada, devido a um sistema radicular mais desenvolvido e eficiente, aumentando com isso o potencial produtivo da planta enxertada.

Este trabalho teve como objetivo avaliar, em cultivo hidropônico, a eficiência de absorção, translocação e uso dos micronutrientes por diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. enxertadas em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), e conduzido por um período de 150 dias, utilizando-se o processo hidropônico de cultivo em vasos contendo solução nutritiva completa.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial  $7 \times 3 + 2$ , sendo sete cultivares (Palma II, Catucaí 2SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 e Paraíso MG H 419-1), três tipos de mudas (pé franco, auto-enxertadas e enxertadas sobre a cultivar Apoatã IAC 2258) e duas testemunhas (Apoatã auto-enxertado e Apoatã pé franco). Cada parcela experimental contou com uma planta, num total de cinco repetições.

A semeadura foi feita em caixas com areia lavada, realizando-se a enxertia quando as mudas atingiram o estágio de “palito de fósforo”. O processo de enxertia utilizado foi do tipo hipocotiledonar, conforme Moraes & Franco (1973).

Após a enxertia, as plantas enxertadas juntamente com as auto-enxertadas e as não enxertadas (pé-franco) foram transplantadas para tubetes contendo substrato próprio para produção de mudas comerciais (Vallone, 2003). Para a fertilização do substrato das mudas dos tubetes, foi utilizado o fertilizante de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup>, 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  $8,3 \text{ kg.m}^{-3}$  de substrato (Mello, 1999).

As mudas, após o transplante para os tubetes foram mantidas em câmara de nebulização cobertas com sombrite 75% por um período de 30 dias. Após este período, as mudas foram levadas para o viveiro, onde permaneceram até atingirem 5 pares de folhas. Em seguida lavaram-se as raízes, retirando todo o substrato para que as mudas fossem colocadas em solução nutritiva Hoagland & Arnon, 1950, modificada, citada por Taiz & Zeiger (2004), com 20% da concentração recomendada, por um período de 30 dias para a adaptação. Após este período, as mudas foram transplantadas para os vasos definitivos, com capacidade volumétrica de dois litros.

A medida que ocorria a diminuição do volume da solução devido à transpiração, foi feita a reposição com água deionizada até completar o volume original. Nos primeiros 30 dias após a fase de adaptação, a força da solução nutritiva foi de 30%, do 31º ao 90º dia foi de 60%, e do 91º ao 150º foi de 90% da concentração dos nutrientes. A solução foi trocada a cada quinze dias, visando deixar as concentrações dos nutrientes próximas das ideais.

A coleta do experimento foi realizada 150 dias após o transplante para os vasos, separando-se a planta em raízes, caule e folhas. O material colhido foi lavado com água destilada, seco em estufa com circulação forçada de ar a  $65^{\circ}\text{C}$ , até peso constante, pesado e triturado em moinho tipo Wiley. Os teores de cobre, ferro, manganês e zinco presentes nos tecidos vegetais foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. Os teores de boro, após digestão via seca (incineração), foram determinados por colorimetria (método da curcumina) (Malavolta et al. 1997).

Após a obtenção das concentrações dos nutrientes, calculou-se o conteúdo em cada parte analisada (raiz, caule e folha). Para estudo da eficiência

nutricional, foram utilizados os conceitos propostos pelos autores Siddiqi & Glass (1981), Swiader et al. (1994) e Li et al. (1991).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional Sisvar (Ferreira, 2000). Foi verificada a significância ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Detectando diferenças significativas entre os tratamentos e entre as interações, foram feitos os desdobramentos e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey. As comparações entre fatorial e adicional foram analisados pelo teste de Dunnett.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Absorção radicular dos nutrientes**

Para eficiência de absorção não houve diferença pelo teste de F entre cultivares nas quantidades absorvidas de Cu, entre tipos de mudas nos teores de Cu e Zn e também não houve significância para as quantidades absorvidas de B, Cu e Fe na interação entre cultivares e tipos de mudas.

Para eficiência de absorção do micronutriente boro, a cultivar Topázio mostrou-se superior em relação às cultivares Oeiras, Obatã e Acauã (Tabela 1). Os resultados obtidos no presente trabalho coincidem com os encontrados por Augusto et al (2007), que detectou diferenças significativas nos teores foliares de boro em plantas de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. aos 34 meses após o plantio.

As cultivares Topázio e Paraíso apresentaram os maiores índices de absorção de Fe, enquanto as cultivares Oeiras e Acauã os índices mais baixos. Possivelmente, a diferença detectada entre as cultivares se deu em função do desenvolvimento do sistema radicular. Alves (1986) e Aguilár (1987) ressaltaram que o melhor desempenho na absorção de íons do 'Catimor', quando

enxertado sobre 'Mundo Novo' e 'Catuaí', foi devido ao melhor desenvolvimento do sistema radicular desses dois porta-enxertos.

Para o nutriente Zn, verifica-se que a cultivar Paraíso apresentou o maior índice de absorção em relação às demais. Augusto et al (2007) encontraram maiores teores foliares de Zn nas cultivares Oeiras MG 6851 e Catuaí IAC 144, indicando maior eficiência de absorção e/ou translocação destas quando esse nutriente é pouco disponível no solo. Os autores ainda encontraram diferenças nos teores de manganês entre as cultivares estudadas, corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho.

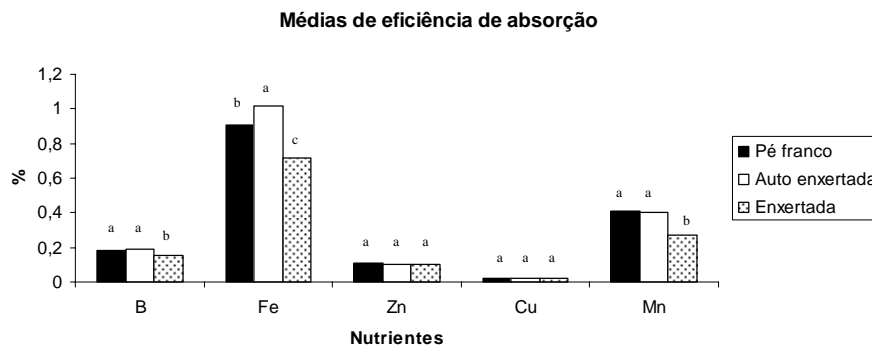
**TABELA 01** Médias de eficiência de absorção dos nutrientes pelas cultivares de *Coffea arabica* L..

Cultivares	B	Fe	Zn	Cu	Mn
	mg.g <sup>-1</sup>				
<b>Palma II</b>	0,17 bc	0,92 ab	0,10 b	0,02 a	0,40 a
<b>Catuaí 2SL</b>	0,19 ab	0,94 ab	0,10 b	0,02 a	0,42 a
<b>Oeiras</b>	0,15 c	0,74 b	0,10 b	0,01 a	0,30 c
<b>Obatã</b>	0,16 c	0,84 ab	0,08 c	0,02 a	0,30 c
<b>Acauã</b>	0,16 c	0,75 b	0,10 b	0,01 a	0,35 b
<b>Topázio</b>	0,20 a	0,99 a	0,10 b	0,01 a	0,40 a
<b>Paraíso</b>	0,17 abc	0,98 a	0,12 a	0,02 a	0,35 b
<b>CV (%)</b>	14,60	17,32	19,12	28,59	16,26

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Nota-se pela Figura 1 que para os nutrientes estudados a técnica da enxertia não provocou efeito negativo, pois nas mudas auto enxertadas houve semelhança ou superioridade em relação às de pé franco, porém o porta-enxerto utilizado não apresentou boa eficiência para a absorção destes, uma vez que os tratamentos com mudas enxertadas apresentaram os menores valores; estes resultados coincidem, em parte, com os encontrados por Fahl et al. (1998), que encontraram menores teores foliares de ferro em cafeeiros enxertados em Apoaã

IAC 2258, porém não encontraram diferenças significativas entre os teores foliares de boro. Os mesmos autores ainda observaram sensível redução dos teores de manganês em folhas de plantas de *C. arabica* L. (Catuaí IAC 81 e Mundo Novo IAC 515-20) enxertadas sobre *C. canephora* (Apoatã IAC 2258 e IAC 2286) e IAC Bangelan col. 5, em relação aos teores foliares das plantas não enxertadas. Esses autores ressaltam que a menor absorção de manganês pelas plantas enxertadas sobre *C. canephora* (Apoatã IAC 2258 e IAC 2286) e IAC Bangelan col. 5 deve-se provavelmente à seletividade do sistema radicular desses materiais em reduzir a absorção de manganês. Essa possibilidade baseia-se no fato da espécie *C. canephora* ser muito mais sensível à toxicidade desse elemento, apresentando níveis críticos de manganês nas folhas bem menores do que os de *C. arabica* (Willson, 1987).



**FIGURA 01** Médias de eficiência de absorção dos nutrientes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Tomaz et al. (2006) encontrou maior eficiência de absorção de zinco na combinação Catuaí Vermelho IAC 15/Conilon Muriaé 1 e diminuição no H419-10-3-5-1/Apoatã IAC 2258. O autor atribui este fato ao menor comprimento das raízes encontrado no Catuaí Vermelho IAC 15/Conilon Muriaé 1, que poderia

ter proporcionado um aumento da relação do nutriente absorvido por unidade de comprimento de raiz ou pela baixa afinidade do sistema de absorção. Entretanto, o autor afirma que a redução na combinação H419-10-3-5-1/Apoatã IAC 2258, pode estar mais associada às características fisiológicas de absorção, visto que esta combinação não teve alteração significativa no comprimento de raiz, quando comparada com o respectivo pé-franco. Da mesma forma ocorreu no presente trabalho, em que a combinação Topázio MG 1190/Apoatã IAC 2258 apresentou menor eficiência de absorção em relação ao respectivo pé-franco (Tabela 2).

Os dados obtidos (Tabela 2) coincidem em parte com as afirmações de Fahl et al. (1998), em que trabalhando com enxertia de *C. arabica* sobre *C. canephora* e sobre *C. congensis*, observaram decréscimo expressivo no teor de manganês nas folhas das plantas enxertadas, em relação às não enxertadas, confirmando a seletividade do sistema radicular do Apoatã em absorver este nutriente, mesmo com outra copa.

**TABELA 02** Eficiência média de absorção dos nutrientes no desdobramento de tipo de muda dentro de cultivar.

Tratamento	B	Fe	Zn	Cu	Mn
	mg.g <sup>-1</sup>				
<b>Palma II</b>					
pé franco	0,16 a	0,87 a	0,10 a	0,02 a	0,41 a
auto enxertado	0,17 a	1,15 a	0,11 a	0,02 a	0,47 a
Enxertado	0,17 a	0,74 a	0,10 a	0,02 a	0,30 b
<b>Catucaí 2SL</b>					
pé franco	0,21 a	1,00 a	0,11 a	0,02 a	0,53 a
auto enxertado	0,21 a	1,03 a	0,10 a	0,02 a	0,47 a
Enxertado	0,15 a	0,78 a	0,10 a	0,02 a	0,25 b
<b>Oeiras</b>					
pé franco	0,16 a	0,74 a	0,10 a	0,02 a	0,34 ab
auto enxertado	0,16 a	0,90 a	0,10 a	0,01 a	0,35 a
Enxertado	0,13 a	0,60 a	0,11 a	0,01 a	0,24 b

...continua...

**TABELA 02, Cont.**

<b>Obatã</b>					
<b>pé franco</b>	0,17 a	0,89 a	0,07 a	0,02 a	0,27 a
<b>auto enxertado</b>	0,17 a	0,92 a	0,08 a	0,02 a	0,34 a
<b>Enxertado</b>	0,15 a	0,72 a	0,10 a	0,01 a	0,29 a
<b>Acauã</b>					
<b>pé franco</b>	0,17 a	0,80 a	0,08 a	0,13 a	0,43 a
<b>auto enxertado</b>	0,17 a	0,83 a	0,10 a	0,13 a	0,32 b
<b>Enxertado</b>	0,14 a	0,62 a	0,11 a	0,13 a	0,31 b
<b>Topázio</b>					
<b>pé franco</b>	0,21 a	1,10 a	0,14 a	0,02 a	0,52 a
<b>auto enxertado</b>	0,23 a	1,14 a	0,10 b	0,01 a	0,47 a
<b>Enxertado</b>	0,15 a	0,74 a	0,08 b	0,01 a	0,20 b
<b>Paraíso</b>					
<b>pé franco</b>	0,18 a	0,95 a	0,14 a	0,02 a	0,40 a
<b>auto enxertado</b>	0,18 a	1,17 a	0,11 a	0,02 a	0,38 a
<b>Enxertado</b>	0,16 a	0,82 a	0,12 a	0,02 a	0,30 a

---

Médias seguidas pela mesma letra na vertical – dentro de cada cultivar – não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey

### **Translocação dos nutrientes na planta**

Para eficiência de translocação de boro, ferro, cobre e manganês entre cultivares; de boro e cobre entre tipos de mudas; e de boro, ferro e manganês na interação entre cultivares e tipos de mudas não houve diferença estatística pelo teste de F.

Na tabela 3 são apresentados os valores médios de eficiência de translocação dos nutrientes para cada cultivar. Nota-se que a eficiência de translocação de zinco na cultivar Catucaí 2SL apresentou-se maior, igualando-se apenas à da Acauã. Resultado semelhante também foi obtido por Augusto et



al. (2007), que encontraram variações entre as cultivares estudadas quanto à translocação de zinco. A translocação de zinco apresentada pela cultivar Catucaí 2SL evidencia o potencial desta cultivar para cultivo em solos com baixo teor deste nutriente, uma vez que o mesmo apresentou eficiência de absorção intermediária às demais (Tabela 1), porém elevada capacidade de translocação.

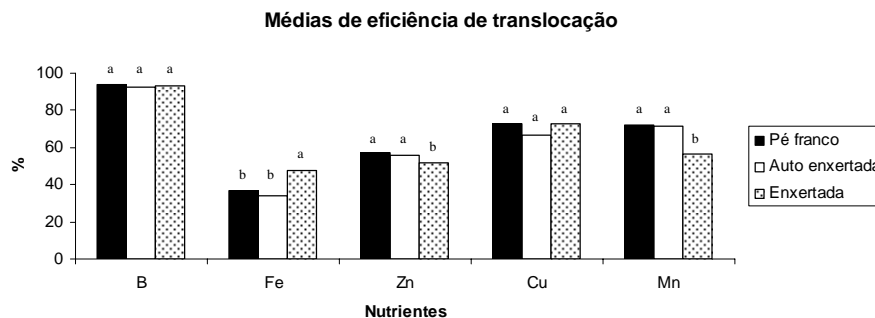
Ainda com relação a eficiência de absorção e translocação de zinco, nota-se que a cultivar Paraíso foi a que apresentou maior eficiência de absorção (Tabela 1), porém mostrou-se pouco eficiente na translocação.

**TABELA 03** - Médias de eficiência de translocação dos nutrientes nas cultivares.

Cultivares	B	Fe	Zn	Cu	Mn
<b>Palma II</b>	94,26 a	39,13 a	53,67 bc	69,17 a	61,62 a
<b>Catucaí 2SL</b>	94,13 a	40,20 a	64,72 a	71,54 a	71,07 a
<b>Oeiras</b>	91,97 a	39,23 a	50,31 cd	73,02 a	61,93 a
<b>Obatã</b>	92,59 a	36,32 a	54,09 bc	73,13 a	57,68 a
<b>Acauã</b>	93,21 a	44,49 a	59,11 ab	62,72 a	75,37 a
<b>Topázio</b>	93,65 a	38,36 a	56,15 bc	72,09 a	73,47 a
<b>Paraíso</b>	93,34 a	39,60 a	46,30 d	74,49 a	64,85 a
<b>CV (%)</b>	1,57	11,14	15,90	8,96	12,69

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Dias (2006) trabalhando com cortes anatômicos de caules de cafeeiros enxertados encontrou um grande desenvolvimento de parênquima cortical, e segundo o autor, o desenvolvimento deste calo pode influenciar negativamente a translocação de água e nutrientes do porta-enxerto para o enxerto, porém, nota-se pela figura 2 que a técnica da enxertia não prejudicou a translocação dos nutrientes. Houve somente, redução de translocação para zinco e manganês quando comparou-se as mudas enxertadas em Apoatã em relação a auto-enxertia e pé-franco.



**FIGURA 02** Médias de eficiência de translocação dos nutrientes. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Para Marschner (1995), as diferenças genotípicas na eficiência nutricional podem estar relacionadas com a demanda de nutrientes em nível celular, compartimentalização, utilização na parte aérea, no transporte a curta e a longa distância, na afinidade do sistema de absorção (km), concentração mínima (Cmin) e modificações na rizosfera.

O aumento ou a diminuição da utilização do Zn, nos diferentes tipos de muda estudados, parece estar relacionado com a demanda diferenciada do nutriente no metabolismo da planta, uma vez que apenas as mudas enxertadas apresentaram menor eficiência de translocação. Deve-se atentar também que, estas mudas enxertadas, apresentaram a menor eficiência de absorção deste nutriente.

A capacidade de produção de matéria seca pelo enxerto exerce influência sobre a eficiência de translocação do nutriente zinco, pois plantas da progênie H-514-5-5-3 combinadas com o porta-enxerto Mundo Novo IAC 376-4 que apresentaram aumento de produção de matéria seca de 66% a mais em relação ao respectivo pé franco, foram também superiores na eficiência de translocação de zinco em relação ao pé franco (Tomaz et al., 2006).

A translocação de manganês se comportou da mesma maneira que a absorção, ou seja, as mudas enxertadas foram menos eficientes em relação às de pé franco, resultados estes coincidentes com os de Tomaz et al. (2006), que encontrou menor eficiência de translocação do nutriente em questão quando as plantas de *C. arabica* foram enxertadas no *C. canephora* Apoatã IAC 2258.

Na Tabela 4 é apresentada a eficiência de translocação dos nutrientes no desdobramento de tipos de mudas dentro de cultivar. Observa-se que a cultivar Oeiras quando enxertada apresentou eficiência de translocação de boro e cobre igual a muda de pé franco, que se mostraram superiores às mudas auto enxertadas, dessa forma há indícios de que a técnica da enxertia provoca um estresse, ocasionando uma menor eficiência de translocação deste nutriente, mas com o uso do porta-enxerto Apoatã este estresse é superado. Entretanto, Fahl et al. (1998), não encontraram diferenças nos teores foliares de boro entre os diferentes tipos de muda que trabalhou, indicando que a absorção e translocação foram iguais nas mudas de pé franco, auto enxertadas e enxertadas.

A movimentação de íons através das raízes e seu descarregamento no xilema envolvem vários mecanismos que podem limitar sua ascensão para a parte aérea e podem constituir diferenças genotípicas na absorção e movimentação dos nutrientes (Gerloff & Gabelman, 1983). Dessa forma, a técnica da enxertia funcionou como um mecanismo limitante para a translocação de cobre nas cultivares Acauã e Oeiras quando auto enxertadas. Porém, esta limitação foi superada quando utilizou-se o porta-enxerto Apoatã IAC 2258, uma vez que mudas enxertadas ou não, apresentaram a mesma eficiência de translocação deste nutriente. Os dados apresentados corroboram com os encontrados por Tomaz et al. (2006), que verificaram aumentos de até 37,2 % na eficiência de translocação de cobre nas mudas enxertadas em relação às suas respectivas mudas não enxertadas.

A translocação de zinco foi reduzida em 34% quando mudas de Acauã foram enxertadas sobre o Apoatã, resultados estes não coincidentes com os encontrados por Tomaz et al. (2006), que não verificaram diferenças nos teores foliares de zinco entre as cultivares em pé-franco e quando combinadas com o Apoatã.

**TABELA 04** Médias de eficiência de translocação dos nutrientes no desdobramento de tipo de muda dentro de cultivar.

Tratamento	B	Fe	Zn	Cu	Mn
	%				
<b>Palma II</b>					
Pé franco	93,63 a	36,90 a	51,00 a	72,77 a	65,28 a
Auto enxertado	94,24 a	32,67 a	54,81 a	65,23 a	74,05 a
Enxertado	94,90 a	47,81 a	55,19 a	69,51 a	45,53 a
<b>Catucaí 2SL</b>					
Pé franco	94,56 a	33,61 a	65,56 a	68,77 a	72,27 a
Auto enxertado	93,84 a	36,33 a	67,64 a	68,66 a	72,67 a
Enxertado	94,00 a	50,66 a	60,96 a	77,18 a	68,26 a
<b>Oeiras</b>					
Pé franco	94,07 a	37,49 a	56,09 a	77,18 a	71,55 a
Auto enxertado	88,84 b	30,67 a	49,60 a	64,76 b	63,37 a
Enxertado	93,01 a	49,67 a	45,23 a	77,12 a	50,87 a
<b>Obatã</b>					
Pé franco	93,59 a	34,57 a	55,62 a	77,51 a	59,58 a
Auto enxertado	92,70 a	35,66 a	56,37 a	74,87 a	68,85 a
Enxertado	91,49 a	38,76 a	50,27 a	67,02 a	44,59 a
<b>Acauã</b>					
Pé franco	93,68 a	43,30 a	69,85 a	69,63 a	83,33 a
Auto enxertado	92,50 a	33,60 a	61,22 a	48,78 b	79,03 a
Enxertado	93,44 a	56,57 a	46,26 b	69,76 a	63,76 a

...continua...

**TABELA 04, Cont.**

<b>Topázio</b>					
<b>Pé franco</b>	94,66 a	35,25 a	54,16 a	70,56 a	79,37 a
<b>Auto enxertado</b>	94,03 a	34,89 a	58,43 a	69,83 a	78,43 a
<b>Enxertado</b>	92,25 a	44,93 a	55,86 a	75,88 a	62,63 a
<b>Paraíso</b>					
<b>Pé franco</b>	93,31 a	38,39 a	46,64 a	74,01 a	71,07 a
<b>Auto enxertado</b>	92,51 a	33,13 a	44,61 a	74,52 a	65,43 a
<b>Enxertado</b>	94,19 a	47,29 a	47,64 a	74,94 a	58,07 a

Médias seguidas pela mesma letra na vertical – dentro de cada cultivar – não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

#### **Eficiência de uso dos nutrientes**

Analisando a eficiência de utilização dos nutrientes pelo teste de F, verifica-se que para os micronutrientes boro, ferro e manganês, nas interações significativas, as plantas enxertadas apresentaram eficiência de uso igual ou superior às não enxertadas. Tomaz et al. (2006) também encontraram maior eficiência de uso de manganês nas cultivares Catuaí Vermelho IAC 15 e na progênie H514-5-5-3 quando enxertadas em Apoatã IAC 2258. Em estudo sobre nutrição mineral em cafeeiros enxertados, Fahl et al. (1998) não encontraram diferenças na eficiência de uso do boro e ferro entre plantas enxertadas ou não, utilizando diferentes porta-enxertos.

Estudando a eficiência de uso de zinco e cobre, Tomaz et al. (2006), encontraram superioridade das plantas enxertadas em Apoatã IAC 2258 em relação às de pé franco, resultados estes não coincidentes com os encontrados neste trabalho, que observou inferioridade das plantas enxertadas em relação às não enxertadas.

**TABELA 05** - Eficiência média do uso dos macro e micronutrientes no desdobramento de tipo de muda dentro de cultivar.

Tratamento	B	Fe	Zn	Cu	Mn
	g <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup>				
<b>Palma II</b>					
Pé franco	0,51 a	0,09 a	0,85 a	4.60 a	0.20 b
Auto enxertado	0,54 a	0,08 b	0,84 a	5.10 a	0.20 b
Enxertado	0,54 a	0,13 a	0,94 a	5.50 a	0.30 a
<b>Catucaí 2SL</b>					
Pé franco	0,33 a	0,07 a	0,61 b	4.19 ab	0.13 b
Auto enxertado	0,41 a	0,09 a	0,85 a	5.12 a	0.18 ab
Enxertado	0,36 a	0,07 a	0,56 b	2.89 b	0.23 a
<b>Oeiras</b>					
Pé franco	0,45 b	0,09 ab	0,69 a	4.03 a	0.21 b
Auto enxertado	0,46 b	0,08 b	0,64 a	5.55 a	0.20 b
Enxertado	0,55 a	0,12 a	0,70 a	5.02 a	0.32 a
<b>Obatã</b>					
Pé franco	0,49 a	0,09 a	1,19 a	4.74 a	0.31 a
Auto enxertado	0,51 a	0,10 a	1,09 a	4.27 a	0.26 a
Enxertado	0,46 a	0,10 a	0,71 b	4.99 a	0.25 a
<b>Acauã</b>					
Pé franco	0,46 a	0,10 a	0,99 a	5,87 a	0.18 a
Auto enxertado	0,51 a	0,10 a	0,89 a	5,62 a	0.26 a
Enxertado	0,46 a	0,11 a	0,63 b	5,87 a	0.22 a
<b>Topázio</b>					
Pé franco	0,45 a	0,09 ab	0,67 b	6.01 b	0.18 b
Auto enxertado	0,52 a	0,11 a	1,14 a	7.87 a	0.26 a
Enxertado	0,43 a	0,07 b	0,63 b	3.22 c	0.26 a
<b>Paraíso</b>					
Pé franco	0,40 b	0,08 ab	0,58 a	3.46 a	0.19 b
Auto enxertado	0,38 b	0,06 b	0,65 a	3.40 a	0.18 b
Enxertado	0,49 a	0,10 a	0,65 a	4.69 a	0.26 a
<b>CV (%)</b>	10,62	16,92	19,30	19,27	16,85

Médias seguidas pela mesma letra na vertical – dentro de cada cultivar – não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Analisando a eficiência de uso dos nutrientes pelas cultivares quando em pé-franco (Tabela 6), observa-se para cada nutriente um grupo de cultivares que se mostram eficientes, contudo, somente a cultivar Obatã esteve, de uma maneira geral, entre as melhores para todos os nutrientes.

Quanto às mudas auto enxertadas, a cultivar que mais se destacou foi a Topázio, uma vez que apresentou os maiores índices de eficiência de uso para todos os nutrientes estudados. Já para mudas enxertadas, a maior eficiência de uso foi encontrada para a cultivar Palma II. Resultados semelhantes também foram encontrados por Tomaz et al. (2003), que verificaram diferenças quanto a eficiência de utilização dos nutrientes entre as cultivares.

**TABELA 06** Eficiência média do uso dos nutrientes no desdobramento de cultivares dentro de tipo de muda.

Tratamento	B	Fe	Zn	Cu	Mn
<b>Pé-franco</b>					
Palma II	0,51 a	0,85 c	0,09 a	4,60 b	0,20 b
Catucaí 2SL	0,33 e	0,61 d	0,07 c	4,19 b	0,13 c
Oeiras	0,45 c	0,68 d	0,09 a	4,03 c	0,21 b
Obatã	0,49 ab	1,19 a	0,09 a	4,74 a	0,31 a
Acauã	0,46 bc	0,99 b	0,10 a	5,89 a	0,18 b
Topázio	0,45 c	0,67 d	0,09 ab	6,01 a	0,18 b
Paraíso	0,40 d	0,58 d	0,08 bc	3,46 c	0,19 b
<b>Auto enxertada</b>					
Palma II	0,54 a	0,84 b	0,08 b	5,10 b	0,20 b
Catucaí 2SL	0,41 c	0,85 b	0,09 b	5,12 b	0,18 b
Oeiras	0,46 b	0,64 c	0,08 b	5,55 b	0,20 b
Obatã	0,51 a	1,09 a	0,10 a	4,27 c	0,26 a
Acauã	0,51 a	0,89 b	0,10 a	5,62 b	0,26 a
Topázio	0,52 a	1,14 a	0,11 a	7,87 a	0,26 a
Paraíso	0,38 c	0,65 c	0,06 c	3,40 d	0,18 b

...continua...

**TABELA 06, Cont.**

**Enxertada**

<b>Palma II</b>	0,54 a	0,94 a	0,13 a	5,50 a	0,30 a
<b>Catucaí 2SL</b>	0,36 c	0,56 c	0,07 d	2,89 d	0,23 bc
<b>Oeiras</b>	0,55 a	0,70 b	0,12 ab	5,02 ab	0,32 a
<b>Obatã</b>	0,46 b	0,71 b	0,10 c	4,99 ab	0,25 bc
<b>Acauã</b>	0,48 b	0,63 bc	0,11 bc	5,05 ab	0,22 c
<b>Topázio</b>	0,34 c	0,63 bc	0,07 d	3,22 c	0,26 b
<b>Paraíso</b>	0,49 b	0,65 b	0,10 c	4,69 b	0,26 b

Médias seguidas pela mesma letra na vertical – dentro de cada tipo de muda – não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

**Eficiência de absorção, translocação e de utilização dos adicionais**

A utilização dos tratamentos adicionais teve como objetivo comparar o desenvolvimento do porta-enxerto quando em pé-franco e auto enxertado com os demais tratamentos do fatorial, procurando identificar qualquer influência da técnica da enxertia e das cultivares de *C. arabica* L. utilizadas.

Verifica-se na tabela 8 que não houve diferença significativa entre os tratamentos apoatã auto enxertado e apoatã pé franco, demonstrando que o Apoatã IAC 2258 pode ser utilizado como porta-enxerto, sendo a enxertia não prejudicial ao seu desenvolvimento.

Na comparação entre Apoatã auto enxertado com os tratamentos em que as mudas eram enxertadas sobre o Apoatã foi possível analisar se a copa de arábica influencia o desempenho do porta-enxerto. Pelos resultados obtidos verifica-se que não houve influência de nenhuma cultivar utilizada como copa na eficiência de uso dos nutrientes. Os resultados coincidem em parte com os apresentados por Fahl et al. (1998), que não encontraram diferenças nos teores foliares de plantas enxertadas em Apoatã IAC 2258 ou não, à exceção do micronutriente manganês, pois as mudas enxertadas no Apoatã apresentaram menor índice de eficiência



de uso, provavelmente pela maior seletividade do sistema radicular do Apatã em relação ao manganês.

**TABELA 08** Eficiência de uso de boro (EUB), de ferro (EUFe), de zinco (EUZn), de cobre (EUCu) e de manganês (EUMn) em mudas de cafeeiro enxertadas, em relação ao Apoatã auto enxertado

Contraste	EUB (g <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )	EUFe (g <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )	EUZn (g <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )	EUCu (g <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )	EUMn (g <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )
Apoatã auto enxertado	0,44	0,08	0,72	3,61	0,28
vs apoatã pé franco	0,44 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	4,73 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
Apoatã auto enxertado	0,44	0,08	0,72	3,61	0,28
vs Palma II enxertado	0,54 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>	5,50 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>
vs Catucaí 2SL enxertado	0,36 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	2,89 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>
vs Oeiras enxertado	0,54 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	5,01 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>
vs Obatã enxertado	0,46 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	4,99 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>
vs Acauã enxertado	0,48 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	5,04 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
vs Topázio enxertado	0,34 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	3,22 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>
vs Paraíso enxertado	0,49 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	4,68 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>

\* e<sup>ns</sup>; contrastes significativos e não-significativos, respectivamente, pelo teste de Dunnett a 5%.

## CONCLUSÕES

1. Cultivares de *Coffea arabica* L. apresentam menor eficiência de absorção de boro, ferro e manganês quando enxertadas em porta-enxerto IAC-2258 de *Coffea canephora*.
2. Para os micronutrientes boro e cobre, o porta-enxerto Apoatã IAC 2258 proporciona maior eficiência de translocação.
3. A cultivar Palma II apresenta maior eficiência no uso de micronutrientes quando enxertada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, M.A.G. **Influência de diferentes porta-enxertos de *Coffea* spp. No crescimento e na seca dos ramos em progênies de Catimor (*Coffea arabica* L.)**. 1987. 70p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ALVES, A.A.C. **Efeito da enxertia na nutrição mineral, no crescimento vegetativo, na fotossíntese e na redutase do nitrato, em *Coffea arabica***. 1986. 61p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Mineral) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

AUGUSTO, H.S.; MARTINEZ, H.E.P.; SAMPAIO, N.F.; CRUZ, C.D.; PEDROSA, A.W. Concentração foliar de nutrientes em cultivares de *Coffea arabica* L. sob espaçamentos adensados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p.973-981, 2007.

DIAS, F.P. **Crescimento vegetativo e anatomia caulinar de cafeeiros enxertados**. 2006. 89p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FAHL, J.I.; CARRELI, M.L.C.; ALFONSI, E.L. Influência de porta-enxertos nas trocas gasosas fotossintéticas e na nutrição mineral em cultivares de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 29., 2003, Araxá, MG. **Anais...** Rio de Janeiro, MIC/IBC, 2003. p.347-348.

FAHL, J.I.; CARRELI, M.L.C. GALLO, P.B.; DA COSTA, W.M.; NOVO, M. do C. de S.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.

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, SP: UFSCar, 2000. p.255-258.

GERLOFF, G.C.; GABELMAN, W.H. The search for and interpretation of genetic controls that enhance plant growth under deficiency levels of a macronutrient. **Plant Soil**, v. 72, p. 335-350, 1983.

LI, B.; MCKEAND, S.E.; ALLEN, H.L. Genetic variation in nitrogen use efficiency of loblolly pine seedlings. **Forest Science**, v.37, p.613-626, 1991.

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba, SP: Potafós, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1995. 889p.

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

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

MORAES, M.V.; FRANCO, C.M. **Método expedito para enxertia em café**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1973. 8p.

SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal Plant Nutrition**, v.4, p.289-302, 1981.

SWIADER, J.M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F.G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. **Journal Plant Nutrition**, v.17, n.10, p.1687-1699, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TOMAZ, M.A.; MARTINEZ, H.E.P.; SAKIYAMA, N.S.; CRUZ, C.D.; PEREIRA, A.A. Absorção, translocação e utilização de zinco, cobre e manganês por mudas enxertadas de *Coffea arabica*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 377-384, 2006.

TOMAZ, M.A.; SILVA, S.R.; SAKIYAMA, N.S.; MARTINEZ, H.E.P. Eficiência de absorção, translocação e uso de cálcio, magnésio e enxofre por mudas enxertadas de *Coffea arabica*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 885-892, 2003.

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

WILLSON, K.C. Mineral nutrition and fertilizer needs. In: CLIFFORD, M.M.N.; WILLSON, K.C. (Ed.). **Coffe**: botany, biochemistry and productions of beans and beverage. London: Croom Helm, 1987. p.135-156.

### ARTIGO 3

#### DESENVOLVIMENTO DE CAFEEIROS (*Coffea arabica* L.) ENXERTADOS EM APOATÃ IAC 2258 (*Coffea canephora*)<sup>(1)</sup>.

**André Dominghetti Ferreira<sup>2</sup>, Antônio Nazareno Guimarães Mendes<sup>2</sup>,  
Gladyston Rodrigues Carvalho<sup>3</sup>, César Elias Botelho<sup>3</sup>, Renato Fonseca de  
Paiva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)

<sup>2</sup> Departamento de Agricultura (DAG), Universidade Federal de Lavras (UFLA),  
Lavras, MG. Caixa Postal 3037, CEP: 37200-000  
e-mail: [agroadf@yahoo.com.br](mailto:agroadf@yahoo.com.br), [naza@ufla.br](mailto:naza@ufla.br), [r.fpaiva@hotmail.com](mailto:r.fpaiva@hotmail.com)

<sup>3</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Lavras, MG.  
CEP: 37200-000  
e-mail: [carvalho@epamig.ufla.br](mailto:carvalho@epamig.ufla.br), [cesarbotelho@epamig.ufla.br](mailto:cesarbotelho@epamig.ufla.br)

(Preparado de acordo com as normas da Revista Ciência Rural)

## RESUMO

A utilização da enxertia no cafeeiro, além de conferir maior tolerância aos nematóides, têm mostrado influência no crescimento vegetativo do cafeeiro, dessa forma o objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. enxertadas em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner). O experimento foi instalado em casa de vegetação da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se o método de cultivo em solução nutritiva. Foi utilizado um fatorial  $7 \times 3 + 2$ , sendo sete cultivares de *C. arabica* L. (Palma II, Catucaí 2SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 e Paraíso MG H 419-1), três tipos de mudas (pé-franco, auto-enxertada e enxertada sobre a cultivar Apoatã IAC 2258) e dois adicionais (Apoatã auto-enxertado e Apoatã pé-franco). Com os dados obtidos foi possível concluir que a técnica da enxertia não provocou prejuízos ao desenvolvimento das cultivares de *C. arabica* L. utilizadas como copa, assim como o porta-enxerto não proporcionou superioridade das mudas enxertadas. De maneira geral, as mudas enxertadas apresentaram desempenho semelhante ao das mudas de pé franco, não evidenciando qualquer tipo de incompatibilidade entre as cultivares avaliadas e o porta-enxerto Apoatã IAC 2258.

**Termos de indexação:** *Coffea arabica* L., *Coffea canephora*, enxertia, compatibilidade.

## ABSTRACT

The use of grafting in coffee, and give greater tolerance for nematodes, have shown influence on the growth of coffee, so the purpose of this study was to evaluate the growth of different cultivars of *Coffea arabica* L. grafted into Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner). The experiment was installed in a greenhouse, in Federal University of Lavras, using the method of cultivation in nutrient solution. It used a factorial  $7 \times 3 + 2$ , and seven cultivars of C. Arabica L. (Palma II, Catucaí 2SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 and Paraíso MG H 419-1), three types of seedlings (Foot-free, self-grafted and grafted on to cultivate Apoatã IAC 2258) and two additional (Apoatã self-grafted and Apoatã foot-free). With the data obtained was possible to concluded that the technique of grafting did not cause damage to the development of cultivars of C. Arabica L. used as crown, and the root stock has not provided superiority of grafted seedlings. Overall, the grafted seedlings showed similar performance of the seedlings foot-free, not showing any kind of incompatibility between the cultivars evaluated and root stock Apoatã IAC 2258.

**Index terms:** *Coffea arabica* L., *Coffea canephora*, grafting, compatibility



## INTRODUÇÃO

A utilização da enxertia no cafeeiro, além de conferir maior tolerância aos nematóides, têm mostrado influência no crescimento vegetativo do cafeeiro. Em condições isentas de nematóides, Fahl & Carelli (1985) observaram que plantas jovens de *C. arabica*, enxertadas sobre *C. canephora*, apresentaram maior altura de plantas e área foliar, o que consequentemente 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 as cultivares de *C. arabica* Catimor, Catuaí, Mundo Novo e Caturra, verificou que o Catimor enxertado sobre os outros três, apresentou aumento significativo na taxa de crescimento, em relação às cultivares não enxertadas.

Em trabalho realizado por Fahl et al. (1998), cujo 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, foi possível verificar 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 na 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.

Já Guimarães et al. (2003) estudando mudas de cafeeiro, observou maior desenvolvimento vegetativo da parte aérea de mudas em pé-franco que quando

enxertadas em Apatã IAC 2258, independentemente da cultivar de *C. arabica* utilizada como enxerto.

Este trabalho teve como objetivo avaliar, em cultivo hidropônico, o crescimento vegetativo de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. enxertadas em Apatã IAC 2258 (*Coffea canephora*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), e conduzido por um período de 150 dias, utilizando-se o processo hidropônico de cultivo em vasos contendo solução nutritiva completa.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial  $7 \times 3 + 2$ , sendo sete cultivares (Palma II, Catucaí 2SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 e Paraíso MG H 419-1), três tipos de mudas (pé franco, auto-enxertadas e enxertadas sobre a cultivar Apatã IAC 2258) e dois adicionais (Apatã auto-enxertado e Apatã pé franco). Cada parcela experimental contou com uma planta, num total de cinco repetições.

A semeadura foi feita em caixas com areia lavada, realizando-se a enxertia quando as mudas atingiram o estágio de “palito de fósforo”. O processo de enxertia utilizado foi do tipo hipocotiledonar, conforme Moraes & Franco (1973).

Após a enxertia, as plantas enxertadas juntamente com as auto-enxertadas e as de pé-franco foram transplantadas para tubetes contendo substrato próprio para produção de mudas comerciais (Vallone, 2003). Para a fertilização do substrato das mudas dos tubetes, foi utilizado o fertilizante de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup>, 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  $8,3 \text{ kg.m}^{-3}$  de substrato (Mello, 1999).

As mudas, após o transplante para os tubetes foram mantidas em câmara de nebulização cobertas com sombrite 75% por um período de 30 dias. Após este período, as mudas foram levadas para o viveiro, onde permaneceram até atingirem 5 pares de folhas. Em seguida lavou-se as raízes, retirando todo o substrato para que as mudas fossem colocadas em solução nutritiva Hoagland & Arnon, 1950, modificada, citada por Taiz & Zeiger (2004), com 20% da concentração recomendada, por um período de 30 dias para a adaptação. Após este período, as mudas foram transplantadas para os vasos definitivos, com capacidade volumétrica de dois litros.

A medida que ocorria a diminuição do volume da solução devido à transpiração, foi feita a reposição com água deionizada até completar o volume original. Nos primeiros 30 dias após a fase de adaptação, a força da solução nutritiva foi de 30%, do 31º ao 90º dia foi de 60%, e do 91º ao 150º foi de 90% da concentração dos nutrientes. A solução foi trocada a cada quinze dias, visando deixar as concentrações dos nutrientes próximas das ideais.

As mensurações (altura da planta, diâmetro do caule, número de nós no ramo ortotrópico, número de ramos plagiotrópicos, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular) foram realizadas aos 150 dias após o transplante para os vasos.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional Sisvar (Ferreira, 2000). Foi verificada a significância ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Detectando diferenças significativas entre os tratamentos e entre as interações, foram feitos os desdobramentos e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey. As comparações entre fatorial e adicional foram analisados pelo teste de Dunnett.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo teste de F não foi detectada significância para tipos de mudas para diâmetro e número de nós no ramo ortotrópico. Já na interação cultivares x tipos de mudas não foi detectada significância para altura, número de nós no ramo ortotrópico e número de ramos plagiotrópicos. Não houve diferenças para diâmetro de caule, número de nós no ramo ortotrópico, área foliar e massa seca de parte aérea na comparação entre os tratamentos adicionais e os tratamentos com as cultivares de *C. arabica* L. enxertadas sobre o Apoatã IAC 2258.

Pela Tabela 1 nota-se diferenças entre as cultivares em relação aos caracteres estudados. Segundo Bonomo et al. (2004) a altura das plantas, assim como o número de ramos plagiotrópicos, são importantes componentes da produtividade, uma vez que indicam um maior número de nós produtivos. As cultivares Catucaí 2SL, Topázio e Paraíso são estatisticamente mais altas que a cultivar Acauã, sendo as demais intermediárias. Este fato, quando em condições normais de cultivo, é um indicativo de maior número de nós na haste principal, sendo confirmado pela cultivar Topázio.

A cultivar Obatã apresentou maior diâmetro do caule, quando comparada à cultivar Palma II. Os resultados coincidem com os encontrados por Dias (2006), que verificou maior desempenho para esta característica na cultivar Obatã.

Os resultados encontrados para área foliar e massa seca da parte aérea mostram superioridade da cultivar Obatã em relação à Oeiras. Ricci et al. (2006) trabalhando com diferentes cultivares verificaram maior aptidão da cultivar Obatã para cultivo em áreas sombreadas por ter apresentado maior valor de área foliar, uma vez que a expansão da área foliar é considerada um mecanismo utilizado pelo cafeeiro para compensar a menor luminosidade recebida, quando sombreado.

**TABELA 01** Médias de altura (ALT), diâmetro de caule ( $\emptyset$ ), número de nós no ramo ortotrópico (NNO), número de ramos plagiotrópicos (NRP), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MPA) e massa seca do sistema radicular (MSR) das cultivares.

<b>Cultivares</b>	<b>ALT (cm)</b>	<b><math>\emptyset</math> (mm)</b>	<b>NNO</b>	<b>NRP</b>	<b>AF (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>MPA (g)</b>	<b>MSR (g)</b>
<b>Palma II</b>	13,65 ab	2,61 c	3,00 ab	5,73 ab	1031,06 bc	18,53 bc	2,07 ab
<b>Catucaí 2SL</b>	16,08 a	2,91 abc	3,67 a	5,00 bc	952,47 bc	17,47 bc	1,87 b
<b>Oeiras</b>	13,68 ab	2,85 abc	3,13 ab	4,40 c	850,45 c	15,67 c	2,00 ab
<b>Obatã</b>	13,81 ab	3,37 a	3,13 ab	7,00 a	1302,11 a	22,07 a	2,60 a
<b>Acauã</b>	11,21 b	3,25 ab	2,60 b	5,86 a	1020,28 bc	18,73 abc	2,60 a
<b>Topázio</b>	15,40 a	2,90 abc	3,67 a	5,80 a	1167,86 ab	19,60 ab	2,47 ab
<b>Paraíso</b>	15,74 a	2,77 bc	3,67 a	4,60 c	997,77 bc	16,53 bc	1,87 b
<b>CV (%)</b>	21,36	17,19	25,29	24,23	23,03	16,93	28,66

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Os valores médios de massa seca de raízes mostram superioridade das cultivares Obatã e Acauã em relação ao Catucaí 2SL e Paraíso. Trabalhando com as mesmas cultivares, Dias (2006) encontrou menor valor de massa de raiz para a cultivar Paraíso, sendo as demais estatisticamente semelhantes. Oliveira et al. (2004) encontraram os maiores valores de massa seca de raiz para as cultivares Icatú Amarelo IAC 3282 e Rubi MG1192, confirmando que o desenvolvimento do sistema radicular é uma característica inerente à genética da planta.

Nota-se pela Tabela 2 que a técnica da enxertia não influenciou negativamente o desenvolvimento das mudas de cafeeiros até os 150 dias após o plantio, uma vez que as mudas auto enxertadas se apresentaram iguais ou superiores às mudas de pé-franco. Segundo Dias (2006) não é o processo de enxertia o limitador do desenvolvimento das plantas, e sim a presença do porta-enxerto Apoatã, dessa forma o resultado encontrado nas mudas auto enxertadas são explicados.

**TABELA 02** Médias de altura (ALT), diâmetro de caule ( $\emptyset$ ), número de nós no ramo ortotrópico (NNO), número de ramos plagiotrópicos (NRP), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MPA) e massa seca do sistema radicular (MSR) de tipos de mudas.

<b>.Tipos de Mudadas</b>	<b>ALT (cm)</b>	<b><math>\emptyset</math> (mm)</b>	<b>NNO</b>	<b>NRP</b>	<b>AF (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>MPA (g)</b>	<b>MSR (g)</b>
<b>Pé franco</b>	13,72 b	2,95 a	3,23 a	5,57 ab	1003,70 b	18,80 a	2,11 b
<b>Auto enxertada</b>	15,25 a	2,94 a	3,29 a	5,83 a	1147,46 a	19,91 a	2,60 a
<b>Enxertada</b>	14,10 ab	2,97 a	3,29 a	5,05 b	986,84 b	16,40 b	1,91 b

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A muda auto enxertada apresentou altura superior à muda de pé-franco, ficando a muda enxertada em uma posição intermediária. A influência do porta-enxerto sobre o desenvolvimento da copa, apesar de ser muito estudada, ainda apresenta muitas contradições. Assim como no presente trabalho, Tomaz et al. (2005) e Garcia et al. (2005) não detectaram diferenças entre as mudas de pé-franco e aquelas enxertadas em *C. canephora*. Contudo, Dias (2006) e Oliveira (2003) verificaram menor desenvolvimento das mudas enxertadas em relação as mudas de pé-franco e auto enxertadas, independente da cultivar utilizada. O segundo autor comenta que, na fase de muda, as plantas ainda não se recuperaram do estresse causado pela enxertia. Já Fahl et al. (1998) em trabalho com cafeeiros enxertados ou não, encontraram maior desenvolvimento das mudas enxertadas em *C. canephora* em relação às não enxertadas.

Para número de ramos plagiotrópicos, os resultados observados não coincidem com os encontrados por Tomaz et al. (2005), Dias (2006), Oliveira (2003) e Figueiredo Júnior (1999), que verificaram menor desenvolvimento das mudas enxertadas em relação às de pé-franco. Figueiredo Júnior (1999) associa esse menor desenvolvimento das plantas enxertadas ao efeito do estresse causado pela enxertia, mas avaliando os resultados do presente trabalho, observa-se que as mudas auto-enxertadas apresentaram valores semelhantes aos das mudas de pé-franco, mostrando que quando cultivadas em meio hidropônico as mudas enxertadas não demonstram tal estresse.

Tanto para área foliar quanto para massa seca de raiz observa-se que não houve influência do porta enxerto Apoatã IAC 2258, visto que as mudas enxertadas não diferiram das de pé-franco. Estes resultados não coincidem com os encontrados por Figueiredo et al. (2002) e Oliveira (2003), onde foi possível observar que plantas enxertadas em Apoatã IAC 2258 apresentaram menor área foliar e massa de raiz que as de pé-franco, respectivamente. Já Fahl & Carelli (1985) encontraram massa seca de raiz nas mudas enxertadas superiores às de



pé-franco, e segundo os autores este maior desenvolvimento do sistema radicular justifica o uso do porta-enxerto Apoatã, uma vez que este irá proporcionar maior desenvolvimento da parte aérea, além de aumentar a tolerância das plantas ao déficit hídrico. Segundo Dias (2006) as plantas de *Coffea canephora* apresentam um sistema radicular mais desenvolvido que o de *Coffea arabica*, porém, esta característica é perdida quando essas plantas são utilizadas como porta-enxerto, confirmando assim os resultados encontrados.

Para massa seca da parte aérea verifica-se o efeito negativo apenas do porta enxerto Apoatã . Dessa forma, os resultados encontrados corroboram com os de Dias (2006) e Oliveira et al. (2004), que observaram uma tendência das plantas de pé-franco produzirem mais massa seca da parte aérea, quando comparadas com plantas enxertadas.

Pela Tabela 3 verifica-se a não influência da técnica da enxertia sobre o desenvolvimento das cultivares estudadas, uma vez que as mudas auto enxertadas apresentaram desenvolvimento igual ou superior às mudas de pé-franco para todas as características.

Para altura, número de nós no ramo ortotrópico, número de ramos plagiotrópicos e massa seca do sistema radicular não foi observada influência do porta enxerto Apoatã IAC 2258. Os resultados encontrados não são coincidentes com os obtidos por Dias (2006) e Oliveira (2003), em que observaram menor altura das mudas enxertadas quando comparadas com seus respectivos pé-franco. Contudo, os resultados corroboram com os encontrados por Tomaz et al. (2005) que, estudando mudas de cafeeiro enxertadas ou não no porta enxerto Apoatã IAC 2258 não observaram diferenças entre estes dois tipos de muda. Assim como Oliveira (2003), o presente trabalho não detectou diferenças para massa seca de raiz entre as cultivares enxertadas ou não no Apoatã, na fase de muda.

**TABELA 03** Médias de altura (ALT), diâmetro de caule ( $\emptyset$ ), número de nós no ramo ortotrópico (NNO), número de ramos plagiotrópicos (NRP), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MPA) e massa seca do sistema radicular (MSR) de tipos de mudas dentro de cultivar.

<b>Tratamento</b>	<b>ALT (cm)</b>	<b><math>\emptyset</math> (mm)</b>	<b>NNO</b>	<b>NRP</b>	<b>AF (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>MPA (g)</b>	<b>MSR (g)</b>
<b>Palma II</b>							
<b>Pé franco</b>	13,46 a	2,24 b	3,20 a	5,40 a	911,48 a	17,40 a	2,00 a
<b>Auto enxertado</b>	14,74 a	2,41 ab	3,00 a	5,60 a	1057,18 a	19,00 a	2,00 a
<b>Enxertado</b>	12,74 a	3,17 a	2,80 a	6,20 a	1124,53 a	19,20 a	2,20 a
<b>Catucaí 2SL</b>							
<b>Pé franco</b>	13,00 b	3,16 a	3,20 a	5,00 a	777,01b	15,00 a	1,80 ab
<b>Auto enxertado</b>	19,04 a	2,71 a	4,20 a	5,6 a	1171,90 a	18,00 a	2,40 a
<b>Enxertado</b>	16,20 ab	2,86 a	3,60 a	4,40 a	908,52 ab	14,00 a	1,40 b
<b>Oeiras</b>							
<b>Pé franco</b>	11,80 a	3,06 a	3,00 a	5,00 a	785,52 a	17,00 a	1,60 a
<b>Auto enxertado</b>	14,44 a	2,67 a	3,40 a	4,00 a	891,11 a	18,60 a	2,40 a
<b>Enxertado</b>	14,80 a	2,81 a	3,00 a	4,20 a	874,72 a	16,80 a	2,00 a
<b>Obatã</b>							
<b>Pé franco</b>	12,26 a	3,28 a	2,80 a	1,20 a	1353,95 a	24,00 a	2,60 a
<b>Auto enxertado</b>	15,58 a	3,41 a	3,20 a	7,00 a	1253,89 a	22,60 a	2,60 a
<b>Enxertado</b>	13,58 a	3,42 a	3,40 a	6,80 a	1298,50 a	19,60 a	2,60 a

...continua...

**TABELA 03, Cont.**

<b>Acauã</b>							
<b>Pé franco</b>	11,64 a	3,35 a	2,80 a	6,00 ab	1104,23 a	20,80 a	2,60 ab
<b>Auto enxertado</b>	10,88 a	3,57 a	2,40 a	6,80 a	1218,66 a	21,00 a	3,40 a
<b>Enxertado</b>	11,10 a	2,84 a	2,60 a	4,80 b	737,94 b	14,40 b	1,80 b
<b>Topázio</b>							
<b>Pé franco</b>	16,12 a	3,15 a	4,40 a	6,00 ab	1251,12 a	21,80 a	2,60 ab
<b>Auto enxertado</b>	16,04 a	2,77 a	3,00 b	6,80 a	1357,87 a	22,60 a	3,00 a
<b>Enxertado</b>	14,04 a	2,78 a	3,60 ab	4,60 b	894,57 b	14,40 b	1,80 b
<b>Paraíso</b>							
<b>Pé franco</b>	14,94 a	2,41 a	3,20 a	4,40 a	842,61 a	15,60 a	1,60 a
<b>Auto enxertado</b>	16,04 a	3,00 a	3,80 a	5,00 a	1081,59 a	17,60 a	2,40 a
<b>Enxertado</b>	16,24 a	2,90 a	4,00 a	4,40 a	1069,11 a	16,40 a	1,60 a

Médias seguidas pela mesma letra na vertical – dentro de cada cultivar – não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Observa-se que não houve efeito significativo para diâmetro de caule na maioria das cultivares, exceto para Palma II, que quando enxertada apresentou diâmetro de caule superior à muda de pé-franco. Resultado semelhante foi encontrado por Figueiredo et al. (2002), quando, avaliando o crescimento inicial de cafeeiros enxertados, em solução hidropônica, encontrou maiores valores de diâmetro de caule para as combinações Acaia IAC 474/19/Apoatã IAC 2258 e Rubi MG 1192/Apoatã IAC 2258, quando comparadas aos respectivos pés-francos. Já Oliveira (2003) verificou menores valores de diâmetro de caule quando as mudas foram enxertadas em Apoatã IAC 2258 e cultivadas em solo, independentemente da cultivar utilizada.

A característica área foliar apresentou certa relação com a massa seca da parte aérea, em que não foi verificado para a maioria das cultivares diferença significativa entre as mudas enxertadas ou não, à exceção das cultivares Acaia e Topázio, que obtiveram menores valores para estas características quando combinadas com o porta-enxerto Apoatã. Em trabalho semelhante, Dias (2006) encontrou inferioridade das mudas enxertadas quando comparadas aos seus respectivos pés-francos para estas características, independente da cultivar utilizada. Também Figueiredo et al. (2002) encontraram menores valores de área foliar e massa seca de parte aérea quando plantas de *C. arabica* L. foram enxertadas em Apoatã IAC 2258.

A utilização dos tratamentos adicionais teve como objetivo comparar o desenvolvimento do porta-enxerto quando em pé-franco e auto-enxertado e do porta-enxerto auto enxertado com os tratamentos onde ocorreu a enxertia das cultivares de *C. arabica* no Apoatã IAC 2258.

Pela tabela 4 verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos Apoatã auto enxertado e Apoatã pé-franco, demonstrando que este pode ser utilizado como porta-enxerto, uma vez que a técnica da enxertia não prejudicou seu desenvolvimento.

Na comparação entre Aboatã auto enxertado com os tratamentos em que as mudas foram enxertadas sobre o Aboatã foi possível analisar a influência da copa sobre o desempenho do porta-enxerto. Pelos resultados obtidos verifica-se que não houve influência de nenhuma cultivar utilizada como copa para diâmetro de caule, número de nós no ramo ortotrópico, área foliar e massa seca de parte aérea. As cultivares de *C. arabica* utilizadas são consideradas de porte baixo, já o porta-enxerto é considerado de porte alto, dessa forma os resultados considerados significativos são esperados

Para número de ramos plagiotrópicos observa-se superioridade das mudas de *C. arabica* sobre as de Aboatã, indicando maior precocidade na emissão destes ramos das mudas de arábica em relação às de Aboatã, provavelmente este fato proporcionará uma produtividade inicial maior do primeiro em relação ao segundo, levando-se em consideração as características genéticas das espécies.

Apenas as cultivares Palma II, Obatã e Oeiras possuíram potencial para promover o desenvolvimento do sistema radicular do porta-enxerto semelhante ao da muda de Aboatã auto enxertada. Estes resultados coincidem em parte com os encontrados por Oliveira et al. (2004) que verificaram menor desenvolvimento do sistema radicular do Aboatã quando este foi utilizado com porta enxerto para as copas de arábica. Também Dias (2006) concluiu que quando utilizado como porta-enxerto, o *C. canephora* perde parte do seu potencial de desenvolvimento do sistema radicular, provavelmente este fato acarretará na perda da maior tolerância ao déficit hídrico.

**TABELA 04** Altura (ALT), diâmetro de caule ( $\emptyset$ ), número de nós no ramo ortotrópico (NNO), número de ramos plagiotrópicos (NRP), área foliar (AF), massa seca de parte aérea (MPA) e massa seca do sistema radicular (MSR) em mudas de cafeeiros enxertadas, em relação ao Apoatã auto enxertado.

Comparação	ALT (cm)	$\emptyset$ (mm)	NNO	NRP	AF (cm <sup>2</sup> )	MPA (g)	MSR (g)
Apoatã auto enxertado	21,76	3,33 <sup>ns</sup>	3,80	1,40	1086,97	19,40	2,60
Vs. Apoatã pé franco	21,14 <sup>ns</sup>	2,81 <sup>ns</sup>	3,40 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>ns</sup>	795,84 <sup>ns</sup>	18,60 <sup>ns</sup>	3,00 <sup>ns</sup>
Apoatã auto enxertado	21,76	3,33	3,80 <sup>ns</sup>	1,40	1086,97	19,40	2,60
Vs Palma II enxertado	12,74 *	3,17 <sup>ns</sup>	2,80 <sup>ns</sup>	6,20*	1124,53 <sup>ns</sup>	19,20 <sup>ns</sup>	2,20 <sup>ns</sup>
Vs Catucaí 2SL enxertado	16,20 <sup>ns</sup>	2,86 <sup>ns</sup>	3,60 <sup>ns</sup>	4,40*	908,52 <sup>ns</sup>	14,00 <sup>ns</sup>	1,40 *
Vs Oeiras enxertado	14,80*	2,81 <sup>ns</sup>	3,00 <sup>ns</sup>	4,20 *	874,72 <sup>ns</sup>	16,80 <sup>ns</sup>	2,00 <sup>ns</sup>
Vs Obatã enxertado	13,58*	3,42 <sup>ns</sup>	3,40 <sup>ns</sup>	6,80*	1298,50 <sup>ns</sup>	19,60 <sup>ns</sup>	2,60 <sup>ns</sup>
Vs Acauã enxertado	11,10 *	2,84 <sup>ns</sup>	2,60 <sup>ns</sup>	4,80*	737,94 <sup>ns</sup>	14,40 <sup>ns</sup>	1,80 *
Vs Topázio enxertado	14,04 *	2,78 <sup>ns</sup>	3,60 <sup>ns</sup>	4,60*	894,57 <sup>ns</sup>	14,40 <sup>ns</sup>	1,80 *
Vs Paraíso enxertado	16,24 <sup>ns</sup>	2,90 <sup>ns</sup>	4,00 <sup>ns</sup>	4,40 *	1069,11 <sup>ns</sup>	16,40 <sup>ns</sup>	1,60 *

\* e <sup>ns</sup>; contrastes significativos e não-significativos, respectivamente, pelo teste de Dunnett a 5%.

## CONCLUSÕES

1. O porta-enxerto Apatã IAC 2258 não influencia o desenvolvimento de mudas enxertadas, que se apresentam semelhantes às mudas de pé-franco, não evidenciando qualquer tipo de incompatibilidade entre as espécies estudadas.
2. As cultivares Palma II, Obatã e Oeiras são as que apresentam melhor desempenho quando enxertadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.A.C. **Efeito da enxertia na nutrição mineral, no crescimento vegetativo, na fotossíntese e na redução do nitrato, em *Coffea arabica***. 1986. 61f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, MG.

BONOMO, P. ; CRUZ, C.D.; VIANA, J.M.S.; PEREIRA, A.A.; OLIVEIRA, V.R.; CARNEIRO, P.C.S. Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos de descendentes do Híbrido de Timor com as cultivares Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.2, p.207-219, 2004.

DIAS, F. P. **Crescimento vegetativo e anatomia caulinar de cafeeiros enxertados**. 2006. 89f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FAHL, J. I.; CARELLI, M.L.C.; GALLO, P.B.; COSTA, W. M. da; NOVO, M. do C.S.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.

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

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, SP: UFSCar, 2000. p.255-258.

FIGUEIREDO, F.C.; OLIVEIRA, A.L.; JUNIOR, W.P.F.; 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 CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu, MG. **Anais...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 2002. p.190-192.

FIGUEIREDO JUNIOR, W.P. de. **Plantio de mudas de cafeeiros nas entrelinhas de lavouras adultas.** 1999. 44f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

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

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

MORAES, M.V.; FRANCO, C.M. **Método espedito para enxertia em café.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1973. 8p.

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

OLIVEIRA, A.L.; GUIMARÃES, R.J.; SOUZA, C.A.S.; CARVALHO, J.A.; MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, R.S. Desenvolvimento de cafeeiros (*Coffea arabica* L) enxertados submetidos a diferentes níveis de reposição de água. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, p.1291-1298, 2004.



RICCI, M. dos. S. F.; COSTA, J.R.; PINTO, A.N.; SANTOS, V.L.S. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n.4, p. 569-575, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de SANTARÉM, E.R. et al. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

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

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

## ARTIGO 4

### ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE CAFEEIROS (*Coffea arabica* L.) ENXERTADOS EM *Coffea canephora*.<sup>(1)</sup>

**André Dominghetti Ferreira<sup>2</sup>, Antônio Nazareno Guimarães Mendes<sup>2</sup>,  
Gladyston Rodrigues Carvalho<sup>3</sup>, Alex Mendonça de Carvalho<sup>2</sup>, Marcelo  
Frota Pinto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)

<sup>2</sup> Departamento de Agricultura (DAG), Universidade Federal de Lavras (UFLA),  
Lavras, MG. Caixa Postal 3037, CEP: 37200-000

e-mail: [agroadf@yahoo.com.br](mailto:agroadf@yahoo.com.br), [naza@ufla.br](mailto:naza@ufla.br), [carvalho.am@hotmail.com](mailto:carvalho.am@hotmail.com),  
[marcelofp@hotmail.com](mailto:marcelofp@hotmail.com)

<sup>3</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Lavras, MG.  
CEP: 37200-000

e-mail: [carvalho@epamig.br](mailto:carvalho@epamig.br)

(Preparado de acordo com as normas da Revista Coffee Science)

## RESUMO

A análise de crescimento tem sido utilizada para explicar as diferenças no crescimento das plantas, quer seja de ordem genética ou resultante de modificações do modo de cultivo (Peixoto, 1998), desta forma o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de cafeeiros (*C. arabica* L.) enxertados em *C. canephora* Pierre ex Froehner. O experimento foi instalado em casa de vegetação da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se o método de cultivo em solução nutritiva. Foi utilizado um fatorial  $7 \times 3 + 2$ , sendo sete cultivares de *C. arabica* L. (Palma II, Catucaí 2SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 e Paraíso MG H 419-1), três tipos de mudas (pé-franco, auto-enxertada e enxertada sobre a cultivar Apoatã IAC 2258) e dois adicionais (Apoatã auto-enxertado e Apoatã pé-franco). Com os dados obtidos foi possível concluir que a técnica da enxertia e o porta-enxerto utilizado não provocaram diminuição no desenvolvimento das plantas, e ainda que todas as cultivares de *C. arabica* utilizadas apresentaram desenvolvimento semelhante em todos os três tipos de mudas.

**Termos de indexação:** *Coffea arabica* L., *Coffea canephora*, parâmetros fisiológicos.

## ABSTRACT

The analysis of growth has been used to explain the differences in the growth of plants, whether an genetic order or resulting from modification of the method of cultivation (Peixoto, 1998), so this study was to evaluate the development of coffee (*C. arabica* L.) grafted in *C. canephora* Pierre ex Froehner. The experiment was installed in greenhouse, in Federal University of Lavras, using the method of cultivation in nutrient solution. It used a factorial  $7 \times 3 + 2$ , with seven varieties of *C. arabica* L. (Palma II, Catucaí 2SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 and Paraíso MG H 419-1), three types of seedlings (free-standing, self-grafted and grafted on to cultivate Apoatã IAC 2258) and two additional (Apoatã self-grafted and Apoatã foot-free). With the data collected was possible to conclude that the technique of grafting and root stock used did not cause decline in the development of plants, and that all cultivars of *C. arabica* had used similar development in all three types of seedlings.

**Termos de indexação:** *Coffea arabica* L., *Coffea canephora*, physiological parameters

## INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma das atividades mais importantes para o agronegócio brasileiro, sendo responsável atualmente por 7,96% do total dos produtos agropecuários exportados em 2005 (Brasil, 2008). O aumento da competitividade internacional, diante de um mercado livre para o café está exigindo do cafeicultor brasileiro, maior eficiência para se manter na atividade, exigindo com isso a utilização de diversas técnicas aplicadas em todos os setores da produção.

A utilização da enxertia no cafeeiro vem possibilitar o cultivo deste em áreas onde há incidência de nematóides, uma vez que o porta-enxerto utilizado apresenta tolerância a este patógeno. Contudo, esta técnica tem mostrado influência no crescimento vegetativo do cafeeiro. Em condições isentas de nematóides, Fahl & Carelli (1985) observaram que plantas jovens de *C. arabica*, enxertadas sobre *C. canephora*, apresentaram maior área foliar, o que conseqüentemente poderia levar a aumentos na produção, devido a um maior desenvolvimento e vigor das plantas.

A análise de crescimento tem sido usada na tentativa de explicar diferenças no crescimento, de ordem genética ou resultante de modificações do ambiente (Peixoto, 1998) e constitui uma ferramenta muito eficiente para a identificação de materiais promissores (Benincasa, 1988), além de identificar técnicas de cultivo que possibilitem no aumento do rendimento da planta adulta.

O crescimento e o rendimento final de uma cultivar é o resultado de suas interações com o ambiente, ou seja, das condições a qual foi submetida. Entretanto, para se compreender alguns aspectos da natureza dos controles intrínsecos de cada material, necessita-se do estabelecimento de índices mais detalhados que permitam uma melhor compreensão dessas interações, por meio

da análise quantitativa do crescimento. Esta análise se fundamenta no desenvolvimento de testes e modelos de simulação do crescimento e produtividade da cultura, baseado em vários índices fisiológicos (Benincasa, 2003).

Fahl et al. (1998) estudando o efeito da enxertia de *C. arabica* sobre *C. canephora* e *C. congensis* verificou que a taxa de crescimento relativo da cultivar Mundo Novo foi menos favorecido pela enxertia em relação ao Catuaí, porém o autor atribui este resultado ao fato do cultivar Mundo Novo apresentar porte mais alto e maiores taxas de crescimento que o Catuaí.

Favarin et al. (2002), estudando o índice de área foliar (IAF) da cultivar Mundo Novo IAC 388-17 enxertada sobre a cultivar Apoatã IAC 2258, encontraram valor de IAF igual a  $0,27 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ , o que corresponde a  $0,67 \text{ m}^2$  de área foliar por planta. Esses resultados sugerem um comportamento específico para cada cultivar ou mesmo combinação de enxerto e porta-enxerto utilizada e práticas culturais.

Este trabalho teve como objetivo avaliar, em cultivo hidropônico, o desenvolvimento de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. enxertadas em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*) por meio do cálculo dos índices fisiológicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), e conduzido por um período de 150 dias, utilizando-se o processo hidropônico de cultivo em vasos contendo solução nutritiva completa.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial  $7 \times 3 + 2$ , sendo sete cultivares (Palma II, Catucaí 2SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 e Paraíso MG H 419-1), três tipos de mudas (pé franco, auto-enxertadas e enxertadas sobre a cultivar Apoatã IAC 2258) e dois adicionais (Apoatã auto-enxertado e Apoatã pé franco). Cada parcela experimental contou com uma planta, num total de cinco repetições.

A semeadura foi feita em caixas com areia lavada, realizando-se a enxertia quando as mudas atingiram o estágio de “palito de fósforo”. O processo de enxertia utilizado foi do tipo hipocotiledonar, conforme Moraes & Franco (1973).

Após a enxertia, as plantas enxertadas juntamente com as auto-enxertadas e as de pé-franco foram transplantadas para tubetes contendo substrato próprio para produção de mudas comerciais (Vallone, 2003). Para a fertilização do substrato das mudas dos tubetes, foi utilizado o fertilizante de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup>, 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  $8,3 \text{ kg.m}^{-3}$  de substrato (Mello, 1999).

As mudas, após o transplante para os tubetes, foram mantidas em câmara de nebulização cobertas com sombrite 75% por um período de 30 dias. Após este período, as mudas foram levadas para o viveiro, onde permaneceram até atingirem 5 pares de folhas. Em seguida lavou-se as raízes, retirando todo o substrato para que as mudas fossem colocadas em solução nutritiva Hoagland & Arnon, 1950, modificada, citada por Taiz & Zeiger (2004), com 20% da concentração recomendada, por um período de 30 dias para a adaptação. Após este período, as mudas foram transplantadas para os vasos definitivos, com capacidade volumétrica de dois litros.

A medida que ocorria a diminuição do volume da solução devido à transpiração, foi feita a reposição com água deionizada até completar o volume original. Nos primeiros 30 dias após a fase de adaptação, a força da solução nutritiva foi de 30%, do 31º ao 90º dia foi de 60%, e do 91º ao 150º foi de 90% da concentração dos nutrientes. A solução foi trocada a cada quinze dias, visando deixar as concentrações dos nutrientes próximas das ideais.

As mensurações de área foliar, massa seca da folha, massa seca do caule e massa seca da raiz (constituindo assim a massa seca total da planta) foram realizadas 30 dias após a realização da enxertia e aos 150 dias após o transplântio para os vasos, de acordo com o método denominado de tradicional e descrito detalhadamente por Radford (1967). Os parâmetros fisiológicos foram calculados conforme Benincasa (1988).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional Sisvar (Ferreira, 2000). Foi verificada a significância ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Detectando diferenças significativas entre os tratamentos e entre as interações, foram feitos os desdobramentos e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey.

Este trabalho teve como objetivo avaliar, em cultivo hidropônico, o desenvolvimento de mudas de cafeeiros *Coffea arabica* L. enxertadas em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para taxa assimilatória líquida não houve diferença pelo teste de F entre as cultivares, já para tipos de mudas não foi detectada diferença para razão de peso foliar. Para a interação entre cultivares e tipos de mudas foi detectada diferença apenas para a taxa de crescimento absoluto.



Segundo Benincasa (1988), os índices relacionados à área foliar indicam a espessura da folha (AFE), a área foliar disponível para ocorrer a fotossíntese (RAF) e a cobertura foliar do terreno e de suas conseqüências na interceptação da luz (IAF). Pela Tabela 1 é possível verificar que estes três índices apresentaram comportamentos semelhantes, indicando que há uma relação entre eles.

Pela tabela 1 nota-se que as cultivares Catucaí 2SL, Obatã, Topázio e Paraíso apresentaram os maiores valores de AFE, RAF e IAF, quando comparados à cultivar Oeiras, ficando as demais em uma posição intermediária. Os resultados encontrados corroboram em parte com os encontrados por Santana et al. (2004), que verificaram diferenças significativas para IAF entre as cultivares de cafeeiros estudadas, os autores sugerem que há um comportamento específico para cada cultivar ou mesmo combinação de enxerto e porta-enxerto utilizada e ainda das práticas culturais. Trabalhando com cafeeiros sombreados ou não, Morais et al. (2003) verificaram maior IAF dos cafeeiros sombreados em relação aos não sombreados, e segundo os autores este é o resultado do mecanismo utilizado pelo cafeeiro para compensar a menor luminosidade recebida quando sombreado, e conseqüentemente não prejudicar a produção de fotoassimilados. Righi et al. (2002) encontraram maior AFE em plantas de cafeeiros sombreadas, concluindo que quanto maior a disponibilidade de luz, menor será este índice.

Para razão de peso foliar (RPF) foi detectada superioridade da cultivar Oeiras em relação a Acauã. Esta medida nos dá idéia da fração de matéria seca produzida pela fotossíntese, não utilizada na respiração, nem exportada para outras partes da planta, e que foi retida nas folhas, representando o quanto a planta investiu da sua produção via fotossíntese para as folhas (Benincasa, 1988). Lima et al. (2007) trabalhando com a cultura do mamoeiro verificou uma redução nesta medida ao longo do tempo, ou seja, a medida que a planta cresce,

**TABELA 01** Médias de área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e índice de área foliar (IAF) das cultivares.

Cultivares	AFE (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	RPF	RAF (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )	TCA (g.dia <sup>-1</sup> )	TCR (g.g <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )	TAL (g.cm <sup>-2</sup> .dia <sup>-1</sup> )	IAF (cm <sup>2</sup> .cm <sup>-2</sup> )
<b>Palma II</b>	54,87 ab	9,29 ab	49,33 ab	0,12 ab	0,66 b	0,03 a	32,88 ab
<b>Catucaí 2SL</b>	60,27 a	8,17 ab	53,54 a	0,10 b	0,69 ab	0,02 a	37,36 a
<b>Oeiras</b>	48,59 b	9,61 a	43,74 b	0,11 b	0,63 b	0,03 a	27,79 b
<b>Obatã</b>	60,26 a	8,64 ab	53,71 a	0,14 a	0,73 a	0,02 a	39,58 a
<b>Acauã</b>	54,82 ab	7,44 b	47,91 ab	0,12 ab	0,69 ab	0,03 a	33,31 ab
<b>Topázio</b>	59,96 a	8,20 ab	53,23 a	0,12 ab	0,70 a	0,02 a	37,51 a
<b>Paraíso</b>	60,02 a	9,39 ab	53,86 a	0,10 b	0,69 ab	0,02 a	37,44 a
CV (%)	16,97	22,28	16,48	16,50	7,88	16,44	22,92

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey

menor é a fração de material retido na folha e maior é a exportação para as outras partes da planta, porém os autores não encontraram diferenças entre as cultivares estudadas.

A taxa de crescimento absoluto (TCA) representa o ganho de matéria seca de uma planta sem levar em consideração o material inicial existente que deu origem a este ganho, refletindo assim o vigor da planta (Benincasa, 1988). Para esta medida, verifica-se superioridade da cultivar Obatã sobre as cultivares Catucaí 2SL, Oeiras e Paraíso, ficando as demais em um estágio intermediário. Medeiros et al. (1990), ao analisarem o crescimento das cultivares de batata-doce “Coquinho” e “Princesa” em coletas realizadas quinzenalmente dos 15 aos 135 dias, obtiveram um aumento na TCA até os 75 dias, havendo uma queda aos 105 dias e um novo pico aos 120 dias. Segundo os autores, a TCA foi máxima nos mesmos períodos em que a área foliar foi máxima, concluindo que a maior taxa de crescimento absoluto é função principalmente da área foliar, entretanto, para o cafeeiro esta relação não foi encontrada em todas as cultivares estudadas no presente trabalho.

Ainda pela Tabela 1, verifica-se que as cultivares Obatã e Topázio apresentaram maiores valores de TCR em relação às cultivares Palma II e Oeiras, indicando que as primeiras cultivares produziram um maior volume de material vegetal por determinada quantidade de material existente durante o tempo de execução do experimento. Medeiros et al. (1990) verificaram decréscimo na taxa de crescimento relativo nas cultivares de batata doce “Coquinho” e “Princesa” com o decorrer do tempo, afirmando que isso ocorreu devido ao aumento gradual de tecidos não-assimilatórios. Santos (1998) trabalhando com diversos porta-enxertos cítricos também encontrou diferenças na TCR dos materiais utilizados.

Pela Tabela 2 nota-se comportamento semelhante da AFE, RAF E IAF para os diferentes tipos de mudas. Pelos resultados obtidos verifica-se que a

técnica da enxertia não prejudicou o desenvolvimento da área foliar, uma vez que as mudas auto-enxertadas e de pé franco apresentaram resultados estatisticamente iguais. Contudo, quando foi utilizado o Apatã IAC 2258 como porta-enxerto, as mudas apresentaram valores superiores aos das mudas não enxertadas, dessa forma pode-se inferir que houve um menor direcionamento de compostos fotoassimilados para outras regiões das plantas, principalmente para as raízes provenientes do porta-enxerto. Valmorbidia et al. (2007) concluíram que a diminuição da RAF se dá em função do processo de acúmulo de fotoassimilados em outras partes das plantas, ainda segundo o autor, este índice tende a diminuir durante o ciclo da cultura. Estes três índices indicam a capacidade da planta em estar realizando fotossíntese e utilizando os fotoassimilados produzidos para a constituir as várias partes da planta (Benincasa, 1988).

**TABELA 02** Médias de área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e índice de área foliar (IAF) de tipos de mudas.

<b>.Tipo de Muda</b>	<b>AFE (cm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>)</b>	<b>RPF</b>	<b>RAF (cm<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>)</b>	<b>TCA (g.dia<sup>-1</sup>)</b>	<b>TCR (g. g<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>)</b>	<b>TAL (g.cm<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>)</b>	<b>IAF (cm<sup>2</sup>.cm<sup>-2</sup>)</b>
<b>Pé franco</b>	53,01 b	9,04 a	47,55 b	0,12 ab	0,66 b	0,03 a	31,94 b
<b>Auto enxertada</b>	57,91 ab	8,16 a	51,08 ab	0,13 a	0,70 a	0,03 a	36,02 ab
<b>Enxertada</b>	59,99 a	8,83 a	53,65 a	0,11 b	0,69 ab	0,02 b	37,42 a

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Para as medidas de TCA e TCR verifica-se que o porta-enxerto utilizado não influenciou o crescimento da parte aérea, uma vez que estas apresentaram valores estatisticamente iguais aos das mudas não enxertadas. Medeiros et al. (1990), ao analisarem o crescimento das cultivares de batata-doce “Coquinho” e “Princesa” concluíram que a maior taxa de crescimento absoluto se dá em função principalmente da área foliar, ou seja, quanto maior a área foliar, maior será a TCA. Os resultados encontrados no presente trabalho confirmam tal relação, com exceção do tratamento com mudas enxertadas, que obteve uma relação inversa, provavelmente devido à enxertia, que em função do tempo e do processo de cicatrização promoveu um menor direcionamento dos fotoassimilados para outras regiões das plantas, considerando que as plantas se encontravam no estágio de mudas. Fahl et al. (1998) verificaram que a taxa de crescimento relativo da cultivar Mundo Novo quando enxertada sobre *C. canephora* e *C. congensis* foi menos favorecida pela enxertia em relação ao Catuaí, porém, o autor atribui este resultado ao fato do cultivar Mundo Novo apresentar porte mais alto e maiores taxas de crescimento que o Catuaí.

A taxa assimilatória líquida, de acordo com Watson (1952) citado em Valmorbidia et al. (2007), expressa o balanço entre a fotossíntese e a respiração, sendo mais influenciada pelas condições climáticas e de cultivo do que pelo potencial genético do vegetal. Os resultados encontrados corroboram com a afirmativa do autor, pois foi verificada uma influência negativa do porta-enxerto, uma vez que as mudas enxertadas apresentaram um valor de TAL inferior ao das mudas de pé franco, sendo a técnica de cultivo – realização da enxertia – um fator altamente influente.

Pela Tabela 3 verifica-se que apenas as taxas de crescimento absoluto das cultivares Acauã e Topázio apresentaram significância, sendo que as duas cultivares apresentaram menores valores desta medida quando enxertadas, provavelmente tal fato ocorreu em função do estresse causado pela enxertia.

Mesmo apresentando área foliar específica igual a das mudas de pé franco e auto enxertadas, as mudas enxertadas apresentaram o menor valor da TCA, não coincidindo em parte com Medeiros et al. (1990), que verificaram maior TCA quando as plantas apresentaram maior AFE.

**TABELA 03** Médias de área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e índice de área foliar (IAF) de tipos de muda dentro de cultivar.

Tratamento	AFE	RPF	RAF	TCA	TCR	TAL	IAF	TCC
<b>Palma II</b>								
<b>Pé franco</b>	52,50 a	9,24 a	47,17 a	0,11 a	0,65 a	0,03 a	31,00 a	0,83 a
<b>Auto enxertado</b>	55,20 a	9,02 a	49,36 a	0,12 a	0,66 a	0,03 a	32,95 a	0,84 a
<b>Enxertado</b>	56,89 a	9,60 a	51,46 a	0,12 a	0,67 a	0,03 a	34,70 a	0,84 a
<b>Catucaí 2SL</b>								
<b>Pé franco</b>	51,83 a	7,75 a	45,72 a	0,10 a	0,63 a	0,03 a	29,23 a	0,80 a
<b>Auto enxertado</b>	64,39 a	7,43 a	56,73 a	0,12 a	0,73 a	0,02 a	41,63 a	0,93 a
<b>Enxertado</b>	64,60 a	9,31 a	58,17 a	0,09 a	0,71 a	0,02 a	41,23 a	0,90 a
<b>Oeiras</b>								
<b>Pé franco</b>	45,49 a	11,04 a	41,68 a	0,11 a	0,60 a	0,03 a	25,39 a	0,76 a
<b>Auto enxertado</b>	47,98 a	8,90 a	42,70 a	0,12 a	0,63 a	0,03 a	27,16 a	0,81 a
<b>Enxertado</b>	52,30 a	8,91 a	46,84 a	0,11 a	0,64 a	0,03 a	30,83 a	0,82 a
<b>Obatã</b>								
<b>Pé franco</b>	56,09 a	9,81 a	50,83 a	0,15 a	0,72 a	0,03 a	36,66 a	0,92 a
<b>Auto enxertado</b>	56,92 a	8,78 a	50,81 a	0,14 a	0,72 a	0,03 a	37,67 a	0,92 a
<b>Enxertado</b>	67,77 a	7,33 a	59,49 a	0,13 a	0,74 a	0,02 a	44,41 a	0,94 a

84

...continua...



**TABELA 03, Cont.**

<b>Acauã</b>								
<b>Pé franco</b>	53,43 a	7,82 a	44,86 a	0,13 a	0,70 a	0,03 a	33,30 a	0,89 a
<b>Auto enxertado</b>	60,23 a	6,95 a	51,61 a	0,14 a	0,71 a	0,03 a	36,90 a	0,90 a
<b>Enxertado</b>	50,79 a	7,56 a	44,86 a	0,09 b	0,65 a	0,03 a	29,73 a	0,84 a
<b>Topázio</b>								
<b>Pé franco</b>	58,10 a	8,31 a	51,78 a	0,14 a	0,70 a	0,03 a	36,77 a	0,89 a
<b>Auto enxertado</b>	59,79 a	7,89 a	52,57 a	0,14 a	0,70 a	0,02 a	37,02 a	0,89 a
<b>Enxertado</b>	61,99 a	8,40 a	55,34 a	0,10 b	0,69 a	0,02 a	38,73 a	0,88 a
<b>Paraíso</b>								
<b>Pé franco</b>	53,66 a	9,32 a	48,39 a	0,10 a	0,64 a	0,03 a	31,21 a	0,82 a
<b>Auto enxertado</b>	60,83 a	8,12 a	53,78 a	0,11 a	0,71 a	0,02 a	38,80 a	0,91 a
<b>Enxertado</b>	65,56 a	10,74 a	59,42 a	0,10 a	0,71 a	0,02 a	42,32 a	0,91 a

Médias seguidas pela mesma letra na vertical – dentro de cada cultivar – não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tuckey.

A utilização dos tratamentos adicionais teve como objetivo comparar o desenvolvimento do porta-enxerto quando em pé-franco e auto-enxertado, procurando identificar se existe ou não influência a técnica da enxertia sobre este.

Conforme pode ser visto na Tabela 4, a técnica da enxertia não proporcionou diminuição no desenvolvimento da planta de *C. canephora*, uma vez que as mudas auto enxertadas foram iguais ou superiores às de pé-franco. Desta forma, verifica-se que o porta enxerto não sofre efeito negativo da enxertia, sendo que o sistema radicular, mesmo sob estresse, consegue dar subsídios para que a parte aérea se desenvolva normalmente.

**TABELA O4** Médias de área foliar específica (AFE), razão de peso foliar (RPF), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e índice de área foliar (IAF) dos adicionais.

<b>Comparação</b>	<b>AFE</b>	<b>RPF</b>	<b>RAF</b>	<b>TCA</b>	<b>TCR</b>	<b>TAL</b>	<b>IAF</b>
Apoatã auto enxertado	56,05	8,27	49,67	0,12	0,67	0,03	33,31
Vs. Apoatã pé franco	42,46 *	6,84 <sup>ns</sup>	36,81*	0,12 <sup>ns</sup>	0,59*	0,04 <sup>ns</sup>	21,83*

\* e <sup>ns</sup>; comparações significativas e não-significativas, respectivamente, pelo teste de F a 5%.

## CONCLUSÕES

1. Plantas de cultivares de *Coffea arabica* L. não apresentam diminuição no seu desenvolvimento quando são enxertadas em porta-enxerto Apoatã IAC-2258 de *Coffea canephora*.
2. Mesmo sob o estresse da enxertia, a cultivar Apoatã IAC 2258 apresenta sistema radicular que permite bom desenvolvimento da parte aérea, podendo ser recomendado como porta-enxerto para cultivares de *Coffea arabica* L..

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas:** noções básicas. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, FUNEP 1988. 42p.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas:** noções básicas. 2.ed. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, FUNEP, 2003. 41p.

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](http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/AGRICULTURA_EM_NUMEROS_2003/5.1.1.A.XLS)>. Acesso em: 23 abr. 2008.

FAHL, J. I.; CARELLI, M.L.C.; GALLO, P.B.; COSTA, W. M. da; NOVO, M. do C.S.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.

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

FAVARIN, J.L.; NETO, D.; GARCÍA, A.G.; NOVA, N.A.V.; FAVARIN, M.G.G.V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.6, p.769-773, 2002.

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, SP: UFSCar, 2000. p.255-258.

LIMA, J.F. de; PEIXOTO, C.P.; LEDO, C.A.S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.5, p. 1358-1363, 2007.

MEDEIROS, J.G.; PEREIRA, W.; MIRANDA, J.E.C. Análise de crescimento em duas cultivares de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.2, n.2, p. 23-29, 1990.

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

MORAES, M.V.; FRANCO, C.M. **Método espedito para enxertia em café**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1973. 8p.

MORAIS, H.; MARUR, C.J.; CARAMORI, P.H. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.10, p. 1131-1137, 2003.

PEIXOTO, C.P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantas**. 1998. 151 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

RADFORD, P. J. Growth analysis formula their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v.7, n. 42, p. 171-175, 1967.

RIGHI, C.A.; BERNARDES, M.S.; TERAMOTO, E.R.; FAVARIN, J.L. Adaptação do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) ao sombreamento em sistema agroflorestal com seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, CBSA, 4., 2002, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus, BA: CEPLAC, 2002.

SANTANA, M.S.; OLIVEIRA, C.A. da S.; QUADROS, M. Crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiro adensado influenciado por níveis de

irrigação localizada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.644-653, 2004.

SANTOS, C.H. **Influência de diferentes níveis de alumínio no desenvolvimento de dois porta-enxertos cítricos em cultivo hidropônico**. 1998. 134 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

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

VALMORBIDA, J.; BOARO, C.S.F.; SCAVRONI, J.; DAVID, E.F.S. Crescimento de *Mentha piperita* L., cultivada em solução nutritiva com diferentes doses de potássio. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.9, n.4, p. 27-31, 2007.

### **Considerações finais**

Outros experimentos com cafeeiros enxertados estão sendo conduzidos no campo experimental do Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras. Dessa forma poderão ser avaliados a longevidade, a produtividade e o vigor, entre outros caracteres das plantas de cafeeiro enxertadas, contribuindo para a tomada de decisão de se utilizar ou não mudas enxertadas.

Como pôde ser verificado, dentre as cultivares de *Coffea arabica* L. utilizadas, Palma II, Oeiras e Obatã foram as que apresentaram maior aptidão para serem enxertadas sobre o porta-enxerto estudado. Porém, há a necessidade da realização de novos experimentos com outras cultivares de *Coffea canephora*, buscando novas combinações de enxerto/porta-enxerto que tragam mais vantagens para o cafeicultor.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)



[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)