



JOÃO PAULO FELICORI CARVALHO

AVALIAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE
Coffea canephora P

LAVRAS – MG

2011

JOÃO PAULO FELICORI CARVALHO

AVALIAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE *Coffea canephora* P

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

Orientador

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho

LAVRAS – MG

2011

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

Carvalho, João Paulo Felicori.

Avaliação de porta enxertos de *Coffea canephora P* / João Paulo Felicori Carvalho. – Lavras : UFLA, 2011.

73 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Gladyston Rodrigues Carvalho.

Bibliografia.

1. Café. 2. Enxertia. 3. Absorção. 4. Translocação. 5. Eficiência de uso. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7341

JOÃO PAULO FELICORI CARVALHO

AVALIAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS DE *Coffea canephora* P

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

APROVADA em 25 de fevereiro de 2011.

Dr. César Elias Botelho EPAMIG

Dr. Rubens José Guimarães UFLA

Dr. Rodrigo Luz da Cunha EPAMIG

Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho
Orientador

LAVRAS – MG

2011

Aos meus pais Vicente e Valéria, pelo incentivo e carinho.
Aos meus familiares, pela confiança, reconhecimento e amizade.
À minha namorada Solange, pela paciência, companheirismo e amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por me guiar em tudo que faço.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Ciências do Solo e ao Departamento de Agricultura que por meio de professores e funcionários ajudaram na realização deste trabalho.

Ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), em especial ao Dr. Wallace Gonçalves por ceder os clones usados neste trabalho.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) pelo apoio.

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

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Café (INCT/Café), pela concessão de recursos para realização deste trabalho.

Ao Pesquisador Dr. Gladyston Rodrigues Carvalho pela orientação, ensinamentos e amizade.

Ao Pesquisador Dr. André Dominghetti Ferreira pelo companheirismo, ensinamentos, tempo e atenção a mim dispensados.

Ao pesquisador Dr. César Elias Botelho e a pesquisadora Dra. Juliana Costa de Rezende Abrahão pelos ensinamentos e pela amizade.

Ao pesquisador Dr. Rodrigo Luz da Cunha pelo apoio e ensinamentos.

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

Aos funcionários do setor de Cafeicultura, em especial ao amigo José Mauricio pela experiência transmitida.

Ao funcionário do laboratório do Departamento de Ciências do Solo, Adalberto, pelo auxílio na execução do experimento.

Aos amigos Alex, André Realino e Talles, pela amizade, troca de experiências e ajuda na condução do experimento.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de clones de *Coffea canephora* na nutrição e desenvolvimento de cafeeiros *Coffea arabica*. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras. O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados (DBC) em esquema de fatorial $5 \times 2 + 14$, sendo cinco clones de *Coffea canephora* (Apoatã IAC3598-3B, Apoatã IAC3597-1A, Apoatã IAC3599-2A, Apoatã IAC3598-1A e Apoatã IAC3597-9B) utilizadas como porta-enxertos, duas cultivares de *Coffea arabica* (Oeiras e Palma II) como enxertos e 14 adicionais, estruturados em esquema fatorial 7×2 , sendo cinco clones de *Coffea canephora* mais duas cultivares de *Coffea arabica* e dois tipos de muda (autoenxertado e pé-franco). Foram realizadas as avaliações: altura de planta, diâmetro de caule, número de nós no ortotrópico e área foliar. No final do experimento, foi avaliada a massa seca da parte aérea (caule e folhas), massa seca do sistema radicular e os teores de macro e micronutrientes para calcular os valores de eficiência de absorção, eficiência de translocação e eficiência de uso dos macro e micronutrientes. O clone Apoatã IAC3598-3B apresentou maiores médias de desenvolvimento, absorção, translocação e eficiência de uso quando autoenxertado em relação ao pé-franco. Os clones Apoatã IAC3597-1A e Apoatã IAC3597-3B quando enxertados nas cultivares Oeiras e Palma II apresentaram maiores médias de absorção, translocação e eficiência de uso dos nutrientes, promovendo um maior desenvolvimento vegetativo.

Palavras-chave: Café. Enxertia. Absorção. Translocação. Eficiência de uso.

ABSTRACT

This work had as objective to evaluate the efficiency of clones *Coffea canephora* in the nutrition and development of *Coffea Arabica*. The work was lead in house of vegetation in the Department of Sciences of the Ground in the Federal University of Lavras. Experiments had a randomized complete block design (RCB) in factorial $5 \times 2 + 14$, being five clones of *Coffea canephora* (Apoatã IAC3598-3B, Apoatã IAC3597-1A, Apoatã IAC3599-2A, Apoatã IAC3598-1A and Apoatã IAC3597-9B) used as rootstock and two cultivates of *Coffea Arabica* (Oeiras and Palma II) as graft and 14 add treatments structuralized in factorial project 7×2 , that are five clones of *Coffea canephora* more two to cultivates of *Coffea Arabica* *Coffea* in two projects of plantation (autograft and frank foot). Evaluations of: height, diameter of stalk, number of us in the orthotropic and foliar area had been made. In the end of the experiment, it was evaluated the dry mass of the aerial part (caule and leaves), dry mass of the system to radicular and texts of macro and micronutrients to calculate the values of absorption efficiency, efficiency of translocação and efficiency of use of the macro and micronutrients. Clone Apoatã IAC3598-3B presented average greater of development, absorption, translocação and efficiency of use when autograft in relation to the frank foot. Clones Apoatã IAC3597-1A and Apoatã IAC3597-3B when grafted in Oeiras and Palma II had presented average greater of absorption, translocação and efficiency of use of the nutrients, promoting a bigger vegetative development.

Keywords: Coffee. Grafting. Absorption. Translocação. Efficiency of use.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Histórico da enxertia em cafeeiros	12
2.2	Nematóides parasitos do cafeeiro	14
2.3	Controle dos fitonematóides	16
2.4	Efeitos do porta-enxerto no desenvolvimento e na produção do cafeeiro	18
2.5	Eficiência nutricional relativa ao porta-enxerto	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1	Preparo das mudas	25
3.2	Cultivo hidropônico	26
3.3	Avaliações	29
3.4	Análises estatísticas	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	Desenvolvimento vegetativo	31
4.2	Absorção radicular dos macronutrientes	36
4.3	Translocação radicular dos macronutrientes	42
4.3	Eficiência de uso dos macronutrientes	48
4.4	Eficiência de absorção dos micronutrientes	51
4.5	Eficiência de translocação dos micronutrientes	56
4.6	Eficiência de uso dos micronutrientes	61
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
6	CONCLUSÕES	64
	REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café, responsável por 30% da produção mundial, sendo a cultura do café uma das atividades agrícolas mais importantes para o agronegócio brasileiro, pois gera riquezas e divisas para o país. A safra de café beneficiado no País em 2010 fechou com uma produção de 48,09 milhões de sacas de 60 quilos. O resultado representa um acréscimo de 21,9% ou 8,62 milhões de sacas, quando comparado com a produção de 39,47 milhões de sacas obtidas na safra 2009 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2010).

O aumento da competitividade internacional, diante de um mercado livre para o café e a globalização da economia, está exigindo do cafeicultor brasileiro maior eficiência para se manter na atividade, exigindo com isso a utilização das mais diversificadas e modernas técnicas aplicadas a todos os setores da produção.

O sucesso da atividade cafeeira está ligado diretamente à produtividade, dessa forma, se faz necessária a utilização de tecnologias que maximizam a eficiência do cultivo do café, procurando preservar ao máximo os recursos naturais disponíveis.

Dentre as diversas causas do baixo desempenho da cultura, sendo estas causas consideradas complexas e independentes, pode-se citar aquelas relacionadas à economia (preço do café, insumos, mão-de-obra, etc.), aquelas relacionadas ao clima (seca, granizos, geadas) e outras relacionadas ao manejo da cultura. Dentre estas, o manejo da cultura é a técnica mais fácil de ser modificada pelo homem.

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, afetando diretamente o desenvolvimento da cultura e conseqüentemente a produtividade.

Como solução para o problema dos fitonematóides, a prevenção continua sendo a melhor forma de controle. Entretanto, em áreas já estabelecidas, há a necessidade de se conviver com esses parasitos, pois a sua erradicação é praticamente impossível. O uso de nematicidas, o manejo da matéria orgânica do solo, o cultivo de plantas antagônicas junto ao cafezal, a nutrição equilibrada das plantas e o uso de espécies resistentes como porta enxertos, têm sido considerados ideais para o manejo integrado dos fitonematóides, mantendo suas populações em níveis possíveis de convivência com a cultura e diminuindo os danos.

Existem regiões onde o uso de mudas enxertadas é obrigatório, uma vez que a cultura tradicional (cultivo de plantas pé-franco) tornou-se inviável devido ao ataque desses parasitos.

Com isso, esse trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de clones do porta-enxerto *Coffea canephora* Apoatã no desenvolvimento, na absorção, translocação e utilização de macro e micronutrientes, pelas plantas quando cultivadas em solução nutritiva.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A espécie *Coffea arabica* L., oriunda da Etiópia, é largamente plantada no Continente Americano, sendo o Brasil o país com a maior área plantada. A planta é um arbusto com altura variando entre 2 a 4 metros, com raízes profundas e muito ramificadas. Principalmente nas proximidades da superfície do solo. É uma espécie tetraplóide e que se multiplica praticamente por autofecundação (THOMAZIELLO et al., 2000).

A espécie *Coffea canephora* é mundialmente conhecida devido à sua ampla distribuição nos continentes africanos e asiáticos, pois é capaz de se adaptar às mais variadas condições climáticas. Apresenta desenvolvimento inicial mais lento que o café da espécie arábica, porém podem atingir até 10 metros de altura nas regiões quentes úmidas. É uma planta oriunda de regiões equatoriais baixas, quentes e úmidas e é adaptado às condições de temperaturas elevadas, com médias anuais entre 22 e 26°C. As lavouras são bastante produtivas, apresentando grande variedade quanto ao tamanho, formato e maturação dos frutos (GOUVEIA, 2007 citado por ZAGO, 2008). É uma espécie diplóide, auto-estéril, não ocorrendo cruzamento entre as flores de uma mesma planta, e tampouco com as de outra planta da mesma constituição genética. O Espírito Santo é o maior produtor nacional de café robusta (*Coffea canephora* Pierre) e atualmente, mais de 70% do café produzido no Estado é dessa espécie, respondendo por cerca de 65% da produção brasileira (CONAB, 2010).

O café, cultura perene que mais se desenvolveu nas regiões tropicais, é de fundamental importância na economia de várias cidades, devido à geração de riquezas e à circulação monetária. Minas Gerais, respondeu por mais de 60% da produção nacional de café arábica em 2010, sendo a região Sul de Minas responsável por mais de 30% da produção nacional ou 50% da produção do Estado (CONAB, 2010). Dessa forma, torna-se necessário conhecer os fatores

de produção, bem como suas limitações, pois estas podem variar de região para região, ou até mesmo dentro da mesma propriedade.

Embora não existam ainda materiais de *Coffea arabica* L. tolerantes aos fitonematóides, para uso em plantios comerciais, existem fontes de resistência em outras espécies de cafeeiros que podem ser utilizadas como porta-enxerto ou em hibridações. Destaca-se o porta-enxerto Apoatã IAC 2258, de *Coffea canephora*, que é resistente, mas não imune a *Meloidogyne incognita* e a *Meloidogyne exigua*. Por este e por outros motivos, a enxertia é considerada uma técnica promissora, que torna possível a utilização de áreas infestadas com diversos tipos de fitonematóides.

2.1 Histórico da enxertia em cafeeiros

A enxertia começou a ser utilizada no cafeeiro em 1887, na Ilha de Java, onde os cafeeiros da espécie *Coffea arabica* L., produtores de cafés de fina qualidade, eram enxertados sobre cafeeiros da espécie *Coffea liberica*. O objetivo dessa prática era devido ao fato de as plantas de *Coffea arabica* serem suscetíveis aos ataques causados às raízes pelos nematóides, uma vez que plantas de *Coffea liberica*, apesar de atingido também, resistiam melhor. Neste caso, procurava-se então, por intermédio do libérica, cultivar o cafeeiro arábica em locais onde sua plantação já estava condenada (ZIMMERMANN, 1901 citado por MENDES, 1938).

Nessa época era realizada a semeadura de *Coffea arabica* e *Coffea liberica* em linhas paralelas muito próximas. A enxertia se processava quando as plantas se encontravam no estágio de orelha-de-onça. Realizava-se uma incisão do caule tenro de ambas, aproximava-se um corte do outro, e em seguida amarravam-se ambas as plantas, unindo-as na região do corte. Após a brotação da parte enxertada, ou cortava-se a parte inferior do *Coffea arabica* e a parte

superior ao enxerto do *Coffea liberica*, ou apenas esta última do libérica, ficando a planta com os dois sistemas radiculares.

Outra aplicação prática da enxertia foi para a substituição de copas de cafeeiros arábica considerados suscetíveis à ferrugem (*Hemileia vastatrix*) por cafeeiros híbridos considerados resistentes (híbrido de Kalimas, híbrido de Kawisari), ambos obtidos provavelmente do cruzamento natural de *Coffea arabica* x *Coffea liberica*. Estes materiais quando reproduzidos por sementes, apresentavam grandes variações, porém a enxertia mantinha as características originais das plantas.

No Brasil, a enxertia no cafeeiro foi utilizada no Instituto Agronômico de Campinas (IAC) primeiramente para a seleção de espécies, de variedades e de mutações somáticas. Só a partir de 1936, foram iniciados ensaios com o objetivo de testar e melhorar as técnicas de enxertia adotadas em outros países (MENDES, 1938).

A maioria das pesquisas tem priorizado o aproveitamento do sistema radicular de *Coffea canephora* para controlar os danos causados pelos nematóides em cultivares de *Coffea arabica* (COSTA; GONÇALVES; FAZUOLI, 1991; FAHL et al., 1998; FAZUOLI; COSTA; BORTOLETTO, 1983; FAZUOLI; COSTA; FERNANDES, 1983). Por outro lado, para as culturas em que a enxertia é normalmente utilizada, como em citros, maçã, pêssigo, videira e roseira, já foram realizados inúmeros trabalhos, mostrando a influência da enxertia no controle de doenças (CAMERON, 1971; WEAVER; DOUD; WEHUNT, 1979; ZEHR; MILLER; SMITH, 1976), no crescimento vegetativo e na absorção e composição mineral (ALBUQUERQUE; DECHEN, 2000; GALLO; RIBAS, 1962), confirmando com isso a importância da enxertia como atenuante de diversos problemas que limitam a produtividade agrícola.

A enxertia mais utilizada no cafeeiro é a garfagem hipocotiledonar, feita logo após a emergência da plântula, no estágio de “palito de fósforo” ou “orelha

de onça” (folhas cotiledonares). A técnica é relativamente simples, obtendo uma alta porcentagem de pegamento das mudas, mas exige mão-de-obra treinada e bastante cuidado para que ocorra a perfeita junção das duas partes (SOUZA et al., 2002).

2.2 Nematóides parasitos do cafeeiro

O primeiro registro da existência de nematóides em cafeeiros foi feito no Rio de Janeiro, sendo que em 1950 iniciaram-se os estudos para o seu controle. Por volta de 1970, houve inúmeras citações sobre a ocorrência de nematóides no Estado do Paraná e no Estado de São Paulo, mais precisamente na região da Alta Mogiana Paulista (CRUZ et al., 2003).

Várias espécies de diferentes gêneros de nematóides já foram encontradas parasitando o cafeeiro no Brasil, causando perdas de até 20% na produção (LORDELLO, 1981). Os nematóides causam lesões nas raízes ocasionando a morte das plantas pelo fato de parasitar, injetando toxinas e retirando nutrientes, o que deixa o sistema radicular comprometido. Dentre as espécies de nematóides, as de galha (*Meloidogyne* spp.), são as que mais causam danos à cultura.

Carneiro, Alteia e Brito (1992), em levantamento realizado em cafezais no Estado do Paraná, citaram a presença de *M. exigua*, *M. incognita* e de uma população de *M. incognita* com alguns caracteres morfológicos atípicos, a qual eles denominaram biótipo IAPAR.

Otoboni (1994), em áreas de café da estação Experimental do Instituto Agrônomo de Campinas - SP, constataram que a maioria das áreas estavam parasitadas por *Meloidogyne* spp.

A produção de mudas enxertadas trouxe grande alívio aos produtores em relação ao problema nematológico, notadamente em relação aos nematóides da espécie *Meloidogyne* spp.

Os nematóides que parasitam as plantas possuem comprimento entre 0,3 a 5 mm, sendo que machos e fêmeas são bastante semelhantes na aparência, diferindo pelos órgãos reprodutores, e, também, no caso em que as fêmeas se avolumam (MONTEIRO, 1992 citado por GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001). São denominados de fitonematóides por se alimentarem exclusivamente de plantas, vivendo normalmente associados ao sistema radicular das mesmas (GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001).

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

Diversas espécies de nematóides, pertencentes a vários gêneros, têm sido encontradas associadas às raízes de cafeeiros no Brasil e em outros países produtores (CAMPOS et al., 1990; KUMAR; SAMUEL, 1990; LORDELLO, 1965, 1972, 1981; SYLVAIN, 1959; WHITEHEAD, 1969 citados por GONÇALVES, 1993). Até o presente, foram identificados pelo menos 38 espécies e 31 gêneros de fitonematóides que atacam o cafeeiro no Brasil. As espécies mais importantes pertencem ao gênero *Meloidogyne*, são as mais comuns e as mais danosas ao cafeeiro. São 17 as espécies de *Meloidogyne* que atacam cafeeiros no mundo. No Brasil, são encontradas seis, sendo três delas, *Meloidogyne exigua*, *Meloidogyne Javanica* e *Meloidogyne hapla*, causadoras de galhas nas raízes. Por outro lado, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne*

paranaensis, *Meloidogyne coffeicola* causam necrose, rachadura e descamamento radiculares (CAMPOS, 1997).

A fauna nematológica é variável de região para região cafeeira (LORDELLO, 1965 citado por GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001), sendo *M. incógnita* e *M. paranaensis* as espécies que causam os maiores prejuízos pela destruição do sistema radicular do cafeeiro, alta persistência no solo e grande número de hospedeiros (SALGADO; REZENDE, 2010).

2.3 Controle dos fitonematóides

O controle dos fitonematóides na lavoura cafeeira requer planejamento e algumas informações como a confirmação da ocorrência de fitonematóides de importância econômica no cafezal que, por sua vez, depende de uma cuidadosa amostragem e análise em laboratórios de nematologia. Algumas estratégias de manejo do cafeeiro para o controle de nematóides não apresentam a mesma eficiência de outras culturas. Provavelmente por tratar-se de uma cultura perene, pois os cafeeiros propiciam condições para o aumento da população dos nematóides durante quase todo o ano. A principal estratégia do manejo é a prevenção, ou seja, evitar a entrada e disseminação do nematóide na área por meio de mudas infestadas, solo infestado aderido às máquinas e implementos, além da água, principalmente enxurradas provenientes de talhões ou áreas já infestadas (SALGADO; CAMPOS, 2010).

Até a presente data não foram encontradas cultivares promissoras de *Coffea arabica* resistentes aos fitonematóides do gênero *Meloidogyne*. Alguns materiais introduzidos da Etiópia têm apresentado resistência, mas mostraram-se pouco adaptados às condições brasileiras, com produtividade de grãos muito inferiores às cultivares Mundo Novo e Catuaí (GONÇALVES, 1999). A resistência a *M. exigua* está presente em alguns híbridos provenientes do

cruzamento interespecífico entre *Coffea canephora* e *Coffea arabica*, em seleções de híbrido de Timor, em Icatu e em alguns Catimores e Sarchimores (GONÇALVES; PEREIRA, 1998; SIVAROLLA; GONÇALVES; LIMA, 1998). O híbrido Piatã, obtido do cruzamento entre *Coffea dewevrei* e *Coffea arabica*, também apresenta resistência. Nos últimos anos, foi identificada a resistência a *M. exigua* em cafeeiros de cultivares de interesse para plantios comerciais, como no Sarchimor IAPAR 59 e no Catucaí 785/15 (MATIELLO et al., 2003).

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

Diversos autores têm relatado a resistência de *Coffea canephora*, *Coffea congensis*, *Coffea dewevrei*, *Coffea liberica*, *Coffea racemosa* e *Coffea salvatrix* à *M. exigua*. Com relação à *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne paranaensis*, plantas de *Coffea canephora* e *Coffea congensis* têm revelado resistência a esses parasitos, porém a grande maioria ainda segrega para a resistência por não terem atingido a homozigose. Das populações segregantes foram selecionados cafeeiros resistentes, inclusive para resistência simultânea às raças de *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne paranaensis* (CARNEIRO; ALTEIA, 1992). Dentre estes materiais considerados resistentes, foi desenvolvido pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) a cultivar Apatã, da espécie *Coffea canephora*, que é resistente aos fitonematóides da espécie *Meloidogyne exigua* e *Meloidogyne incognita* sem, contudo ser imune a eles (FAZUOLI et al., 1987 citados por GONÇALVES; SILVAROLLA, 2001).

Fazuoli et al. (1987) observaram que a cultivar Apatã IAC- 2258 de *C. canephora* mostrou resistência a *M. incognita*, em condições de campo em

várias localidades do Estado de São Paulo, entretanto, Gonçalves et al. (1996) relatam que esta cultivar não é imune. Conforme Lima et al. (1989), a resistência da cultivar Apoatã parece estar mais relacionada a algum impedimento biológico durante o ciclo do nematóide, do que à penetração propriamente dita. Mazzafera, Gonçalves e Fernandes (1989) relataram que a resistência não pode ser atribuída aos compostos fenólicos. Salgado, Resende e Campos (2005) também concluíram que a resistência ao *M. exigua* das cultivares Apoatã IAC-2258 e IAPAR-59 é do tipo pós-infeccional, pois galhas e ovos foram observados em pouca quantidade.

Além da resistência de determinados porta-enxertos aos fitonematóides, alguns autores citam uma maior eficiência na absorção de nutrientes da solução do solo, mesmo em áreas isentas de nematóides (FAHL et al., 1998), o que diverge dos resultados obtidos por Figueiredo Junior (1999) e Guillaumon et al. (2001) os quais não encontraram nenhuma vantagem no desenvolvimento inicial de lavouras em áreas isentas de nematóides.

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

Uma das decisões mais importantes no manejo de uma lavoura de café enxertada é a escolha do porta-enxerto que, além da boa combinação com a copa, deve ser o mais adaptado possível ao ecossistema. Como os porta-enxertos, em geral, diferenciam-se quanto à tolerância ao estresse ambiental e aos fatores de solo, eles surgem como uma das principais alternativas de manejo da cultura, para minimização desses problemas (TOMAZ et al., 2006).

As diferentes interações que ocorrem entre copa e os porta-enxertos podem condicionar em distintos equilíbrios fisiológicos ou grau de afinidade, podendo influenciar o crescimento e produção (ZULUAGA, 1943). Esse equilíbrio é resultado de mecanismos de reciprocidade entre o porta-enxerto e a

copa, envolvendo a absorção e a translocação de água e nutrientes, e fatores endógenos de crescimento (HARTMANN; KESTER, 1990). Observa-se, frequentemente, que porta-enxertos mais vigorosos apresentam maior capacidade de absorção e translocação de água e nutrientes, e maior produção de substâncias estimuladoras de crescimento, o que pode favorecer o desempenho da copa (PAULETTO et al., 2001).

Fazuoli, Costa e Bortoletto (1983) verificaram aumento na altura, diâmetro de caule e na produção de plantas de café enxertadas em relação às plantas não enxertadas quando instaladas em área infestadas por *Meloidogyne* incógnita.

Entretanto, Oliveira (2003) verificou, em plantas cultivadas em vaso, que, independentemente da cultivar, a muda enxertada desenvolveu-se menos que a muda de pé-franco.

Garcia, Japiassú e Frota (2004) e Tomaz et al. (2005) avaliando linhagens de *C. arabica* L. cultivadas em vaso, não observaram diferenças para altura das plantas enxertadas ou não em clones de *C. canephora* Pierre.

Em condições isentas de nematóides, Fahl e Carelli (1985) observaram que plantas jovens de *Coffea arabica*, enxertadas sobre *Coffea 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 *Coffea 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 *Coffea 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. Outros processos fisiológicos como absorção de íons,

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

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

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 *Coffea arabica* sobre progênies de *Coffea canephora* e *Coffea congensis*, no desenvolvimento, na nutrição mineral e na produção das plantas, foi possível verificar que a utilização de progênies de *Coffea canephora* e *Coffea congensis* como porta-enxerto conferiu maior desenvolvimento da parte aérea às cultivares de *Coffea 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. Em relação à produção, abrangendo 3 locais de cultivo, média de 5 colheitas, a enxertia aumentou a produção das plantas, sendo esse efeito

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

Silva et al. (1990), estudando o comportamento de *Coffea arabica* enxertados com *Coffea canephora*, em área sem nematóides, não encontraram efeito da enxertia quanto à produtividade. Resultados semelhantes também foram encontrados por Garcia, Japiassú e Frota (2003) e Matiello et al. (2001). 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 *Coffea arabica* utilizada como enxerto.

Ferrari et al. (2001) avaliando o desenvolvimento vegetativo de cafeeiros enxertados em diferentes porta-enxertos no campo, mostrou que os porta-enxertos Apatã (*Coffea canephora*) e Mundo Novo (*Coffea arabica*) são bem promissores, seguidos do porta-enxerto EMCAPA 8181 (*Coffea canephora*), uma vez que estes se comportaram de forma semelhante a alguns pé-franco, ficando claro que as plantas enxertadas se comportaram de forma semelhante àquelas não enxertadas.

Figueiredo et al. (2002) avaliando o desenvolvimento inicial de diferentes cultivares de *Coffea arabica* enxertadas na cultivar Apatã IAC 2258, autoenxertadas e pé-franco, cultivadas em solução nutritiva, observaram que as plantas enxertadas tiveram um maior desenvolvimento do sistema radicular dos tratamentos pé-franco, inclusive o porta-enxerto, quando comparados com os tratamentos enxertados e autoenxertados. Para área foliar, também foram observados maiores valores da maioria dos tratamentos não enxertados, indicando que, até quando o experimento foi conduzido (sete meses), o estresse causado pelo processo de enxertia estava afetando o desenvolvimento das plantas. Já para matéria seca da parte aérea, as cultivares enxertadas

apresentaram valores menores, quando comparados com os outros autoenxertados e pé-franco.

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

2.5 Eficiência nutricional relativa ao porta-enxerto

A exigência nutricional é bem variável entre espécies e variedades de plantas cultivadas. É comum observar que, sob a mesma condição de fertilidade do solo, a nutrição e o crescimento de determinadas cultivares podem ser superiores a de outras. Isso se deve a fatores de ordem externa ou interna, sendo que, do ponto de vista nutricional, esse fato pode ser resultante da maior eficiência da absorção ou de utilização do nutriente. Com isso, muitos pesquisadores creditam a existência de diferentes comportamentos nutricionais entre plantas, a um controle genético. Os mecanismos utilizados para explicar esse controle são variáveis, e englobam aqueles relacionados com a interface solo x raiz, e aqueles intrínsecos à planta (MARTINEZ et al., 1993).

Lauchli (1987) define eficiência no uso dos nutrientes como a relação entre produção (grão, biomassa, frutos) e concentração de nutriente no tecido. Para esse autor, existem vários mecanismos e processos que contribuem para o uso eficiente de um nutriente, como a geometria radicular, a solubilização do nutriente na rizosfera, a capacidade de absorção do nutriente em baixas concentrações na solução do solo, a alocação interna na planta e a necessidade funcional do nutriente na planta. Para outros autores, como Fageria e Baligar

(1993), esses mecanismos estão relacionados com as características morfológicas (maior eficiência do sistema radicular, alta relação raiz/parte aérea) e fisiológicas desejáveis (habilidade do sistema radicular na modificação da rizosfera para superar baixos níveis de nutrientes, maior eficiência de absorção ou de utilização de nutrientes, capacidade de manter o metabolismo normal com baixo teor de nutriente e alta taxa fotossintética).

Em condições de limitação de água e nutrientes o aumento da produtividade depende da eficiência das plantas em absorver e utilizar esses fatores no seu crescimento (SANDS; MULLIGAN, 1990). É importante determinar se a eficiência nutricional de uma espécie ou cultivar está relacionada com os processos ligados à aquisição do nutriente, à sua redistribuição interna ou à sua utilização no metabolismo (DUNCAN; BALIGAR, 1990). Dessa forma, não basta a planta ser eficiente na absorção do nutriente, mas também em sua utilização.

Alfonsi, Fahl e Carrelli (2003) e Fahl et al. (1998), em experimentos de enxertia de *Coffea arabica* sobre progênies de *Coffea canephora* e *Coffea congensis* verificaram que as plantas enxertadas apresentavam maiores teores foliares de potássio e menores teores de manganês, do que as não enxertadas. Dados não publicados obtidos por Hermínia, citado por Rena e Guimarães (2000), indicam que mudas de Conillon têm menor eficiência na absorção de zinco, porém possuem maior eficiência na sua utilização em relação às mudas de Catuaí, confirmando a necessidade de mais estudos sobre as raízes das plantas de *Coffea canephora*. Fahl, Carrelli e Alfonsi (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.

Figueiredo et al. (2003) estudaram a translocação de nutrientes em sete cultivares de *Coffea arabica*, enxertadas ou não no porta-enxerto Apatã IAC 2258 e autoenxertadas, mais o porta-enxerto pé-franco Apatã. Os autores concluíram que o porta-enxerto Apatã IAC 2258 e a autoenxertia 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 Apatã, porém se restringiu à translocação de manganês. Para a translocação de cálcio os resultados são semelhantes nas mudas enxertadas, autoenxertadas 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.

Tomaz et al. (2008) observaram aumento na matéria seca de raízes nas combinações Catuaí 15 com progênies de famílias de meio irmãos de clones de *Coffea canephora* Pierre cv. Conilon, enquanto que as combinações de dois híbridos apresentaram redução quando comparadas com os respectivos pés-francos. Os mesmos autores ainda observaram o aumento da eficiência de absorção do potássio em combinações de híbridos com as progênies de *Coffea canephora*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial $5 \times 2 + 14$, sendo cinco clones de *Coffea canephora* obtidos do programa de melhoramento do Instituto Agronômico de Campinas no Centro de Café ‘Alcides Carvalho’ (Apoatã IAC3598-3B, Apoatã IAC3597-1A, Apoatã IAC3599-2A, Apoatã IAC3598-1A e Apoatã IAC3597-9B) e duas cultivares de *Coffea arabica* (Palma II, Oeiras) mais 14 tratamentos adicionais. Os tratamentos adicionais foram os clones *Coffea canephora* e as cultivares de *Coffea arabica* em dois tipos de mudas (autoenxertados e pé). A autoenxertia consistiu na enxertia de uma cultivar sobre ela mesma, e teve como objetivo isolar o efeito do dano causado por esse processo. Cada parcela experimental constou de uma planta, num total de cinco repetições.

3.1 Preparo das mudas

A semeadura foi feita em caixas com areia lavada, sendo os clones de *Coffea canephora* semeados 25 dias antes das cultivares de *Coffea arabica*, para que atingissem o estágio palito de fósforo na mesma época. Quando as mudas atingiram o estágio de palito de fósforo, foram realizadas as enxertias dos tratamentos, enxerto (copa) com o porta-enxerto e as autoenxertias.

A enxertia foi realizada quando as plântulas atingiram o estágio de “palito de fósforo”. O método de enxertia utilizado foi o do tipo hipocotiledonar e o amarrio foi realizado com “parafilme” biodegradável. Antes da repicagem, as raízes das plântulas enxertadas e não enxertadas passaram por um processo de “toilete”, apartando-se o sistema radicular, com finalidade de se evitar problemas durante a repicagem e possível formação de pião torto. Foi realizada

também a imersão das raízes em uma solução antifúngica Pencycuron (Monceren), 3g/litro de água, como forma de prevenção da *Rhizoctonia solani*.

Após a enxertia, as plantas enxertadas juntamente com as autoenxertadas e as não enxertadas (pé-francos) foram transplantadas para tubetes de 120 mL contendo substrato próprio para produção de mudas comerciais, constituído por 25% de casca de arroz carbonizada mais 75% de substrato comercial Plantmax® (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/m³ de substrato. As mudas, após o transplante foram mantidas em câmara de nebulização cobertas com sombrite 75% por um período de 28 dias para facilitar o pegamento.

Após o pegamento das mudas, os tubetes foram colocados em viveiro até atingirem 5 pares de folhas. Ao atingirem 5 pares de folhas as raízes foram lavadas e transplantadas para solução nutritiva (HOAGLAND; ARNON, 1950 citados por TAIZ; ZEIGER, 2004), com 20% da concentração recomendada por um período de 30 dias para adaptação.

3.2 Cultivo hidropônico

O uso do cultivo hidropônico em pesquisa é de grande importância, pois permite que se tenha um ambiente controlado, com maior homogeneidade das características do substrato, pois o solo é complexo e heterogêneo, variando em suas propriedades físicas, químicas e físico-químicas, sendo a resposta da planta condicionada a essas variações. Em soluções nutritivas convenientemente agitadas, é possível fornecer às raízes um ambiente homogêneo, controlando com mais precisão as variações ambientais de cultivo. No entanto, variações na

composição da solução nutritiva em pequeno intervalo de tempo são comuns de ocorrer, formando regiões com grande depleção em torno das raízes, principalmente quando a solução não é agitada continuamente.

O experimento foi conduzido por um período de cinco meses em casa de vegetação localizada no Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), utilizando-se o processo hidropônico de cultivo em vasos contendo solução nutritiva completa.

As mudas, após 30 dias na solução de adaptação, foram transplantadas para os vasos definitivos, com capacidade de 1,7 litros de solução nutritiva.

A solução nutritiva foi preparada após a pesagem dos sais, utilizando as quantidades propostas por Hoagland e Arnon (1950) citados por Taiz e Zeiger (2004), usando-se N-NO_3^- (14 mmol.L⁻¹); N-NH_4^+ (2 mmol.L⁻¹); P (2 mmol.L⁻¹); K^+ (6 mmol.L⁻¹); Ca^{++} (4 mmol.L⁻¹); Mg^{++} (1 mmol.L⁻¹); S-SO_4^{--} (1 mmol.L⁻¹); B (25 $\mu\text{mol .L}^{-1}$); Cu (0,5 $\mu\text{mol .L}^{-1}$); Fe (40 $\mu\text{mol .L}^{-1}$); Mn (2 $\mu\text{mol .L}^{-1}$); Mo (0,5 $\mu\text{mol .L}^{-1}$) e Zn (2 $\mu\text{mol .L}^{-1}$). Os reagentes, as concentrações e o volume das soluções-estoques necessários para preparar um litro de solução nutritiva são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Reagentes, concentrações e o volume das soluções-estoques necessários para preparar um litro de solução nutritiva

Reagentes	Concentração da solução estoque		Volume da solução estoque (mL) por litro de solução nutritiva
	Mol/L Solução	g/L solução	
Macronutrientes			
KNO ₃	1	101,11	6
Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	1	236,16	4
NH ₄ H ₂ PO ₄	1	115,08	2
MgSO ₄ ·7H ₂ O	1	246,49	1
KNO ₃	1	101,11	6
Reagentes	Concentração da solução estoque		Volume da solução estoque (mL) por litro de solução nutritiva
	mmol/L solução	g/L solução	
Micronutrientes			
FeEDTA ⁽²⁾	40		1
H ₃ BO ₃	12,5	0,773	2
MnSO ₄ ·H ₂ O	1,0	0,169	2
ZnSO ₄	1,0	0,288	2
Cu SO ₄ 5H ₂ O	0,25	0,062	2
H ₂ MoO ₄ ·(85% MoO ₃)	0,25	0,040	2

² A solução FeEDTA foi preparada pela mistura de 14,89g de Na₂EDTA e 10,84g de FeCl₃·6H₂O, diluídos separadamente em cerca de 300 a 400mL de água e então transferidos quantitativamente para balão volumétrico de um litro, completando-se o volume deste com água destilada ou deionizada

À medida que ocorria a diminuição do volume da solução devido à transpiração, foi feita a reposição com água deionizada até completar novamente os 1,7 litros. Nos primeiros 30 dias, a concentração dos nutrientes foi de 50%, e após esta época 1,0 vez a concentração dos nutrientes. O pH das soluções foi mantido a 5,5 (± 0,5) com NaOH e HCl, conforme necessidade, durante a condução do experimento. As trocas das soluções foram realizadas semanalmente.

3.3 Avaliações

As avaliações do desenvolvimento vegetativo das plantas foram realizadas a cada mês, totalizando cinco avaliações. Foram avaliadas as seguintes características:

- a) incremento da altura das plantas: medida do colo ao ápice da planta com o auxílio de uma régua graduada em centímetros;
- b) incremento no diâmetro do caule: medido logo abaixo da folha hipocotiledonar, com o auxílio de um paquímetro (mm);
- c) incremento no número de nós no ramo ortotrópico: foram contados todos os nós a partir da inserção da primeira folha acima da folha hipocotiledonar;
- d) incremento na área foliar: foi medido o comprimento e a largura de cada folha de cada planta e calculado de acordo com o método denominado tradicional e descrito detalhadamente por Radford (1967).

As mensurações de incremento foram calculadas pela subtração da última avaliação da primeira.

Após a última avaliação de desenvolvimento, as plantas foram separadas em parte aérea (caule e folhas) e sistema radicular para o cálculo da massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, eficiência da absorção, translocação e uso dos nutrientes. As partes foram lavadas em água destilada, secas em estufa com ventilação forçada a 70° C, até atingirem peso constante. Após essa etapa, os tecidos vegetais de cada parte colhida foram triturados em moinho tipo Wiley e as amostras foram destinadas à determinação dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Fe, Cu e Mn.

Após a obtenção das concentrações dos nutrientes, foi calculado o conteúdo em cada parte analisada (parte aérea e raiz). Para estudo da eficiência nutricional foi utilizado os conceitos propostos pelos autores conforme abaixo.

Eficiência de Uso = $(\text{Matéria seca total})^2 / \text{Conteúdo na matéria seca total}$
(SIDDIQI; GLASS, 1981)

Eficiência de Absorção = $\text{Conteúdo total absorvido} / \text{Matéria seca da raiz}$
(SWIADER; CHYAN; FREIJI, 1994)

Eficiência de Translocação = $(\text{Conteúdo na parte aérea}) / (\text{Conteúdo na planta toda}) \times 100$ (LI; MCKEAND; ALLEN, 1991)

3.4 Análises estatísticas

A análise de variância foi feita com base no delineamento adotado em esquema fatorial, cinco clones de *Coffea canephora* utilizadas como porta-enxertos e duas cultivares de *Coffea arabica* como enxertos, caracterizando um fatorial 5 x 2 mais 14 tratamentos adicionais. Os tratamentos adicionais foram estruturados em esquema fatorial, sendo cinco clones de *Coffea canephora* mais duas cultivares de *Coffea arabica* em dois tipos de muda (autoenxertado e pé-franco).

As análises estatísticas foram realizadas usando o programa computacional R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008). Foi verificada a significância ao nível 5% pelo teste F. Detectando diferenças significativas entre as interações e tratamentos, foram feitos os desdobramentos e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desenvolvimento vegetativo

Tabela 2 Resumo da análise de variância para altura (ALT), diâmetro de caule (\emptyset), número de nós no ramo ortotrópico (NNO), área foliar (AF), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR). UFLA, 2011

Tratamentos	GL	QM					
		ALT	\emptyset	NNO	AF	MSPA	MSSR
Cultivares/Clones(C)	6	299.73*	2.55*	1.97*	194836.78*	15.35*	0.17 ^{NS}
Tipos de muda(T)	1	0.03 ^{NS}	1.80*	3.66*	13741.57 ^{NS}	2.79 ^{NS}	0.42 ^{NS}
C:T	6	37.78*	0.44 ^{NS}	0.62*	119167.09*	27.68*	0.18 ^{NS}
Canephora(Ca)	4	4.10 ^{NS}	2.80 ^{NS}	3.03 ^{NS}	63294.80 ^{NS}	12.93 ^{NS}	0.09 ^{NS}
Arabica(Ar)	1	150.96*	1.50*	2.00*	138523.21*	0.03 ^{NS}	0.18 ^{NS}
Ca:Ar	4	4.28 ^{NS}	0.65 ^{NS}	1.45*	66629.58*	3.72*	0.03 ^{NS}
Bloco	1	8.16	0.35	0.55	64520.16	12.97	0.11
Erro	23	4.93	0.34	0.26	22891.29	2.73	0.10
CV (%)		10.5	9.47	11.0	13.0	10.7	12.4

*, Significativo a 5% de probabilidade

^{NS}, Não significativo

Na Tabela 2 observa-se que houve significância na interação cultivares/clones versus tipos de muda para as características altura de plantas, número de nós no ramo ortotrópico, área foliar e massa seca da parte aérea. Para a interação *coffea canephora* versus *coffea arabica* houve significância para as características número de nós no ortotrópico, área foliar e massa seca da parte aérea.

Para a característica altura de plantas, foi detectada diferença significativa apenas para os clones Apoatã IAC 3598-3B e Apoatã IAC 3599-2A, sendo o primeiro influenciado de forma positiva pela enxertia e o segundo de forma negativa. As cultivares de *Coffea arabica*, assim como os demais clones, não foram influenciados pela enxertia, resultados estes coincidentes com os encontrados por Fahl et al. (1998) e Ferreira (2008), que não verificaram influência da técnica da enxertia sobre a altura das cultivares estudadas.

Assim como Ferreira (2008), o presente trabalho não identificou diferenças para número de nós no ramo ortotrópico nas cultivares de *Coffea arabica*. Dentre os clones de *Coffea canephora*, apenas o Apatã IAC 3599-2A apresentou influência negativa da enxertia sobre esta característica, coincidindo com o resultado encontrado para a altura.

Para área foliar, verifica-se que a enxertia prejudicou apenas a cultivar Oeiras e o clone Apatã IAC 3599-2A, entretanto, a enxertia proporcionou maior área foliar nos clones Apatã IAC 3598-3B e Apatã IAC 3598-1A. Estes resultados corroboram em parte os encontrados por Ferreira (2008), onde detectaram que plantas de Apatã IAC 2258 quando autoenxertadas apresentaram maior área foliar. De maneira geral, apenas o clone Apatã IAC 3599-2A apresentou desempenho insatisfatório quando autoenxertada, permitindo inferir que este clone não possui aptidão para ser utilizado na produção de mudas de café enxertadas.

Ainda na Tabela 3, nota-se que a técnica da enxertia não influenciou negativamente o desenvolvimento das mudas dos clones Apatã IAC 3598-3B, Apatã IAC 3597-1A e do Apatã IAC 3597-9B até os 150 dias após o plantio, uma vez que as mudas autoenxertadas se apresentaram superiores às mudas de pé-franco. Segundo Dias (2006) o processo de enxertia não é o limitador do desenvolvimento das plantas, e sim a interação que ocorre entre enxerto e porta-enxerto, porém, algumas cultivares e clones podem apresentar um efeito prejudicial da enxertia, pois no presente trabalho foram detectadas reduções na massa seca de parte aérea nas mudas autoenxertadas das duas cultivares de *Coffea arabica* e de três clones de *Coffea canephora* estudados, não confirmando os resultados encontrados por Ferreira (2008) e Oliveira et al. (2004).

Tabela 3 Desdobramento da interação tipos de muda dentro de cultivares/clones para altura (ALT), diâmetro de caule (\emptyset), número de nós no ramo ortotrópico (NNO), área foliar (AF), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR). UFLA, 2011

Tratamentos	ALT (cm)	\emptyset (mm)	NNO (unidade)	AF (cm ²)	MSPA (g)	MSR (g)
Oeiras						
Autoenxertado	13.3 a	5.02 a	4.4 a	815 b	12.1 b	2.42 a
Pé-franco	14.7 a	5.58 a	4.2 a	1095 a	16.5 a	3.27 a
Palma II						
Autoenxertado	18.5 a	5.69 a	4.8 a	973 a	13.4 b	2.55 a
Pé-franco	19.0 a	6.70 a	5.0 a	1158 a	17.0 a	2.93 a
Apoatã IAC3598-3B						
Autoenxertado	32.9 a	6.82 a	4.2 a	1395 a	22.6 a	2.63 a
Pé-franco	24.6 b	6.59 a	4.4 a	1144 b	14.7 b	2.50 a
Apoatã IAC3597-1A						
Autoenxertado	26.8 a	5.82 a	5.4 a	1154 a	15.4 a	2.34 a
Pé-franco	28.1 a	6.39 a	5.8 a	1214 a	13.1 a	2.35 a
Apoatã IAC3599-2A						
Autoenxertado	19.8 b	5.53 a	4.0 b	1016 b	16.3 b	2.68 a
Pé-franco	23.3 a	5.66 a	5.4 a	1233 a	20.6 a	2.95 a
Apoatã IAC3598-1A						
Autoenxertado	25.8 a	6.28 a	4.6 a	1446 a	13.7 b	2.04 a
Pé-franco	24.9 a	6.48 a	5.2 a	1196 b	19.7 a	2.71 a
Apoatã IAC3597-9B						
Autoenxertado	26.5 a	6.52 a	4.6 a	1352 a	16.1 a	2.72 a
Pé-franco	28.7 a	6.52 a	5.2 a	1307 a	12.3 b	2.38 a

As médias seguidas de mesma letra na vertical não se diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da interação entre os clones de *Coffea canephora* e as cultivares de *Coffea arabica*, essa tabela nos possibilita distinguir qual clone proporciona melhor desenvolvimento do enxerto.

Observa-se que a cultivar Oeiras apresentou maior número de nós no ramo ortotrópico quando enxertada sobre o clone Aboatã IAC 3597-1A, e menor valor quando enxertada sobre o clone Aboatã IAC 3599-2A, permanecendo os demais tratamentos em posição intermediária. Quando se analisa a cultivar Palma II enxertada, verifica-se que apenas o clone Aboatã IAC 3597-9B proporcionou maior número de nós no ramo ortotrópico, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Estudando a interação entre cultivares de *Coffea arabica* e o *Coffea canephora* Aboatã IAC 2258, Ferreira (2008) não detectou influência do porta-enxerto sobre a característica número de nós no ramo ortotrópico.

A cultivar Oeiras apresentou valores de área foliar, estatisticamente, iguais quando enxertada nos diferentes clones de *Coffea canephora*, fato esse não observado para a cultivar Palma II, pois quando enxertada nos clones Aboatã IAC 3597-1A, Aboatã IAC 3599-2A e Aboatã IAC 3597-9B as plantas apresentaram área foliar superior às demais plantas de Palma II enxertadas sobre os clones Aboatã IAC 3598-3B e Aboatã IAC 3598-1A, o que possivelmente irá interferir na área foliar específica para a ocorrência de fotossíntese, e conseqüentemente produção de fotoassimilados que irá interferir no crescimento da planta.

Para a característica massa seca de parte aérea, detectou-se interação significativa apenas para a interação da cultivar Oeiras com os clones de *Coffea canephora*, onde o clone Aboatã IAC 3597-1A e o Aboatã IAC 3598-1A foram os que proporcionaram maior e menor massa seca de parte aérea, respectivamente.

Tabela 4 Desdobramento da interação clones de *Coffea canephora* dentro de cultivares de *Coffea arabica* para altura (ALT), diâmetro de caule (\emptyset), número de nós no ramo ortotrópico (NNO), área foliar (AF), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR). UFLA, 2011

Cultivares/ Clones	ALT (cm)		\emptyset (mm)		NNO (unidade)		AF (cm ²)		MSPA (g)		MSSR (g)	
	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II
Apoatã IAC3598-3B	20.0 a	14.7 a	6.15 a	5.82 a	4.2 bc	4.2 b	1123 a	972 b	13.7 ab	11.9 a	2.39 a	2.27 a
Apoatã IAC3597-1A	20.2 a	18.1 a	6.75 a	6.33 a	5.2 a	3.8 b	1162 a	1275 a	18.0 a	15.6 a	2.54 a	2.15 a
Apoatã IAC3599-2A	19.5 a	16.9 a	6.86 a	6.38 a	4.0 c	3.6 b	1335 a	1074 ab	14.9 ab	15.8 a	2.83 a	2.50 a
Apoatã IAC3598-1A	20.5 a	16.2 a	6.00 a	5.75 a	4.8 ab	4.0 b	1179 a	938 b	12.3 b	13.4 a	2.31 a	2.40 a
Apoatã IAC3597-9B	19.7 a	16.6 a	6.37 a	5.62 a	5.0 ab	5.6 a	1134 a	1146 ab	14.6 ab	16.5 a	2.39 a	2.18 a

As médias seguidas de mesma letra na vertical não se diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

4.2 Absorção radicular dos macronutrientes

Tabela 5 Resumo da análise de variância para eficiência de absorção dos macronutrientes para cultivares/clones, tipos de muda, interação cultivares/clones versus tipos de muda, clones *Coffea canephora*, *Coffea arabica* e a interação *Coffea canephora* e *Coffea arabica*. UFLA, 2011

Tratamentos	QM						
	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
Cultivares/Clones(C)	6	2376.0*	34.0*	1158.4*	925.3*	72.1*	77.8*
Tipos de muda (T)	1	714.3 ^{NS}	2.9 ^{NS}	133.2 ^{NS}	7.3 ^{NS}	25.8 ^{NS}	4.7 ^{NS}
C:T	6	2244.3*	14.1 ^{NS}	728.5*	376.2*	36.4*	21.7*
Canephora (Ca)	4	9851.9*	115.1*	5096.5*	1973.0*	36.4*	68.7*
Arabica (Ar)	1	5736.2*	120.6*	5392.0*	533.5*	34.8 ^{NS}	72.1*
Ca:Ar	4	734.0 ^{NS}	10.8 ^{NS}	426.0 ^{NS}	356.0*	2.8 ^{NS}	13.9 ^{NS}
Bloco	1	348.4	5.2	415.3	104.3	3.5	2.6
Erro	23	350.9	6.2	245.1	89.3	10.1	5.6
CV (%)		7.25	10.5	9.5	12.3	13.1	11.9

* Significativo a 5% de probabilidade

^{NS} Não significativo

Observa-se na Tabela 5 que houve significância na interação cultivares/clones versus tipos de muda para os nutrientes, nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, para o nutriente fósforo a interação foi não significativa, mas quando se procedeu ao teste de Tukey, foi verificada a significância. Apenas o nutriente cálcio apresentou significância para a interação *coffea canephora* versus *coffea arabica*.

Na Tabela 6, encontram-se os resultados dos desdobramentos da interação tipos de muda dentro de cultivares/clones para eficiência de absorção dos macronutrientes.

O porta-enxerto Apatã IAC3598-3B apresentou maior eficiência de absorção para todos os macronutrientes quando autoenxertado, resultado diferente apresentado pelo porta-enxerto Apatã IAC3598-1A, que obteve maior média de absorção dos nutrientes nitrogênio, cálcio e enxofre quando em pé-franco. Esses resultados são diferentes aos encontrados por Fahl et al. (1998) que

verificaram teores iguais em mudas enxertadas, autoenxertadas e pés-francos de cultivares de *Coffea arabica* em diferentes locais. Essa maior eficiência de absorção dos nutrientes do porta-enxerto Apoatã IAC3598-3B ocasionou maiores valores no incremento de altura, área foliar e massa seca da parte aérea (Tabela 3).

Diferentemente de Fahl et al. (1998), que não verificaram significância entre os teores de cálcio entre cultivares de *Coffea arabica* autoenxertados e pés-francos, o porta-enxerto Apoatã IAC3599-2A apresentou maior média de absorção do macronutriente cálcio quando em pé-franco em relação à autoenxertia.

Pela Tabela 6 pode-se observar a diferença entre os tratamentos Apoatã IAC3598-3B autoenxertado e pé-franco, demonstrando que a técnica da enxertia melhorou seu desenvolvimento, resultado diferente de Ferreira et al. (2010), onde não encontraram diferença entre o Apoatã autoenxertado e pé-franco.

Tabela 6 Desdobramento da interação tipos de muda dentro de cultivares/clones para eficiência de absorção dos macronutrientes (g.kg⁻¹). UFLA, 2011

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
Oeiras						
Autoenxertado	293 a	18.2 a	139 a	56.9 a	18.3 a	15.6 a
Pé-franco	267 a	18.7 a	157 a	65.5 a	20.6 a	15.6 a
Palma II						
Autoenxertado	263 a	21.5 a	158 a	69.3 a	19.8 a	14.4 a
Pé-franco	270 a	20.8 a	168 a	62.4 a	18.9 a	15.3 a
Apoatã IAC3598-3B						
Autoenxertado	330 a	25.5 a	189 a	111.3 a	35.4 a	24.0 a
Pé-franco	244 b	18.9 b	143 b	82.3 b	22.6 b	15.8 b
Apoatã IAC3597-1A						
Autoenxertado	244 a	21.5 a	157 a	85.4a	25.1 a	17.6 a
Pé-franco	211 a	21.6 a	143 a	73.3 a	19.8 a	15.0 a
Apoatã IAC3599-2A						
Autoenxertado	289 a	28.0 a	147 a	82.9 b	27.2 a	14.8 a
Pé-franco	302 a	25.1 a	166 a	103.2 a	28.3 a	16.8 a
Apoatã IAC3598-1A						
Autoenxertado	256 b	23.1 a	189 a	73.3 b	25.4 a	22.4 b
Pé-franco	324 a	26.7 a	207 a	97.6 a	31.1 a	28.7 a
Apoatã IAC3597-9B						
Autoenxertado	260 a	21.4 a	188 a	66 a	23.2 a	26.2 a
Pé-franco	245 a	16.8 a	155 b	54 a	19.7 a	22.1 a

As médias seguidas de mesma letra na vertical não se diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

A interação entre os clones de *Coffea canephora* e as cultivares de *Coffea arabica* foi não significativa para os macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre, como pode ser observado na Tabela 5. Apesar do Teste de F não ter detectado significância para a absorção desses nutrientes, quando se procedeu ao teste de Tukey, foi verificada significância (Tabela 7).

A cultivar Oeiras obteve as maiores médias de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre quando enxertada sobre os porta-enxertos Apoatã IAC3597-1A e Apoatã IAC3597-9B. A cultivar Palma II apresentou maior resposta para absorção de nitrogênio quando enxertada sobre o clone Apoatã IAC3597-1A, obtendo a menor média quando enxertadas nos porta-enxertos Apoatã IAC3598-3B e Apoatã IAC3598-1A. Tomaz et al. (2008) estudando diversas combinações de enxertos de *Coffea arabica* e porta-enxerto *Coffea canephora* observaram uma diminuição nos teores de absorção de potássio para todas as combinações com a cultivar Oeiras.

Para o nutriente cálcio o porta-enxerto Apoatã IAC3597-1A promoveu maior eficiência de absorção nas duas cultivares de arabica Oeiras e Palma II. Os resultados diferem dos encontrados por Tomaz et al. (2008) que não observaram diferença entre a combinação da cultivar Oeiras e diversos porta-enxertos.

Para a cultivar Palma II a combinação com o porta-enxerto Apoatã IAC3597-9B foi a de maior média de absorção do nutriente enxofre, coincidindo em parte com trabalho de Tomaz et al. (2008), que verificaram diferenças nas combinações de diferentes porta-enxertos com a cultivar Oeiras e com os híbridos H419 e H 514, porém não verificaram diferenças para cultivar Catuai IAC15.

As combinações das duas cultivares de *coffea arabica* com os clones Apoatã IAC3597-1A e Apoatã IAC3597-9B apresentaram maiores médias de absorção para todos os nutrientes, essa maior absorção confirma o maior

desenvolvimento dessas combinações que apresentaram maior número de nós no ramo ortotrópico, maior aérea foliar e massa seca da parte aérea (Tabela 4).

Tabela 7 Desdobramento da interação clones de *Coffea canephora* dentro de cultivares de *Coffea arabica* para eficiência de absorção dos macronutrientes (g.kg⁻¹). UFPA, 2011

Cultivares/ Clones	N		P		K		Ca		Mg		S	
	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II
Apoatã IAC3598-3B	195 b	198 c	18.3 c	22.8 b	133 bc	133 b	65.9 b	63.7 b	20.5 a	25.2 a	18.1 b	17.8 b
Apoatã IAC3597-1A	272 a	349 a	28.0 a	35.1 a	178 ab	218 a	94.5 a	134.2 a	28.2 a	31.3 a	21.6 ab	21.4 b
Apoatã IAC3599-2A	196 b	231 bc	25.9 ab	23.1 b	127 c	152 b	69.3 b	74.3 b	24.6 a	26.1 a	15.9 b	22.0 b
Apoatã IAC3598-1A	188 b	222 c	18.9 bc	25.9 b	124 c	169 b	61.6 b	53.8 b	21.7 a	22.2 a	16.7 b	23.8 b
Apoatã IAC3597-9B	263 a	284 b	27.0 a	35.8 a	183 a	236 a	62.6 b	79.7 b	23.1 a	26.6 a	25.3 a	31.6 a

As médias seguidas de mesma letra na vertical não se diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

4.3 Translocação radicular dos macronutrientes

Tabela 8 Resumo da análise de variância para eficiência de translocação dos macronutrientes para cultivares/clones, tipos de muda, interação cultivares/clones versus tipos de muda, clones *Coffea canephora*, cultivares de *Coffea arabica* e a interação *Coffea canephora* e *Coffea arabica*. UFLA, 2011

Tratamentos	QM						
	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
Cultivares/Clones(C)	6	75.78*	22.34*	12.70*	3.78 ^{NS}	241.43*	104.61*
Tipos de muda(T)	1	1.48 ^{NS}	2.68 ^{NS}	0.82 ^{NS}	0.77 ^{NS}	38.33*	1.18 ^{NS}
C:T	6	14.08*	16.21*	9.72*	2.97 ^{NS}	23.89*	45.28*
Canephora(Ca)	4	11.59*	26.31*	60.76*	5.23 ^{NS}	261.75*	92.56*
Arabica(Ar)	1	15.57 ^{NS}	46.44*	38.77*	5.01 ^{NS}	142.05*	44.50*
Ca:Ar	4	3.88 ^{NS}	12.69 ^{NS}	11.90*	2.43 ^{NS}	40.28*	92.50*
Bloco	1	1.47	4.83	1.88*	0.06	47.43	0.13
Erro	23	3.97	5.56	3.00	2.65	7.40	6.11
CV (%)		2.36	2.79	2.07	1.72	4.06	4.29

* Significativo a 5% de probabilidade

^{NS} Não significativo

Observa-se na Tabela 8 a significância da interação cultivares/clones versus tipos de muda para quase todos os macronutrientes menos o cálcio. Na interação *coffea canephora* versus *coffea arabica* houve significância para os nutrientes potássio, magnésio e enxofre.

No desdobramento tipos de muda dentro de cultivares/clones (Tabela 9), observa-se que houve diferença significativa na eficiência de translocação em pelo menos um macronutriente para todos os tratamentos, com exceção do clone Apatã IAC3597-9B em que apresentou o mesmo comportamento para os dois tipos de mudas.

Observa-se pela Tabela 9 que a muda pé-franco se mostrou com maior eficiência na translocação de macronutrientes para a cultivar Palma II em relação ao enxofre, os clones Apatã IAC3598-3B e Apatã IAC3599-2A em relação ao magnésio e o clone Apatã IAC3598-1A também se mostrou mais eficiente na translocação de fósforo.

Dias (2006) encontrou resultados semelhantes da muda pé-franco em relação à eficiência de translocação de macronutrientes quando comparadas às mudas autoenxertadas. O autor trabalhou com cortes anatômicos de caules de cafeeiros enxertados, e encontrou um grande desenvolvimento de parênquima cortical, e segundo o mesmo, o desenvolvimento deste calo pode influenciar negativamente a translocação de água e nutrientes do porta-enxerto para o enxerto.

Fahl, Carreli e Alfonsi (2003), estudando o efeito da enxertia de *coffea arabica* em *coffea 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 *Coffea arabica* Obatã em relação às mudas de pé-franco, o que talvez explique o fato das mudas enxertadas terem apresentado os maiores valores de eficiência de translocação da maioria dos nutrientes.

Novamente o clone Apoatã IAC3598-3B apresentou maiores valores quando autoenxertado, resultados coincidentes com os de desenvolvimento (Tabela 3) e de eficiência de absorção (Tabela 6).

Tabela 9 Desdobramento da interação tipos de muda dentro de cultivares/clones para eficiência de translocação dos macronutrientes (g.kg⁻¹). UFPA, 2011

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
Oeiras						
Autoenxertado	80.2 a	83.2 a	83.4 a	94.6 a	73.9 a	62.2 a
Pé-franco	75.8 b	85.9 a	85.2 a	93.0 a	75.3 a	65.4 a
Palma II						
Autoenxertado	77.5 a	83.9 a	83.3 a	96.5 a	82.8 a	58.9 b
Pé-franco	78.4 a	85.4 a	86.0 a	95.0 a	77.4 a	66.6 a
Apoatã IAC3598-3B						
Autoenxertado	90.8 a	81.5 a	85.2 a	93.2 a	57.6 b	65.7 a
Pé-franco	84.8 b	82.7 a	81.2 b	94.0 a	64.3 a	53.5 b
Apoatã IAC3597-1A						
Autoenxertado	85.5 a	84.0 a	85.1 a	94.3 a	65.0 a	54.5 a
Pé-franco	83.5 a	77.7 b	80.7 b	92.6 a	67.6 a	51.6 a
Apoatã IAC3599-2A						
Autoenxertado	84.8 a	86 a	81.2 a	95.4 a	54.5 b	49.2 a
Pé-franco	88.8 a	85 a	84.2 a	95.4 a	63.8 a	52.8 a
Apoatã IAC3598-1A						
Autoenxertado	86.1 a	81.5 b	85.6 a	94.0 a	73.7 a	60.8 a
Pé-franco	88.6 a	88.4 a	86.3 a	97.0 a	76.8 a	63.4 a
Apoatã IAC3597-9B						
Autoenxertado	85.8 a	79.7 a	88.7 a	95.2 a	70.7 a	57.5 a
Pé-franco	87.5 a	79.0 a	86.5 a	94.0 a	69.3 a	52.6 a

As médias seguidas de mesma letra na vertical não se diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

No desdobramento da interação de clones de *Coffea canephora* dentro de cultivares de *Coffea arabica* para eficiência de translocação de macronutrientes (Tabela 10) observa-se que não houve diferença significativa na combinação de clones e cultivares para a translocação de nitrogênio, fósforo e cálcio. Esse resultado mostra que a translocação desses nutrientes é independente da combinação entre porta-enxerto e enxerto.

Contudo nota-se através da Tabela 10 que houve diferença significativa na combinação entre porta-enxerto e enxerto na eficiência de translocação de potássio, magnésio e enxofre. Houve maior eficiência de absorção do potássio nas combinações Apoatã IAC3597-1A/Oeiras e Palma II e Apoatã IAC3597-9B/Oeiras e Palma II.

Ao comparar os resultados de translocação de potássio e matéria seca da parte aérea e raiz, verificou-se que para as combinações de maior translocação de potássio houve paridade dos resultados, ou seja, maiores valores significativos da translocação acarretaram aumento da matéria seca da raiz e da parte aérea.

Com relação à eficiência de absorção de potássio, verifica-se que as combinações mais eficientes em absorver esse nutriente converteram em maiores produções de matéria seca (Tabela 4). Isso aconteceu, provavelmente, pelo fato do sistema radicular desses clones (Apoatã IAC3597-1A e Apoatã IAC3597-9B) ter suplantado o do pé-franco, resultando em maior taxa de absorção de potássio por unidade de matéria radicular. Ainda na Tabela 10, observa-se que houve aumento na eficiência de translocação de magnésio nas combinações Apoatã IAC3598-1A/Oeiras, Apoatã IAC3597-9B/Oeiras e Palma II e Apoatã IAC3597-1A/Palma II.

Observou-se também que entre as quatro combinações com produção de matéria seca aumentada houve aumento da utilização de magnésio. Esse

resultado pode ser atribuído à maior eficiência metabólica destas plantas, pois maior quantidade de matéria seca foi produzida por unidade de Mg absorvido.

Para o nutriente enxofre, ocorreu uma diferença entre o porta-enxerto que ofereceu maior eficiência de translocação para a cultivar Oeiras e a cultivar Palma II, sendo o clone Aboatã IAC3598-1A mais eficiente quando enxertado com Oeiras e o Aboatã IAC3597-3B quando enxertado com Palma II.

Tabela 10 Desdobramento da interação clones de *Coffea canephora* dentro de cultivares de *Coffea arabica* para eficiência de translocação dos macronutrientes (g.kg⁻¹). UFLA, 2011

Cultivares/ Clones	N		P		K		Ca		Mg		S	
	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II						
Apoatã IAC3598-3B	82.7 a	82.8 a	84.8 a	83.0 a	78.6 b	80.8 b	92.4 a	93.6 a	57.2 bc	53.8 b	55.7 b	57.2 b
Apoatã IAC3597-1A	84.2 a	87.0 a	84.5 a	89.0 a	84.7 a	85.6 ab	94.5 a	95.9 a	62.0 b	73.5 a	67.4 a	54.6 b
Apoatã IAC3599-2A	82.0 a	85.6 a	84.6 a	87.5 a	79.5 b	81.5 b	94.5 a	92.8 a	49.3 c	59.8 b	44.0 c	56.0 b
Apoatã IAC3598-1A	84.1 a	83.3 a	83.7 a	89.9 a	77.0 b	85.8 ab	92.9 a	94.9 a	64.8 ab	71.7 a	51.6 b	58.1 b
Apoatã IAC3597-9B	85.5 a	88.5 a	88.9 a	92.2 a	89.0 a	89.1 a	94.7 a	96.8 a	71.7 a	72.9 a	57.9 b	65.7 a

As médias seguidas de mesma letra na vertical não se diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

4.3 Eficiência de uso dos macronutrientes

Tabela 11 Resumo da análise de variância para eficiência de uso dos macronutrientes para cultivares/clones, tipos de muda, interação cultivares/clones versus tipos de muda, clones *Coffea canephora*, cultivares de *Coffea arabica* e a interação *Coffea canephora* e *Coffea arabica*. UFLA, 2011

Tratamentos	GL	N	P	QM			
				K	Ca	Mg	S
Cultivares/Clones(C)	6	0.02*	2.98*	0.10*	0.05 ^{NS}	0.59 ^{NS}	13.34*
Tipos de muda(T)	1	0.00 ^{NS}	0.25 ^{NS}	0.00 ^{NS}	0.01 ^{NS}	1.28 ^{NS}	0.84 ^{NS}
C:T	6	0.03*	3.82*	0.06*	0.24*	1.93 ^{NS}	3.71*
Canephora(Ca)	4	0.01 ^{NS}	0.61 ^{NS}	0.05*	0.16 ^{NS}	2.26 ^{NS}	7.20*
Arabica(Ar)	1	0.00 ^{NS}	0.71 ^{NS}	0.02 ^{NS}	0.03 ^{NS}	0.04 ^{NS}	0.38 ^{NS}
Ca:Ar	4	0.00 ^{NS}	0.90 ^{NS}	0.00 ^{NS}	0.09 ^{NS}	0.91 ^{NS}	0.48 ^{NS}
Bloco	1	0.03	2.77	0.04	0.36	5.58	7.26
Erro	23	0.01	0.83	0.01	0.08	1.05	0.85
CV (%)		19.7	16.3	15.0	15.9	19.1	13.6

* , Significativo a 5% de probabilidade

^{NS} , Não significativo

Observa-se na Tabela 11 que não houve significância para interação cultivares/clones versus tipos de muda apenas para o nutriente magnésio. Não houve significância na interação *coffea canephora* versus *coffea arabica* para nenhum dos macronutrientes.

Analisando a eficiência de uso dos macronutrientes, apresentada na Tabela 12, verifica-se que dentre as cultivares de *Coffea arabica* estudadas, apenas a cultivar Palma II apresentou menor eficiência no uso de alguns macronutrientes quando autoenxertada. Entre os clones de *Coffea canephora*, o Apatã IAC 3598-3B apresentou superioridade na eficiência de uso dos macronutrientes, indicando efeito benéfico da enxertia para esta característica nesse clone, já o clone Apatã IAC 3599-2A apresentou menor eficiência no uso do enxofre quando autoenxertado. A eficiência de uso do nitrogênio não foi alterada pela enxertia na maioria das cultivares, sendo que apenas o clone Apatã IAC 3598-3B foi influenciado positivamente, resultados estes não

coincidentes com os encontrados por Fahl et al. (1998), que não detectaram diferenças nos teores foliares de nitrogênio nos diferentes tipos de mudas utilizados.

A cultivar Palma II apresentou redução na eficiência de uso dos nutrientes fósforo, cálcio e enxofre quando submetida ao processo de enxertia, resultados estes não coincidentes com os encontrados por Ferreira et al. (2010), onde esta cultivar apresentou comportamento semelhante nos diferentes tipos de muda para todos os nutrientes estudados.

Dentre os clones estudados, apenas o Apatã IAC 3598-3B apresentou comportamento favorável ao uso da enxertia, uma vez que todos os nutrientes estudados tiveram sua eficiência de uso elevada com o uso da autoenxertia. Os demais clones não sofreram nenhum tipo de influência sobre a eficiência de utilização dos macronutrientes, indicando a possibilidade de todos serem utilizados na produção de mudas de cafeeiros enxertadas, corroborando os dados encontrados por Ferreira et al. (2010), onde concluíram que o clone Apatã IAC 2258 pode ser utilizado como porta enxerto, uma vez que a técnica da enxertia não prejudicou sua eficiência.

Esses resultados se confirmam quando observamos as eficiências de absorção e translocação e também o desenvolvimento vegetativo do clone Apatã IAC 3598-3B que se apresentou superior em todas as características estudadas.

Tabela 12 Desdobramento da interação tipos de muda dentro de cultivares/clones para eficiência de uso dos macronutrientes (g.kg⁻¹). UFLA, 2011

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
Oeiras						
Autoenxertado	0.325 a	5.20 a	0.67 a	1.61 a	5.10 a	5.89 a
Pé-franco	0.450 a	6.48 a	0.77 a	1.83 a	5.85 a	7.67 a
Palma II						
Autoenxertado	0.38 a	4.57 b	0.625 a	1.39 b	5.04 a	6.73 b
Pé-franco	0.50 a	6.52 a	0.805 a	2.18 a	7.16 a	8.86 a
Apoatã IAC3598-3B						
Autoenxertado	0.750 a	9.57 a	1.305 a	2.20 a	6.90 a	10.20 a
Pé-franco	0.485 b	6.47 b	0.805 b	1.44 b	5.28 a	7.22 b
Apoatã IAC3597-1A						
Autoenxertado	0.555 a	6.29 a	0.855 a	1.59 a	5.37 a	7.64 a
Pé-franco	0.495 a	4.82 a	0.730 a	1.43 a	5.24 a	6.92 a
Apoatã IAC3599-2A						
Autoenxertado	0.470 a	5.38 a	0.915 a	1.64 a	6.67 a	9.09 b
Pé-franco	0.625 a	6.80 a	1.135 a	1.86 a	5.03 a	11.22 a
Apoatã IAC3598-1A						
Autoenxertado	0.475 a	5.28 a	0.725 a	1.68 a	4.80 a	5.52 a
Pé-franco	0.580 a	7.16 a	0.845 a	1.90 a	6.02 a	6.42 a
Apoatã IAC3597-9B						
Autoenxertado	0.500 a	6.08 a	0.69 a	1.97 a	5.64 a	4.96 a
Pé-franco	0.375 a	5.45 a	0.59 a	1.68 a	4.65 a	4.13 a

As médias seguidas de mesma letra na vertical não se diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

4.4 Eficiência de absorção dos micronutrientes

Tabela 13 Resumo da análise de variância para eficiência de absorção dos micronutrientes para cultivares/clones, tipos de muda, interação cultivares/clones versus tipos de muda, clones *Coffea canephora*, cultivares de *Coffea arabica* e a interação *Coffea canephora* e *Coffea arabica*. UFLA, 2011

Tratamentos	QM					
	GL	B	Zn	Fe	Cu	Mn
Cultivares/Clones(C)	6	0.01*	0.00*	0.27*	0.00 ^{NS}	0.14*
Tipos de muda(T)	1	0.00 ^{NS}	0.00 ^{NS}	0.07 ^{NS}	0.00 ^{NS}	0.03 ^{NS}
C:T	6	0.00*	0.00*	0.10*	0.00 ^{NS}	0.07 ^{NS}
Canephora(Ca)	4	0.02*	0.00*	0.18*	0.00 ^{NS}	0.11*
Arabica(Ar)	1	0.02*	0.00 ^{NS}	0.09*	0.00 ^{NS}	0.06 ^{NS}
Ca:Ar	4	0.01*	0.00 ^{NS}	0.05*	0.00 ^{NS}	0.10*
Bloco	1	0.00	0.00	0.23	0.00	0.01
Erro	23	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03
CV (%)		11.1	13.6	7.3	64.5	17.6

* Significativo a 5% de probabilidade

^{NS} Não significativo

Os micronutrientes boro, zinco e ferro foram significativos na interação cultivares/clones versus tipos de muda, na interação *coffea canephora* versus *coffea arabica* os nutrientes boro, ferro e manganês apresentaram significância.

Para o micronutriente boro os porta-enxertos Apoatã IAC3598-3B e Apoatã IAC3597-1A obtiveram a maior média de absorção quando autoenxertados em relação ao pé-franco, resultado diferente do porta-enxerto Apoatã IAC3599-2A, que apresentou pé-franco com maior média em relação a autoenxertia. Fahl et al. (1998) não encontraram significância entre cultivares de *Coffea arabica* autoenxertada e pé-franco para absorção do boro.

A cultivar Palma II e o porta enxerto Apoatã IAC3598-1A apresentaram maiores média de absorção de zinco quando em pé-franco em relação a muda autoenxertada, resultado diferente do encontrado no Apoatã IAC3598-3B que apresentou média superior quando autoenxertado em relação ao pé-franco, diferentemente de Tomaz (2001) que não verificou significância entre

autoenxertia e pés-francos para cultivares de *Coffea arabica* em relação a esse micronutriente.

Para o micronutriente ferro, o porta-enxerto Apatã IAC3597-1A apresentou maior média de absorção quando em pé-franco em relação a muda autoenxertada, demonstrando efeito negativo da enxertia para esse porta-enxerto.

Estudando os micronutrientes, novamente o clone Apatã IAC3598-3B se destacou na autoenxertia, mesmo nos micronutrientes onde não se verificou significância, uma vez que quando autoenxertado obteve média superior à média das plantas em pé-franco.

Tabela 14 Desdobramento da interação tipos de muda dentro de cultivares/clones para eficiência de absorção dos micronutrientes (mg.kg^{-1}). UFLA, 2011

Tratamentos	B	Zn	Fe	Cu	Mn
Oeiras					
Autoenxertado	0.215 a	0.09 a	1.83 a	0.015 a	0.91 a
Pé-franco	0.235 a	0.08 a	1.62 a	0.020 a	0.94 a
Palma II					
Autoenxertado	0.20 a	0.065 b	1.28 a	0.02 a	0.99 a
Pé-franco	0.25 a	0.120 a	1.53 a	0.02 a	0.91 a
Apoatã IAC3598-3B					
Autoenxertado	0.295 a	0.20 a	2.23 a	0.020 a	1.38 a
Pé-franco	0.200 b	0.14 b	2.18 a	0.015 a	1.11 a
Apoatã IAC3597-1A					
Autoenxertado	0.290 a	0.145 a	1.17 b	0.020 a	0.590 a
Pé-franco	0.225 b	0.140 a	1.92 a	0.015 a	0.925 a
Apoatã IAC3599-2A					
Autoenxertado	0.315 b	0.115 a	1.90 a	0.03 a	1.38 a
Pé-franco	0.420 a	0.135 a	1.96 a	0.05 a	1.18 a
Apoatã IAC3598-1A					
Autoenxertado	0.260 a	0.115 b	1.77 a	0.02 a	1.03 a
Pé-franco	0.285 a	0.150 a	1.64 a	0.04 a	1.25 a
Apoatã IAC3597-9B					
Autoenxertado	0.235 a	0.10 a	1.73 a	0.025 a	1.195 a
Pé-franco	0.245 a	0.08 a	1.75 a	0.015 a	0.995 a

As médias seguidas de mesma letra na vertical não se diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

Na Tabela 15 é apresentado o desdobramento da interação clones de *Coffea canephora* dentro de cultivares de *Coffea arabica* para eficiência de absorção dos micronutrientes.

A cultivar Oeiras, quando enxertada sobre o clone Apoatã IAC3597-9B obteve maior média de absorção para o micronutriente boro, tendo as demais combinações apresentado as menores médias e sendo iguais entre si. Os porta-enxertos Apoatã IAC3597-9B e Apoatã IAC3597-1A combinados com a cultivar Palma II obtiveram a maior média de absorção enquanto que a combinação com o porta-enxerto Apoatã IAC3598-3B apresentou a menor média.

Para o micronutriente ferro a combinação do porta-enxerto Apoatã IAC3597-1A com Oeiras apresentou a maior média de absorção e as combinações com os porta-enxertos Apoatã IAC3598-3B e Apoatã IAC3597-9B as menores médias. A combinação porta-enxerto Apoatã IAC3599-2A com Palma II obteve maior média na absorção do ferro, e as combinações com Apoatã IAC3598-1A e Apoatã IAC3597-9B as menores médias, resultado diferente de Fahl et al. (1998), que não encontraram diferença entre as combinações para teores de ferro.

Não houve diferença para as combinações com a cultivar Oeiras para absorção do micronutriente manganês, para a cultivar Palma II a combinação com o porta-enxerto Apoatã IAC3597-1A apresentou maior média de absorção, sendo superior às demais que não se diferem entre si.

Novamente como se destacam os clones Apoatã IAC3597-1A e Apoatã IAC3597-9B, que se apresentaram com maiores médias nas combinações com as duas cultivares de arábica. Resultados também observados quando foram estudados os macronutrientes.

Tabela 15 Desdobramento da interação clones de *Coffea canephora* dentro de cultivares de *Coffea arabica* para eficiência de absorção dos micronutrientes (mg.kg⁻¹). UFLA, 2011

Cultivares/ Clones	B		Zn		Fe		Cu		Mn	
	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II
Apoatã IAC3598-3B	0.210 b	0.175 c	0.125 a	0.150 a	1.40 c	1.86 ab	0.020 a	0.020 a	0.870 a	0.995 b
Apoatã IAC3597-1A	0.240 b	0.415 a	0.145 a	0.150 a	2.04 a	1.92 ab	0.025 a	0.025 a	0.925 a	1.505 a
Apoatã IAC3599-2A	0.225 b	0.295 b	0.115 a	0.115 a	1.86 ab	2.02 a	0.020 a	0.045 a	1.020 a	1.060 b
Apoatã IAC3598-1A	0.215 b	0.230 bc	0.100 a	0.105 a	1.62 bc	1.60 b	0.020 a	0.015 a	0.950 a	0.625 b
Apoatã IAC3597-9B	0.320 a	0.415 a	0.100 a	0.110 a	1.40 c	1.62 b	0.015 a	0.020 a	0.805 a	0.945 b

As médias seguidas de mesma letra na vertical não se diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

4.5 Eficiência de translocação dos micronutrientes

Tabela 16 Resumo da análise de variância para eficiência de translocação dos micronutrientes para cultivares/clones, tipos de muda, interação cultivares/clones versus tipos de muda, clones *Coffea canephora*, cultivares de *Coffea arabica* e a interação *Coffea canephora* e *Coffea arabica*. UFLA, 2011

Tratamentos	QM					
	GL	B	Zn	Fe	Cu	Mn
Cultivares/Clones(C)	6	15.92*	327.58*	140.51*	613.22*	2077.45*
Tipos de muda(T)	1	0.24 ^{NS}	27.47 ^{NS}	64.41*	525.56*	51.50*
C:T	6	12.62*	89.61*	192.14*	222.40*	163.93*
Canephora(Ca)	4	28.32*	36.79*	344.61*	516.25*	469.00*
Arabica(Ar)	1	30.84*	92.69*	36.45*	321.69*	118.63*
Ca:Ar	4	36.54*	135.82*	311.10*	413.27*	94.19*
Bloco	1	7.81	1.65	41.43	15.78	6.19
Erro	23	4.13	8.52	4.33	10.25	8.79
CV (%)		2.38	4.17	6.72	6.39	6.95

* Significativo a 5% de probabilidade

^{NS}, Não significativo

Houve significância para todos os micronutrientes para as interações, cultivares/clones versus tipos de muda e *coffea canephora* versus *coffea arabica*.

É importante destacar os clones Apoatã IAC3598-3B e Apoatã IAC3597-1A que apresentaram maior eficiência na translocação de macronutrientes e micronutrientes quando os mesmos foram submetidos ao processo de enxertia (Tabelas 9 e 17). Esse resultado é importante na escolha de porta-enxertos, visto que o processo de enxertia favoreceu a translocação de nutrientes.

Analisando a translocação de micronutrientes (Tabela 17), destaque especial deve ser dado ao clone Apoatã IAC3597-1A, pois quando submetido ao processo de enxertia o mesmo apresentou maior eficiência na translocação para quase todos micronutrientes, exceto o cobre.

Esse resultado é interessante, visto que o cafeeiro responde bem em produtividade quando bem suprido em micronutrientes, principalmente para boro e zinco.

A maior translocação de zinco e boro apresentada pelo clone Apoatã IAC3597-1A evidencia o potencial deste clone para cultivo em solos com baixo teor desses nutrientes, visto que essa condição é comum nos solos de cerrado.

Fahl et al. (1998) não encontraram diferenças nos teores foliares de boro entre os diferentes tipos de mudas que trabalharam, indicando que a absorção e translocação foram iguais nas mudas de pé-franco, autoenxertadas e enxertadas.

Sabe-se que os nutrientes nitrogênio e potássio são de grande importância para um bom desenvolvimento do cafeeiro. Com isso, vale destacar o clone Apoatã IAC3598-3B que apresentou uma boa eficiência na translocação desses nutrientes (Tabela 9).

Ao estudar a eficiência nutricional quanto ao nitrogênio e potássio em *Coffea arabica*, Pereira (1999) verificou que os maiores índices de eficiência apresentados pela progênie UFV 2983, proporcionaram à planta uma maior capacidade produtiva de grãos.

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 (k_m), concentração mínima (C_{min}) e modificações na rizosfera.

Tabela 17 Desdobramento da interação tipos de muda dentro de cultivares/clones para eficiência de translocação dos micronutrientes (mg.kg⁻¹). UFLA, 2011

Tratamentos	B	Zn	Fe	Cu	Mn
Oeiras					
Autoenxertado	83.3 a	76.3 a	24.1 a	57.1 a	72.9 b
Pé-franco	83.8 a	74.4 a	23.8 a	48.1 b	83.7 a
Palma II					
Autoenxertado	85 a	66.9 b	30.9 a	52.1 a	83.6 a
Pé-franco	86 a	77.5 a	24.0 b	57.4 a	73.3 b
Apoatã IAC3598-3B					
Autoenxertado	83.3 a	80.7 a	26.6 a	62.4 a	41.7 a
Pé-franco	81.9 a	72.2 b	22.5 a	57.5 a	36.1 a
Apoatã IAC3597-1A					
Autoenxertado	91.2 a	71.4 a	55.3 a	49.6 a	49.9 a
Pé-franco	84.8 b	60.1 b	24.7 b	52.8 a	24.5 b
Apoatã IAC3599-2A					
Autoenxertado	87.1 a	74.7 a	24.2 b	46.8 b	37.1 b
Pé-franco	88.5 a	70.0 a	30.5 a	64.9 a	46.1 a
Apoatã IAC3598-1A					
Autoenxertado	84.9 a	67.9 b	28.0 b	50 b	36.3 b
Pé-franco	85.5 a	79.4 a	41.3 a	85 a	42.7 a
Apoatã IAC3597-9B					
Autoenxertado	82.3 b	55.3 a	25.6 a	21.1 b	19.0 a
Pé-franco	87.8 a	45.6 b	26.6 a	34.0 a	15.0 a

As médias seguidas de mesma letra na vertical não se diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

Na Tabela 18, onde há o desdobramento da interação de clones de *Coffea canephora* dentro de cultivares de *Coffea arabica* para eficiência de translocação de micronutrientes nota-se que houve diferença significativa na combinação de clones e cultivares para todos micronutrientes analisados. Esse resultado mostra que a combinação entre porta-enxerto (clones) e enxerto (Pama II e Oeiras) tem grande influência na translocação desses micronutrientes.

Destaque especial deve ser dado à combinação Apatã IAC3597-1A/Oeiras e Palma II em que houve aumento na eficiência de absorção para todos micronutrientes. A melhor eficiência de utilização de micronutrientes na combinação Apatã IAC3597-1A/Oeiras e Palma II pode ser devida a seu melhor emprego no metabolismo e crescimento, pois, observa-se também nessa combinação um aumento da produção de matéria seca.

Tanto os enxertos como os porta-enxertos utilizados neste trabalho possuem boas características de vigor. No entanto, é interessante ressaltar que as reduções observadas na eficiência nutricional de diversas combinações de enxertia podem ter ocorrido pela menor afinidade entre copa e porta-enxerto e também pela menor eficiência de absorção e utilização de outros nutrientes. Os efeitos dos porta-enxertos não são passíveis de serem detectados sem se considerar o sistema como um todo (copa/porta-enxerto), uma vez que existe ação recíproca entre as partes envolvidas (PAULETTO et al., 2001).

Tabela 18 Desdobramento da interação clones de *Coffea canephora* dentro de cultivares de *Coffea arabica* para eficiência de translocação dos micronutrientes (mg.kg^{-1}). UFLA, 2011

Cultivares/ Clones	B		Zn		Fe		Cu		Mn	
	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II	Oeiras	Palma II
Apoatã IAC3598-3B	85.6 ab	80.9 b	76.4 a	60.8 b	40.5 b	29.5 b	51.8 c	35.9 c	37.5 b	30.4 b
Apoatã IAC3597-1A	83.4 b	89.1 a	73.1 ab	78.8 a	60.0 a	33. b	62.5 a	62.4 a	65.5 a	45.1 a
Apoatã IAC3599-2A	79.9 b	90.9 a	66.9 bc	73.1 a	22.9 c	19.2 c	35.3 b	70.3 a	29.5 b	30.5 b
Apoatã IAC3598-1A	82.8 b	83.0 b	62.4 c	74.8 a	25.7 c	34.6 b	34.0 c	32.8 c	30.2 b	34.8 b
Apoatã IAC3597-9B	89.5 a	89.6 a	64.4c	77.3 a	25.1 c	44.1 a	28.6 c	50. b	30.5 b	28.0 b

As médias seguidas de mesma letra na vertical não se diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

4.6 Eficiência de uso dos micronutrientes

Tabela 19 Resumo da análise de variância para eficiência de uso dos micronutrientes para cultivares/clones, tipos de muda, interação cultivares/clones versus tipos de muda, clones *Coffea canephora*, cultivares de *Coffea arabica* e a interação *Coffea canephora* e *Coffea arabica*. UFLA, 2011

Tratamentos	QM					
	GL	B	Zn	Fe	Cu	Mn
Cultivares/Clones(C)	6	0.04 ^{NS}	0.16*	0.00 ^{NS}	15.44*	0.03 ^{NS}
Tipos de muda(T)	1	0.00 ^{NS}	0.02 ^{NS}	0.00 ^{NS}	4.89 ^{NS}	0.03 ^{NS}
C:T	6	0.02 ^{NS}	0.09 ^{NS}	0.00*	5.59*	0.03 ^{NS}
Canephora(Ca)	4	0.03 ^{NS}	0.18*	0.00 ^{NS}	5.40*	0.00 ^{NS}
Arabica(Ar)	1	0.01 ^{NS}	0.02 ^{NS}	0.00 ^{NS}	0.01 ^{NS}	0.00 ^{NS}
Ca:Ar	4	0.01 ^{NS}	0.03 ^{NS}	0.00 ^{NS}	3.53 ^{NS}	0.00 ^{NS}
Bloco	1	0.04	0.30	0.00	1.77	0.01
Erro	23	0.01	0.04	0.00	1.85	0.02
CV (%)		23.7	18.8	23.3	20.7	33.3

* Significativo a 5% de probabilidade

^{NS}, Não significativo

Analisando a eficiência de utilização dos nutrientes zinco e manganês, verifica-se que as plantas autoenxertadas apresentaram eficiência de uso igual às não enxertadas (Tabela 20).

À semelhança do que ocorreu para os macronutrientes, o clone Apoatã IAC 3598-3B, quando autoenxertado, apresentou superioridade na eficiência de uso dos nutrientes boro, ferro e cobre, enquanto os clones Apoatã IAC 3597-1A e Apoatã IAC 3598-1A tiveram sua eficiência no uso desses nutrientes reduzida. Dessa forma, o clone Apoatã IAC 3598-3B tem apresentado maior potencial para ser empregado na produção de mudas de cafeeiros enxertadas em relação aos demais clones estudados.

Tabela 20 Desdobramento da interação tipos de muda dentro de cultivares/clones para eficiência de uso dos micronutrientes (mg.kg⁻¹). UFLA, 2011

Tratamentos	B	Zn	Fe	Cu	Mn
Oeiras					
Autoenxertado	0.425 a	1.22 a	0.050 a	5.47 a	0.105 a
Pé-franco	0.505 a	1.56 a	0.075 a	6.83 a	0.135 a
Palma II					
Autoenxertado	0.495 a	1.54 a	0.080 a	5.12 a	0.10 a
Pé-franco	0.550 a	1.16 a	0.085 a	6.66 a	0.15 a
Apoatã IAC3598-3B					
Autoenxertado	0.83 a	1.22 a	0.11 a	13.7 a	0.165 b
Pé-franco	0.58 b	0.85 a	0.05 b	8.5 b	0.570 a
Apoatã IAC3597-1A					
Autoenxertado	0.47 a	0.905 a	0.055 b	6.3 a	0.235 a
Pé-franco	0.46 a	0.740 a	0.115 a	6.5 a	0.115 a
Apoatã IAC3599-2A					
Autoenxertado	0.450 a	1.21 a	0.075 a	7.08 a	0.095 a
Pé-franco	0.425 a	1.39 a	0.100 a	4.87 a	0.160 a
Apoatã IAC3598-1A					
Autoenxertado	0.495 a	1.04 a	0.070 b	6.42 a	0.12 a
Pé-franco	0.690 a	1.23 a	0.115 a	5.02 a	0.16 a
Apoatã IAC3597-9B					
Autoenxertado	0.555 a	1.34 a	0.08 a	5.67 a	0.115 a
Pé-franco	0.375 a	1.11 a	0.05 a	5.57 a	0.090 a

As médias seguidas de mesma letra na vertical não se diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maior translocação de zinco e boro apresentada pelo clone Apatã IAC3597-1A evidencia o potencial desse clone para cultivo em solos com baixo teor desses nutrientes, visto que essa condição é comum nos solos de cerrado.

De maneira geral, apenas o clone Apatã IAC 3599-2A apresentou desempenho insatisfatório quando autoenxertado, permitindo inferir que esse clone não possui aptidão para ser utilizado na produção de mudas de café enxertadas.

6 CONCLUSÕES

Nas condições do experimento pode-se concluir:

- a) o clone Apatã IAC3598-3B apresentou maiores médias de desenvolvimento, absorção, translocação e eficiência quando autoenxertado em relação ao pé-franco;
- b) os clones Apatã IAC3597-1A e Apatã IAC3597-3B quando enxertados nas cultivares Oeiras e Palma II apresentaram maiores médias de absorção, translocação e eficiência de uso dos nutrientes, promovendo um maior desenvolvimento vegetativo.

REFERÊNCIAS

- 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. 70 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1987.
- ALBUQUERQUE, T. C. S.; DECHEN, A. R. Absorção de macronutrientes por porta-enxertos e cultivares de videira em hidroponia. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 135-139, 2000.
- ALFONSI, E. L.; FAHL, J. L.; CARRELLI, M. L. C. Estudo fisiológico da parte aérea e do sistema radicular e nutrição mineral de quatro espécies de *Coffea* e um híbrido natural, visando conhecer seus potenciais para utilização como porta-enxerto. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA-Café, 2003. p. 68-69.
- ALVES, A. A. C. **Efeito da enxertia na nutrição mineral, no crescimento vegetativo, na fotossíntese e na redutase do nitrato em *Coffea arabica***. 1986. 61 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1986.
- BAPTISTA, J. Z. **Estudo do crescimento da parte aérea e do sistema radicular de cafeeiro**. 2000. 32 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.
- CAMERON, H. R. Effect of root or trunk stock on susceptibility of orchard trees to *Pseudomonas syringae*l. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 55, p. 421-423, 1971.
- CAMPOS, D. P. Situação atual do ataque de nematóides do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 230-233, ago. 1997. Suplemento.
- CAMPOS, V. P.; LIMA, R. D. Nematóides parasitas do cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEIRO, 1., 1986, Poços de Caldas. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 379-389.
- CARNEIRO, R. G.; ALTEIA, A. A. K. Seleção de cafeeiros (*Coffea canephora*) resistentes a raças de *Meloidogyne incognita*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16., 1992, Lavras. **Resumos...** Lavras: SBN, 1992. p. 61.

CARNEIRO, R. G.; ALTEIA, A. A. K.; BRITO, J. A. de. Levantamento da ocorrência e da frequência de espécies e raças fisiológicas de *Meloidogyne* no Nordeste do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 16., 1992, Lavras. **Resumos...** Lavras: SBN, 1992. p. 44.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Terceira estimativa de safra do café, setembro de 2010.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/90a470414b206e2314513e20522278aa.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2010.

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

CRUZ, M. C. et al. Ocorrência de nematóides em cafeeiros enxertados. **Revista Científica Eletrônica Agronomia**, Fortaleza, ano 2, n. 4, p. 12-14, dez. 2003.

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

DUNCAN, R. R.; BALIGAR, V. C. Genetics and physiological basis of nutrient uptake and use efficiency. In: _____. **Crops as enhancers of nutrient use.** New York: Academic, 1990. p. 189-215.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Screening crop genotypes for mineral stresses. In: WOSKSHOP ON PLANT TO SOIL STRESSES, 1., 1993, Lincoln. **Poceedings...** Lincoln: University of Nebraska, 1993. p. 142-159.

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

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 CAFEIIRAS, 29., 2003, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 2003. p. 347-348.

FAHL, J. I. et al. Enxertia de *Coffea arabica* sobre progênies de *Coffea canephora* e de *C. congensis* no crescimento, nutrição mineral e produção. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 2, p. 297-312, 1998.

FAZUOLI, L. C.; COSTA, W. M.; BORTOLETTO, N. Efeito do porta-enxerto LC2258 de *Coffea canephora*, resistente a *Meloidogyne incognita*, no desenvolvimento e produção iniciais de dois cultivares de *Coffea arabica*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10., 1983, Poços de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1983. p. 113-115.

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

FAZUOLI, L. C. et al. Melhoramento do cafeeiro visando resistência a nematóides: utilização de porta-enxertos resistentes. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 6., 1987, Piracicaba. **Anais...** São Paulo: AEASP, 1987. p. 171-180.

FERRARI, R. B. et al. Avaliação do desenvolvimento vegetativo de cafeeiros enxertados, em condições de campo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA-Café, 2001. p. 43-50.

FERREIRA, A. D. **Desenvolvimento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora* P.)**. 2008. 102 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

FERREIRA, A. D. et al. Absorção, translocação e eficiência de uso dos macronutrientes em cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados em Apoatã IA2258 (*Coffea canephora* P.). **Revista de Ciência e Tecnologia das Americas**, Caracas, v. 35, n. 11, p. 818-822, 2010.

FIGUEIREDO, F. C. et al. Efeito da enxertia em diferentes cultivares no desenvolvimento de mudas de cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p. 190-192.

FIGUEIREDO, F. C. et al. Translocação de nutrientes em mudas enxertadas de sete cultivares do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Resumos...** Brasília: EMBRAPA-Café, 2003. p. 79-80.

FIGUEIREDO JÚNIOR, W. P. **Plantio de mudas de café nas entrelinhas das lavouras adultas.** 1999. 44 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

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

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

_____. Avaliação do efeito da enxertia na produção do cafeeiro em diferentes cultivares plantados em solo sem nematóides: dados preliminares: 3ª colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 2004. p. 11-12.

GONÇALVES, W. Melhoramento do cafeeiro visando resistência a nematóides. In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, GENÉTICA E MELHORAMENTO DO CAFEIEIRO, 6., 1999, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1999. v. 1, p. 82-91.

_____. **Reações de cafeeiros (*Coffea* spp.) a *Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887 e a diferentes populações de *Meloidogyne incognita* Kofoid & White 1919) Chitwood, 1949.** 1993. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1993.

GONÇALVES, W. et al. Reações de cafeeiros às raças 1, 2 e 3 de *Meloidogyne incognita*. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 22, n. 2, p. 172-177, 1996.

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

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

GUILLAUMON, J. G. et al. Estudo do comportamento de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) com e sem enxertia na região de Ilha Solteira, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2001, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2001. p. 311-312.

GUIMARÃES, R. S. et al. Efeito da enxertia no desenvolvimento de mudas de cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 29., 2003, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 2003. p. 346.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagación de plantas: principios y practices**. México: Continental, 1990. 760 p.

LAUCHLI, A. Soil science in the next twenty five years: does a biotechnology play a role? **Soil Science of Society America Journal**, Madison, v. 51, n. 6, p. 1405-1409, June 1987.

LI, B.; MCKEAND, S. E.; ALLEN, H. L. Genetic variation in nitrogen use efficiency of loblolly pine seedlings. **Forest Science**, Bethesda, v. 37, n. 2, p. 613-626, 1991.

LIMA, M. M. A. et al. Estudo comparativo do ciclo de *Meloidogyne incognita*, raça 3, em Mundo Novo e Apatã. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC, 1989. p. 128-129.

LORDELLO, L. G. E. **Nematóides das plantas cultivadas**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1981. 314 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1995. 319 p.

MARTINEZ, H. E. P. et al. Comportamento de variedades de soja cultivadas sob diferentes níveis de fósforo: II., translocação do fósforo absorvido e eficiência nutricional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 239-244, abr./jun. 1993.

MATIELLO, J. B. et al. Produtividade em cafeeiros Catuaí enxertados sobre café Conillon em área livre de nematóides, na Zona da Mata de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 2001. p. 58-60.

_____. Resistência ao nematóide *Meloidogyne exigua* em novas seleções de cafeeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 29., 2003, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 2003. p. 30.

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

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

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

OLIVEIRA, A. L. et al. Desenvolvimentos de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) enxertados submetidos a diferentes níveis de reposição de água. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1291-1298, nov./dez. 2004.

OTOBONI, C. E. M. **Ocorrência de fitonematóides e identificação dos fenótipos isoenzimáticos de meloidogyne spp. parasitos do cafeeiro na Estação Experimental de Pindorama (IAC)**. 1994. 61 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.

PAULETTO, D. et al. Produção e vigor da videira ‘Niágara Rosada’ relacionados com o porta-enxerto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 115-121, jan. 2001.

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

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **The R project for statistical computing**. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 10 dez. 2008.

RADFORD, P. J. Growth analysis formulae: their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v. 7, n. 3, p. 171-175, 1967.

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

RAMOS, L. C. S.; LIMA, M. M. A.; CARVALHO, A. Crescimento do sistema radicular e da parte aérea em plantas jovens de cafeeiros. **Bragantia**, Campinas, v. 41, n. 1, p. 91-99, maio 1982.

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

SALGADO, S. M. L.; CAMPOS, V. P. **Semiologia do cafeeiro:** sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas. Lavras: UFLA, 2010. 168 p.

SALGADO, S. M. L.; REZENDE, J. C. **Café Arábica:** do plantio a colheita. Lavras: UFLA, 2010. v. 1, 804 p.

SALGADO, S. M. L.; RESENDE, M. L. V.; CAMPOS, V. P. Reprodução de *Meloidogyne exigua* em cultivares de cafeeiros resistentes e suscetíveis. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 413-415, jul./ago. 2005.

SANDS, R.; MULLIGAN, D. R. Water and nutrient dynamics and tree growth. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 30, n. 1, p. 91-111, Feb. 1990.

SIDDIQI, M. Y.; GLASS, A. D. M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v. 4, n. 3, p. 289-302, 1981.

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

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

SOUZA, C. A. S. et al. **Produção de mudas de cafeeiro enxertados**. Lavras: UFLA, 2002. 24 p.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 715 p.

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

THOMAZIELLO, R. A. et al. **Café Arábica: cultura e técnica de produção**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2000. 13 p.

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

TOMAZ, M. A. et al. Diferenças genéticas na eficiência de absorção, na translocação e na utilização de K, Ca e Mg em mudas enxertadas de cafeeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1540-1546, set. 2008.

_____. Efeito do porta-enxerto nas trocas gasosas, área foliar e superfície de raiz de mudas de *coffea arabica* L. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 53, n. 305, p. 93-98, jan./fev. 2006.

_____. Porta-enxertos afetando o desenvolvimento de mudas de *Coffea arabica* L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 570-575, maio/jun. 2005.

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

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

ZAGO, S. **Cultura de café (*Coffea arabica* L.) com princípios agroecológicos como opção para agricultura familiar na região de Penápoli/SP.** 2008. 214 p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2008.

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

ZULUAGA, A. P. **Consideraciones sobre afinidad de variedades viníferas com porta-enjertos americanos.** Mendoza: Faculdade de Ciências Agrárias, 1943. 34 p. (Boletín Técnico, 2).