

## EFICIÊNCIA DO PORTA-ENXERTO APOATÃ IAC 2258 (*Coffea canephora*) NA NUTRIÇÃO MINERAL DE CAFEIROS (*Coffea arabica* L.) SOB CULTIVO HIDROPÔNICO

André Dominghetti Ferreira<sup>2</sup>; Marcelo Frota Pinto<sup>3</sup>; Thamiris Bandoni Pereira<sup>3</sup>; Renato Fonseca de Paiva<sup>3</sup>; Ramiro Machado Rezende<sup>4</sup>; Noêmia Karen de Oliveira<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Apoio financeiro: Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D/Café e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG

<sup>2</sup>Doutorando do Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras – UFLA – agroadf@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Mestrando do Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras – UFLA – marcelopf@hotmail.com

<sup>4</sup>Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Lavras – UFLA – r.fpaiva@hotmail.com

<sup>5</sup>Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Lavras – UFLA – noemiakaren@ig.com.br

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

**Palavras-chave:** *Coffea arabica* L., *Coffea canephora*, enxertia, nutrição mineral

## EFFICIENCY OF ROOTSTOCK APOATÃ IAC 2258 (*Coffea canephora*) IN MINERAL NUTRITION OF COFFEE (*Coffea arabica* L.) UNDER HIDROPONIC CULTIVATION

**ABSTRACT:** The coffee is one of the most important agricultural activity for the Brazilian agribusiness, as it generates wealth and currencies for the country. This is a perennial crop, it is critical that the deployment of the crop is started with seedlings of quality, seeking wherever possible, cultivars resistant to pests and diseases. One of the issues related to the quality of seedlings is the possibility of the spread of nematode, which attack the roots of coffee, and the prevention how best to control them. However, in areas already infested there is a need to use nematicides, which are highly toxic to humans and the environment, manage organic matter and also use seedlings grafted on to these genetic materials tolerant nematodes. Thus, the objective of this study was to evaluate, in hydroponic culture, the efficiency of absorption, translocation and utilization of nutrients by different cultivars of *Coffea arabica* L. grafted on Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*). The experiment was conducted in a greenhouse of the Universidade Federal de Lavras, using the method of cultivation in nutrient solution. We used a factorial 7 x 3 + 2, with seven varieties of *C. arabica* L. (Palma II, Catucaí 2SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 and Paraíso MG H 419-1), three types of seedlings (free-standing, self-grafted and grafted on to cultivate Apoatã IAC 2258) and two additional (Apoatã self-grafted and Apoatã foot-free). With the data obtained it was possible to conclude in general that the rootstock used did not influence the absorption and translocation of nutrients in the coffee grown in hydroponic solution. As the efficiency of use of nutrients, it is inferior cultivar Topázio MG 1190, and the superiority of Palma II on the other, under hydroponic cultivation. In general, the cultivars that are best suited to grafting, when grown in hydroponics, were Palma II, Obatã and Oeiras.

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

## INTRODUÇÃO

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

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

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

Figueiredo et al. (2003) estudaram a translocação de nutrientes em sete cultivares de *C. arabica* L., enxertadas ou não no porta-enxerto Apoatã IAC 2258 e auto-enxertadas, mais o porta-enxerto pé franco Apoatã. Os autores concluíram que o porta-enxerto Apoatã IAC 2258 e a auto enxertia não exercem influência na translocação de magnésio para as cultivares Acaí IAC 474/19, Catuaí Amarelo IAC 62, Rubi MG 1192 e Topázio MG 1190. Para todas as cultivares analisadas a translocação de fósforo e cálcio não foi influenciada pelo porta-enxerto. Para a translocação de cálcio os resultados foram semelhantes nas mudas enxertadas, auto-enxertadas e pé franco. Dessa forma, acredita-se que além de conferir resistência aos fitonematóides, a utilização do porta-enxerto na cafeicultura pode melhorar a eficiência no uso de nutrientes, conferindo maior adaptabilidade às condições adversas de solo e áreas com precipitação pluviométrica limitada, devido a um sistema radicular mais desenvolvido e eficiente, aumentando com isso o potencial produtivo da planta enxertada.

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

## MATERIAL E MÉTODOS

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

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

As mudas foram cultivadas em solução nutritiva Hoagland & Arnon, (1950), com 20% da concentração recomendada, por um período de 30 dias para a adaptação. Após este período, as mudas foram transplantadas para os vasos definitivos, com capacidade volumétrica de dois litros.

Nos primeiros 30 dias após a fase de adaptação, a força iônica da solução nutritiva (concentração dos nutrientes) foi de 30%, do 31º ao 90º dia foi de 60%, e do 91º ao 150º foi de 90% da concentração dos nutrientes. A solução foi trocada a cada quinze dias, visando deixar as concentrações dos nutrientes próximas das ideais.

A avaliação do experimento foi realizada 150 dias após o transplante para os vasos, separando-se a planta em raízes, caule e folhas. O material colhido foi lavado com água destilada, seco em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até peso constante, pesado e triturado em moinho tipo Wiley. No extrato obtido, por digestão nitroperclórica do material vegetal foram determinados os teores de fósforo por colorimetria, de potássio por fotometria de chama, de enxofre por turbidimetria e de cálcio e de magnésio por espectrofotometria de absorção atômica. O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método semimicro Kjeldahl (Malavolta et al., 1997).

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

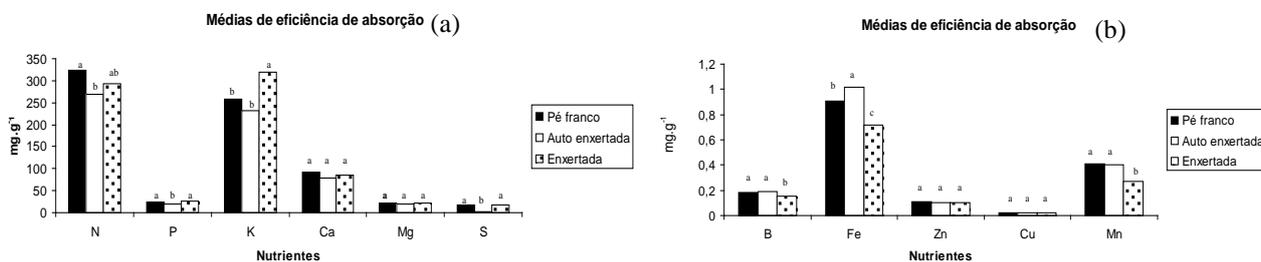
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

A eficiência de absorção de nitrogênio, fósforo e enxofre foi estatisticamente igual para as mudas de pé franco e enxertada, corroborando com Fahl et al. (1998) que trabalhando com enxertia de *C. arabica* sobre progênies de *C. canephora* e de *C. congensis* não verificou diferença nos teores foliares de nitrogênio e fósforo dos diferentes tipos de mudas. A redução na eficiência de absorção de enxofre também foi detectada por Tomaz et al. (2003) quando utilizaram

a progênie H 419-5-5-3 sobre o Apoatã IAC 2258, sendo esta redução da ordem de 22%, em relação ao tratamento pé franco.

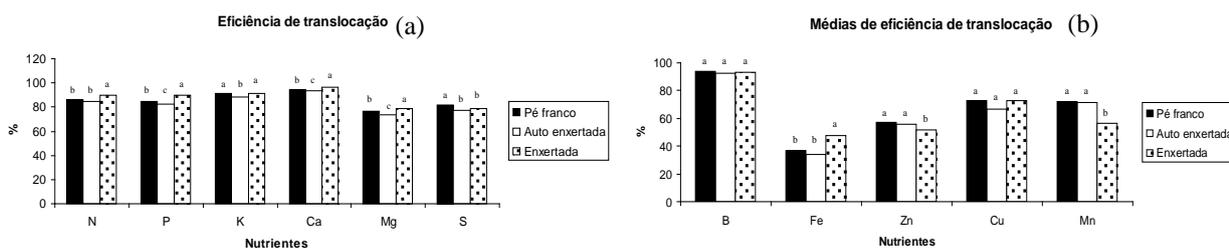
Para o nutriente potássio, as mudas enxertadas apresentaram um adicional de 24% na eficiência de absorção quando comparadas às mudas de pé franco, resultados estes coincidentes com os encontrados por Ferrari (2001), em que utilizando diferentes porta-enxertos encontrou maiores valores de absorção de potássio para os tratamentos com o Apoatã 2258 como porta-enxerto.



**Figura 01** – Médias de eficiência de absorção dos macronutrientes (a) e dos micronutrientes (b) pelos tipos de mudas. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

No entanto, para os micronutrientes (Figura 1b) a técnica da enxertia não provocou efeito negativo, pois nas mudas enxertadas houve semelhança ou superioridade em relação às de pé franco, porém, o porta-enxerto utilizado não apresentou boa eficiência para a absorção destes, uma vez que os tratamentos com mudas enxertadas apresentaram os menores valores; estes resultados coincidem, em parte, com os encontrados por Fahl et al. (1998), que encontraram menores teores foliares de ferro em cafeeiros enxertados em Apoatã IAC 2258, porém não encontraram diferenças significativas entre os teores foliares de boro. Os mesmos autores ainda observaram sensível redução dos teores de manganês em folhas de plantas de *C. arabica* L. (Catuaí IAC 81 e Mundo Novo IAC 515-20) enxertadas sobre *C. canephora* (Apoatã IAC 2258 e IAC 2286) e IAC Bangelan col. 5, em relação aos teores foliares das plantas não enxertadas. Esses autores ressaltam que a menor absorção de manganês pelas plantas enxertadas sobre *C. canephora* (Apoatã IAC 2258 e IAC 2286) e IAC Bangelan col. 5 deve-se provavelmente à seletividade do sistema radicular desses materiais em reduzir a absorção de manganês. Essa possibilidade baseia-se no fato da espécie *C. canephora* ser muito mais sensível à toxicidade desse elemento, apresentando níveis críticos de manganês nas folhas bem menores do que os de *C. arabica* (Willson, 1987).

A superioridade das mudas enxertadas na eficiência de translocação dos macronutrientes, com exceção do enxofre pode ser verificada na Figura 2(a). Fahl et al. (2003), estudando o efeito da enxertia de *C. arabica* em *C. canephora* detectaram maiores valores de fotossíntese líquida, condutância estomática e de transpiração por unidade estomática nas plantas enxertadas em relação às não enxertadas. Analisando a densidade de fluxo de seiva, mais uma vez o autor encontrou maiores valores para as mudas enxertadas, sendo 115% superior para a cultivar de *C. arabica* Obatã em relação às mudas de pé franco, o que talvez explica o fato das mudas enxertadas terem apresentado os maiores valores de eficiência de translocação da maioria dos nutrientes.



**Figura 02** – Médias de eficiência de translocação dos macronutrientes (a) e micronutrientes (b) nos tipos de mudas. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

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

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

A capacidade de produção de matéria seca pelo enxerto exerce influência sobre a eficiência de translocação do nutriente zinco, pois plantas da progênie H-514-5-5-3 combinadas com o porta-enxerto Mundo Novo IAC 376-4 que

apresentaram aumento de produção de matéria seca de 66% a mais em relação ao respectivo pé franco, foram também superiores na eficiência de translocação de zinco em relação ao pé franco (Tomaz et al., 2006).

Os resultados da translocação de manganês coincidem com os de Tomaz et al. (2006), que encontrou menor eficiência de translocação do nutriente em questão quando as plantas de *C. arabica* foram enxertadas no *C. canephora* Apoatã IAC 2258.

Analisando a eficiência de uso dos nutrientes, apresentada na tabela 1, verifica-se que as mudas enxertadas obtiveram eficiência de uso na maioria dos nutrientes igual ou inferior aos demais tipos de mudas, apresentando eficiência superior apenas em algumas cultivares para os nutrientes boro e manganês.

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

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

**Tabela 1** – Eficiência média do uso dos nutrientes no desdobramento de tipo de muda dentro de cultivar.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Zn	Cu	Mn
Palma II											
Pé-franco	0,66 a	10,05 a	0,73 a	2,36 a	8,83 a	13,39 a	0,51 a	0,09 a	0,85 a	4,60 a	0,20 b
Auto enxertada	0,66 a	10,42 a	0,77 a	2,30 a	9,26 a	13,22 a	0,54 a	0,08 b	0,84 a	5,10 a	0,20 b
Enxertada	0,83 a	8,24 a	0,69 a	2,63 a	10,41 a	13,91 a	0,54 a	0,13 a	0,94 a	5,50 a	0,30 a
Catucaí 2SL											
Pé-franco	0,48 a	6,95 ab	0,69 a	2,09 ab	7,36 a	11,43 a	0,33 a	0,07 a	0,61 b	4,19 ab	0,13 b
Auto enxertada	0,63 a	8,78 a	0,86 a	2,42 a	8,72 a	12,27 a	0,41 a	0,09 a	0,85 a	5,12 a	0,18 ab
Enxertada	0,45 a	5,45 b	0,50 b	1,77 b	6,87 a	7,62 b	0,36 a	0,07 a	0,56 b	2,89 b	0,23 a
Oeiras											
Pé-franco	0,65 a	7,73 a	0,84 a	1,94 a	8,98 a	11,84 a	0,45 b	0,09 ab	0,69 a	4,03 a	0,21 b
Auto enxertada	0,68 a	8,16 a	0,75 a	2,10 a	8,61 a	12,22 a	0,46 b	0,08 b	0,64 a	5,55 a	0,20 b
Enxertada	0,75 a	7,76 a	0,61 a	2,45 a	10,10 a	12,92 a	0,55 a	0,12 a	0,70 a	5,02 a	0,32 a
Obatã											
Pé-franco	0,81 a	12,21 a	1,10 a	2,99 a	12,70 a	14,81 a	0,49 a	0,09 a	1,19 a	4,74 a	0,31 a
Auto enxertada	0,75 a	11,79 a	0,85 b	2,53 b	10,87 b	15,03 a	0,51 a	0,10 a	1,09 a	4,27 a	0,26 a
Enxertada	0,73 a	7,93 b	0,66 c	2,25 b	9,40 b	12,57 a	0,46 a	0,10 a	0,71 b	4,99 a	0,25 a
Acauã											
Pé-franco	0,79 a	9,42 b	0,90 b	2,77 b	9,27 a	12,04 b	0,46 a	0,10 a	0,99 a	5,87 a	0,18 a
Auto enxertada	0,82 a	12,01 a	1,12 a	3,24 a	10,16 a	14,74 a	0,51 a	0,10 a	0,89 a	5,62 a	0,26 a
Enxertada	0,65 a	8,17 b	0,61 c	2,35 b	9,10 a	10,26 b	0,46 a	0,11 a	0,63 b	5,87 a	0,22 a
Topázio											
Pé-franco	0,67 b	8,82 b	0,82 b	2,15 b	9,68 b	14,06 b	0,45 a	0,09 ab	0,67 b	6,01 b	0,18 b
Auto enxertada	0,96 a	12,76 a	1,05 a	3,26 a	12,49 a	22,07 a	0,52 a	0,11 a	1,14 a	7,87 a	0,26 a
Enxertada	0,47 c	6,42 c	0,48 c	1,93 b	7,76 c	8,64 c	0,43 a	0,07 b	0,63 b	3,22 c	0,26 a
Paraíso											
Pé-franco	0,61 a	7,69 a	0,72 a	2,02 a	7,71 a	10,86 a	0,40 b	0,08 ab	0,58 a	3,46 a	0,19 b
Auto enxertada	0,54 a	6,44 a	0,61 a	1,81 a	7,23 a	10,45 a	0,38 b	0,06 b	0,65 a	3,40 a	0,18 b
Enxertada	0,65 a	7,69 a	0,60 a	1,94 a	8,19 a	11,61 a	0,49 a	0,10 a	0,65 a	4,69 a	0,26 a
CV (%)	16,73	14,06	15,55	11,97	11,93	11,51	10,62	16,92	19,30	19,27	16,85

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

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

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

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

## CONCLUSÕES

- 1- A eficiência de absorção de macronutrientes em cultivares de *Coffea arabica* L. sob cultivo hidropônico não é afetada pelo porta-enxerto Apoatã IAC-2258 de *Coffea canephora*, exceto para potássio que tem sua absorção aumentada;
- 2- Os maiores índices de translocação de macronutrientes, à exceção do enxofre, e dos micronutrientes boro e cobre são observados em mudas enxertadas quando cultivadas em solução nutritiva;
- 3- A cultivar Oeiras apresenta maior eficiência de uso dos macronutrientes quando enxertadas em Apoatã IAC-2258 sob cultivo hidropônico;
- 4- Apenas a cultivar Palma II, quando em solução nutritiva, apresentou maior eficiência no uso de todos os nutrientes quando enxertada sobre o Apoatã IAC-2258.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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 CAFEIEIRAS, 29., 2003, Araxá, MG. **Anais...** Rio de Janeiro, MIC/IBC, 2003. p.347-348.

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

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

HOAGLAND, D.; ARNON, D.I. **The water culture method for growing plants without soil**. California Agriculture Experimental Station Circular, 1950. 347 p.

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

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

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

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

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

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

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

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