
ABSORÇÃO, TRANSLOCAÇÃO E EFICIÊNCIA NO USO DOS MACRONUTRIENTES EM CAFEIROS (*Coffea arabica* L.) ENXERTADOS EM APOATÃ IAC 2258 (*Coffea canephora*)

André Dominghetti Ferreira, Alex Mendonça De Carvalho, Antônio Nazareno Guimarães Mendes, Gladyston Rodrigues Carvalho, César Elias Botelho e Janice Guedes Carvalho

RESUMO

Os diferentes índices de aproveitamento dos nutrientes apresentados por espécies distintas dentro de um mesmo gênero, geralmente se dão em função da variação na exigência nutricional, e ainda na capacidade de absorção, translocação e utilização dos nutrientes. Dessa forma o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de absorção, translocação e uso dos macronutrientes por diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. enxertadas em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner). O experimento foi instalado em casa de vegetação da Universidade Federal de Lavras, Brasil, utilizando-se o método de cultivo em solução nutritiva. Foi utilizado um delineamento fatorial $7 \times 3 + 2$, sendo sete cultivares de *C. arabica*

L. (Palma II, Catucaí 2SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190, e Paraíso MG H 419-1), três tipos de mudas (pé-franco, auto-enxertada e enxertada sobre o porta-enxerto cv. Apoatã IAC 2258) e dois adicionais (Apoatã auto-enxertado e Apoatã pé-franco). Foi possível concluir que o porta-enxerto utilizado não influenciou a absorção dos macronutrientes exceto para o potássio, que teve sua absorção aumentada. A translocação dos macronutrientes nas mudas enxertadas foi maior do que nas de pé franco à exceção do enxofre. A cultivar Topázio MG 1190 apresentou os menores índices de utilização dos nutrientes, demonstrando baixa aptidão para ser utilizada como copa em mudas enxertadas.

Introdução

A utilização de diferentes espécies nas combinações de enxerto/porta-enxerto influenciam tanto na eficiência quanto na exigência nutricional, sendo várias as causas dos diferentes índices de aproveitamento dos nutrientes, estando entre elas as exigências nutricionais variáveis, capacidade de absorção, translocação e de utilização dos nutrientes (Siddiqi e 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 dos nutrientes para as cultivares Acaí IAC 474/19, Catucaí Amarelo IAC 62, Rubi MG 1192 e Topázio MG 1190. Dessa forma, acredita-se que além de conferir resistência aos fitonematóides, a utilização do porta-enxerto na cafeicultura pode melhorar a eficiência no uso de nutrientes, conferindo maior adaptabilidade às condições adversas de solo e

áreas com precipitação pluviométrica limitada, devido a um sistema radicular mais desenvolvido e eficiente, aumentando com isso o potencial produtivo da planta enxertada.

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

Material e métodos

O experimento foi instalado em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Brasil, e conduzido por um período de 150 dias, utilizando-

se o processo hidropônico de cultivo em vasos contendo solução nutritiva completa.

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

A semeadura foi feita em caixas com areia lavada, realizando-se a enxertia quando as

PALAVRAS CHAVE / *Coffea arabica* L. / *Coffea canephora* / Enxertia / Nutrição Mineral /

Recebido: 27/08/2009. Modificado: 08/10/2010. Aceito: 10/10/2010.

André Dominghetti Ferreira. Engenheiro agrônomo, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Brasil. Doutorando, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, UFLA, Brasil. Endereço: Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, UFLA. CEP 37200-000 Lavras - MG, Brasil. e-mail: agroadf@yahoo.com.br

Alex Mendonça De Carvalho. Engenheiro agrônomo, UFLA, Brasil. Doutorando, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, UFLA, Brasil. e-mail: carvalho.am@hotmail.com

Antônio Nazareno Guimarães Mendes. Engenheiro Agrônomo e Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, UFLA, Brasil. Bolsista em produtividade de pesquisa do CNPq.

Professor Departamento de Agricultura, UFLA, Brasil. e-mail: naza@ufla.br

Gladyston Rodrigues Carvalho. Engenheiro Agrônomo e Doutor em Fitotecnia, UFLA, Brasil. Pesquisador, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). e-mail: carvalho@epamig.br

César Elias Botelho. Engenheiro Agrônomo e Doutor em Fitotecnia, UFLA, Brasil. Pesquisador, EPAMIG, Brasil. e-mail: cesarbotelho@epamig.br

Janice Guedes Carvalho. Engenheira Agrônoma, UFLA, Brasil. Doutora em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Professora, UFLA, Brasil. e-mail: janicegc@ufla.br

ABSORPTION, TRANSLOCATION AND USE EFFICIENCY OF NUTRIENTS IN COFFEE (*Coffea arabica* L.) GRAFTED ON APOATÃ IAC 2258 (*Coffea canephora*)

André Dominghetti Ferreira, Alex Mendonça De Carvalho, Antônio Nazareno Guimarães Mendes, Gladyston Rodrigues Carvalho, César Elias Botelho and Janice Guedes Carvalho

SUMMARY

The different nutrient utilization rates by different species within the same genus, generally occur according to the variation in nutritional requirement, and to the ability for uptake, translocation and use of nutrients. The object of this study was to evaluate the efficiency of uptake, translocation and use of macronutrients in different cultivars of *Coffea arabica* L. Grafted into Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner). The experiment was carried out in a greenhouse at the Federal University of Lavras, Brazil, using the method of cultivation in nutrient solution. A 7×3+2 factorial design was used, with seven varieties

of *C. arabica* L. (Palma II, Catucaí 2 SL, Oeiras, Obatã, Acauã, Topázio MG 1190 and Paradise MG H 419-1), three types of seedlings (free standing, self-grafted and grafted on to root stock cv. Apoatã IAC 2258) and two additional ones (self-grafted and Apoatã). Data showed that the root stock used did not influence nutrient absorption except for potassium, which was increased. Nutrient translocation in grafted seedlings was higher than in free standing ones, except for sulfur. Cultivar Topázio MG 1190 presented the lowest rates of use of nutrients, showing a low ability to be used as a crown in grafted seedlings.

ABSORCIÓN, TRANSLOCACIÓN Y USO EFICIENTE DE NUTRIENTES EN CAFÉ (*Coffea arabica* L.) INJERTADO SOBRE APOATÃ IAC 2258 (*Coffea canephora*)

André Dominghetti Ferreira, Alex Mendonça De Carvalho, Antônio Nazareno Guimarães Mendes, Gladyston Rodrigues Carvalho, César Elias Botelho y Janice Guedes Carvalho

RESUMEN

Los diferentes índices de utilización de los nutrientes aportados por las diversas especies dentro de un género por lo general se producen a la luz de los cambios en las necesidades nutricionales, y de la capacidad de absorción, translocación y utilización de nutrientes. Por ello, en este estudio se evaluó la eficiencia de absorción, translocación y utilización de nutrientes en diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. injertados en Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner). El experimento se llevó a cabo en un invernadero de la Universidad Federal de Lavras, Brasil, utilizando el método de cultivo en solución nutritiva. Se utilizó un diseño factorial 7×3+2, siete cultivares de *C. arabica* L. (Palma II,

Catucaí 2SL, Oeiras MG 6851, Obatã IAC 1669-20, Acauã, Topázio MG 1190 y Paraíso MG H 419-1), tres tipos de plantas (libre, libre injertadas e injertadas sobre el patrón cv. IAC Apoatã 2258) y otros dos (Apoatã libre y el injerto libre de Apoatã pie). Se puede concluir que el portainjerto utilizado no influye en la absorción de los nutrientes, con excepción de la de potasio, que aumentó. La translocación de macronutrientes en las plantas de semillero injertadas fue mayor que en forma independiente, con la excepción de azufre. El cultivar Topázio MG 1190 tuvo la menor tasa de utilización de nutrientes, lo que demuestra escasa capacidad para ser utilizado como vástago en las plantas injertadas.

mudas atingiram o estágio de "palito de fósforo". O processo de enxertia utilizado foi do tipo hipocotiledonar, conforme Morães e Franco (1973). Após a enxertia, as plantas enxertadas juntamente com as auto-enxertadas e as não enxertadas (pé-franco) foram transplantadas para tubetes contendo substrato próprio para produção de mudas comerciais (Vallone, 2003). Após o transplante das mudas, as mesmas foram mantidas em câmara de nebulização cobertas com sombrite 75% por um período de 30 dias. Após este período, as mudas foram levadas para o viveiro, onde permaneceram até atingirem 5 pares de folhas. Em seguida lavaram-se as raízes, retirando todo o substrato para que as mudas

fossem colocadas em solução nutritiva de Hoagland e 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 de dois litros.

A medida que ocorria a diminuição do volume da solução devido à transpiração, foi feita a reposição com água deionizada até completar o volume original. Nos primeiros 30 dias após a fase de adaptação, a força da solução nutritiva (concentração dos nutrientes) foi de 30%, do dia 31 ao 90 foi de 60%, e do dia 91 ao 150 foi de 90% da concentração dos nutrientes. A solução foi trocada a cada 15 dias, visando deixar as concentrações

dos nutrientes próximas das ideais.

A coleta do experimento foi realizada 150 dias após o transplante para os vasos, separando-se a planta em raízes, caule e folhas. O material colhido foi lavado com água destilada, seco em estufa com circulação forçada de ar a 65°C durante 168h, pesado e triturado em moinho tipo Wiley. No extrato obtido por digestão nitroperclórica do material vegetal foram determinados os teores de P por colorimetria, de K por fotometria de chama, de S por turbidimetria e de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica. O teor de N 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 por Siddiqi e Glass (1981), Swiader *et al.* (1994).

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

Resultados e Discussão

Absorção radicular dos nutrientes

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

Na comparação entre cultivares verifica-se maior eficiência de absorção de P pela cultivar Paraíso em relação à cultivar Acauã, sendo que as demais apresentaram um comportamento intermediário (Tabela I). Dessa forma o resultado encontrado coincide em parte com os de Augusto *et al.* (2007) em que encontraram diferentes teores foliares entre as cultivares estudadas, porém o autor verificou menores teores de P na cultivar Oeiras.

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

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

TABELA I
MÉDIAS DE EFICIÊNCIA DE ABSORÇÃO DOS NUTRIENTES DAS CULTIVARES DE *Coffea arabica L.* QUANDO EM PÉ FRANCO

Cultivar	mg·g ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Palma II	308,79 a	23,59 ab	305,10 a	91,86 ab	23,22 ab	16,34 a
Catucaí 2SL	317,09 a	23,55 ab	245,57 ab	77,46 bc	21,02 bc	15,84 a
Oeiras	295,58 a	25,84 ab	281,03 ab	94,59 ab	21,85 abc	16,40 a
Obatã	280,35 a	20,22 bc	247,96 ab	82,30 abc	19,41 bc	15,06 a
Acauã	232,76 a	17,18 c	201,68 b	60,54 c	17,45 c	13,68 a
Topázio	301,66 a	22,81 abc	280,74 ab	86,84 ab	20,69 bc	14,69 a
Paraíso	334,31 a	27,24 a	322,94 a	104,60 a	25,74 a	18,27 a

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

radicular dessas duas cultivares utilizadas como porta-enxertos.

O maior índice de absorção de Mg foi encontrado na cultivar Paraíso, que não diferiu da Palma II e Oeiras. Tomaz *et al.* (2003) trabalhando com diferentes cultivares de *C. arabica L.*

taram as menores eficiências de absorção, entretanto, este efeito foi superado, provavelmente, devido a utilização do porta-enxerto, pois as mudas enxertadas apresentaram-se tão ou mais eficientes que às mudas de pé franco.

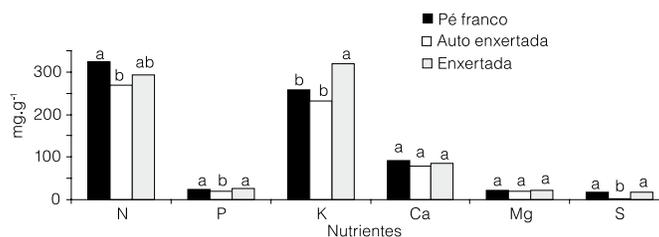


Figura 1. Gráfico de barras das médias de eficiência de absorção dos nutrientes pelos tipos de mudas. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

enxertados em *C. canephora* encontraram reduções de até 30% na eficiência de absorção de Mg em relação aos de *C. arabica L.* quando em pé franco.

Nota-se pela Figura 1 que a técnica da enxertia prejudicou a eficiência de absorção dos nutrientes, à exceção do K, Ca e Mg, que se manteve semelhante estatisticamente, uma vez que as mudas auto enxertadas apresen-

taram as menores eficiências de absorção de N, P e S foi estatisticamente igual para as mudas de pé franco e enxertada, corroborando com Fahl *et al.* (1998) que trabalhando com enxertia de *C. arabica L.* sobre porta-enxertos de *C. canephora* e de *C. congensis* não verificaram diferença nos teores foliares de N e P dos diferentes tipos de mudas. Para a absorção de S nota-se que o

TABELA II
MÉDIAS DE EFICIÊNCIA DE TRANSLOCAÇÃO DOS NUTRIENTES NAS SETE CULTIVARES

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

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

feito negativo provocado pela enxertia foi superado pela eficiência de absorção do porta-enxerto Apoatã IAC 2258, resultados estes não coincidentes com os encontrados por Fahl *et al.* (1998), em que os tratamentos com o porta enxerto Apoatã IAC 2258 se apresentaram inferiores aos demais. A redução na eficiência de absorção de S também foi detectada por Tomaz *et al.* (2003) quando utilizaram cafeeiros da progênie H 419-5-5-3 enxertados sobre o porta-enxerto Apoatã IAC 2258, sendo esta redução da ordem de 22%, em relação ao tratamento pé franco. Para o K, 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 *et al.* (2001), em que utilizando diferentes porta-enxertos encontrou maiores valores de absorção para os tratamentos com o porta-enxerto Apoatã IAC 2258.

Translocação dos nutrientes na planta

Avaliando a eficiência de translocação de Mg entre as cultivares, não foi encontrada significância, assim como para a interação entre cultivares e tipos de mudas pelo teste de F. A maior eficiência de translocação de N foi encontrada na cultivar Paraíso, que não diferiu das cultivares Catucaí 2SL, Oeiras, Obatã e Topázio (Tabela II). Pereira (1999) não observou diferença entre os teores foliares de N nas linhagens de UFV 2983, UFV 3880 e UFV 2237, porém constatou melhor eficiência de uso para a UFV 2983.

Ainda na tabela II observa-se que a cultivar Palma II apresentou o maior índice de eficiência de translocação de P, embora não dife-

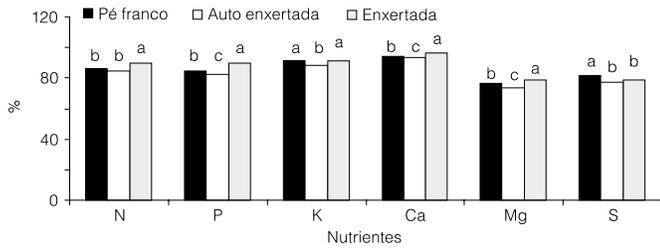


Figura 2. Gráfico de barras das médias de eficiência de translocação dos nutrientes nos tipos de mudas. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

rindo das cultivares Catucaí 2SL, Oeiras, Topázio e Paraíso, assemelhando-se aos resultados encontrados para eficiência de absorção de P. Dessa forma o resultado encontrado coincide em parte com os de Augusto *et al.* (2007) em que encontraram diferentes teores foliares entre as cultivares estudadas, porém os autores verificaram menores teores de P na cultivar Oeiras, o que não ocorreu no presente trabalho. Por outro lado, a cultivar Acauã apresentou índices de

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

A superioridade das mudas enxertadas na eficiência de translocação dos macronutrientes, com exceção do S, pode ser verificada na Figura 2. Dias (2006) trabalhando com cortes anatômicos de caules de cafeeiros enxertados, encontrou um grande desenvolvimento de pa-

rênquima cortical, e segundo o autor, o desenvolvimento deste calo pode influenciar negativamente a translocação de água e nutrientes do porta-enxerto para o enxerto, porém, o presente trabalho não encontrou resultados coincidentes, uma vez que as mudas enxertadas apresentaram-se igual ou superiores às mudas de pé-franco quanto a eficiência de translocação dos nutrientes.

Eficiência de uso dos nutrientes

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

Para os nutrientes K, P, Ca, Mg e S, 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 dos nutrientes pelas cultivares Palma II, Oeiras e Paraíso não foi alterada pelos diferentes tipos de mudas, embora tenham apresentado boa eficiência de absorção e translocação (Tabela III).

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

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

TABELA III
EFICIÊNCIA MÉDIA DO USO DOS NUTRIENTES NO DESDOBRAMENTO DE TIPO DE MUDA DENTRO DE CULTIVAR

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	g ² .mg ⁻¹					
Palma II						
Pé-franco	0,66 a	10,05 a	0,73 a	2,36 a	8,83 a	13,39 a
Auto enxertada	0,66 a	10,42 a	0,77 a	2,30 a	9,26 a	13,22 a
Enxertada	0,83 a	8,24 a	0,69 a	2,63 a	10,41 a	13,91 a
Catucaí 2SL						
Pé-franco	0,48 a	6,95 ab	0,69 a	2,09 ab	7,36 a	11,43 a
Auto enxertada	0,63 a	8,78 a	0,86 a	2,42 a	8,72 a	12,27 a
Enxertada	0,45 a	5,45 b	0,50 b	1,77 b	6,87 a	7,62 b
Oeiras						
Pé-franco	0,65 a	7,73 a	0,84 a	1,94 a	8,98 a	11,84 a
Auto enxertada	0,68 a	8,16 a	0,75 a	2,10 a	8,61 a	12,22 a
Enxertada	0,75 a	7,76 a	0,61 a	2,45 a	10,10 a	12,92 a
Obatã						
Pé-franco	0,81 a	12,21 a	1,10 a	2,99 a	12,70 a	14,81 a
Auto enxertada	0,75 a	11,79 a	0,85 b	2,53 b	10,87 b	15,03 a
Enxertada	0,73 a	7,93 b	0,66 c	2,25 b	9,40 b	12,57 a
Acauã						
Pé-franco	0,79 a	9,42 b	0,90 b	2,77 b	9,27 a	12,04 b
Auto enxertada	0,82 a	12,01 a	1,12 a	3,24 a	10,16 a	14,74 a
Enxertada	0,65 a	8,17 b	0,61 c	2,35 b	9,10 a	10,26 b
Topázio						
Pé-franco	0,67 b	8,82 b	0,82 b	2,15 b	9,68 b	14,06 b
Auto enxertada	0,96 a	12,76 a	1,05 a	3,26 a	12,49 a	22,07 a
Enxertada	0,47 c	6,42 c	0,48 c	1,93 b	7,76 c	8,64 c
Paraíso						
Pé-franco	0,61 a	7,69 a	0,72 a	2,02 a	7,71 a	10,86 a
Auto enxertada	0,54 a	6,44 a	0,61 a	1,81 a	7,23 a	10,45 a
Enxertada	0,65 a	7,69 a	0,60 a	1,94 a	8,19 a	11,61 a

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

TABELA IV
EFICIÊNCIA MÉDIA DO USO DOS NUTRIENTES NO DESDOBRAMENTO DE CULTIVARES DENTRO DE TIPO DE MUDA

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	g ² .mg ⁻¹					
Pé-franco						
Palma II	0,66 b	10,05 b	0,73 c	2,36 c	8,83 c	13,39 b
Catucaí 2SL	0,48 c	6,95 d	0,69 c	2,09 d	7,36 d	11,43 cd
Oeiras	0,65 b	7,73 d	0,84 b	1,94 d	8,98 bc	11,84 cd
Obatã	0,81 a	12,21 a	1,10 a	2,99 a	12,70 a	14,81 a
Acauã	0,79 a	9,42 bc	0,90 b	2,77 b	9,27 bc	12,04 c
Topázio	0,67 b	8,82 c	0,82 b	2,15 d	9,68 b	14,06 ab
Paraíso	0,61 b	7,69 d	0,72 c	2,02 d	7,71 d	10,86 d
Auto enxertada						
Palma II	0,66 d	10,42 c	0,77 bc	2,30 b	9,26 c	13,22 c
Catucaí 2SL	0,63 de	8,78 d	0,86 b	2,42 b	8,72 c	12,27 c
Oeiras	0,68 cd	8,16 d	0,75 c	2,10 bc	8,61 c	12,22 c
Obatã	0,75 bc	11,79 b	0,85 b	2,53 b	10,86 b	15,03 b
Acauã	0,82 b	12,01 ab	1,12 a	3,24 a	10,16 b	14,74 b
Topázio	0,96 a	12,76 a	1,05 a	3,26 a	12,49 a	22,07 a
Paraíso	0,54 e	6,44 a	0,61 d	1,81 c	7,23 d	10,45 d
Enxertada						
Palma II	0,83 a	8,24 a	0,69 a	2,63 a	10,41 a	13,91 a
Catucaí 2SL	0,45 d	5,45 c	0,50 b	1,77 c	6,87 e	7,62 e
Oeiras	0,75 ab	7,76 a	0,61 a	2,45 ab	10,10 ab	12,92 b
Obatã	0,73 bc	7,93 a	0,66 a	2,25 b	9,40 bc	12,57 bc
Acauã	0,65 c	8,17 a	0,61 a	2,35 b	9,10 c	10,26 d
Topázio	0,47 d	6,42 b	0,48 b	1,93 c	7,76 d	8,64 e
Paraíso	0,65 c	7,9 a	0,60 a	1,94 c	8,19 cd	11,61 c

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

não ocorre de nematóides.

A cultivar Topázio quando auto enxertada apresentou o desempenho superior para eficiência de uso semelhante aos de absorção e translocação. Trabalhando com mudas de café enxertadas, Fahl *et al.* (1998) encontraram semelhanças entre os teores foliares das mudas de pé-franco e auto enxertadas de Catuaí IAC H 2077-2-5-81 e Mundo Novo IAC 515-20, verificando que a técnica da enxertia não influenciou a nutrição destas cultivares, diferentemente do que ocorreu no presente trabalho.

Eficiência de absorção, translocação e utilização dos tratamentos adicionais

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

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

Na comparação entre Apoatã auto enxertado com os tratamentos em que as mudas eram enxertadas sobre o porta-enxerto Apoatã, foi possível analisar se a copa utilizada influencia o desempenho do porta-enxerto. Pelos resultados obtidos verifica-se que não houve influência de nenhuma cultivar utilizada como copa na eficiência de uso de N, P, K, Ca, Mg e S. Da mesma forma, Fahl *et al.*

TABELA V
EFICIÊNCIA DE USO EM MUDAS DE CAFEEIRO ENXERTADAS,
EM RELAÇÃO AO APOATÃ AUTO ENXERTADO

Contraste	N	P	K	Ca	Mg	S
Apoatã auto enxertado vs Apoatã pé franco	0,63 0,59 ns	7,66 6,86 ns	0,60 0,63 ns	1,96 1,78 ns	8,37 6,75 ns	11,19 11,33 ns
Apoatã auto enxertado vs Palma II enxertado	0,63 0,83 ns	7,66 8,24 ns	0,60 0,69 ns	1,96 2,63 ns	8,37 10,41 ns	11,19 13,91 ns
vs Catuaí 2SL enxertado	0,45 ns	5,45 ns	0,50 ns	1,77 ns	6,87 ns	7,62 ns
vs Oeiras enxertado	0,75 ns	7,76 ns	0,61 ns	2,45 ns	10,10 ns	12,92 ns
vs Obatã enxertado	0,73 ns	7,93 ns	0,66 ns	2,25 ns	9,40 ns	12,57 ns
vs Acauã enxertado	0,65 ns	8,17 ns	0,61 ns	2,35 ns	9,10 ns	10,26 ns
vs Topázio enxertado	0,47 ns	6,42 ns	0,48 ns	1,93 ns	7,76 ns	8,64 ns
vs Paraíso enxertado	0,65 ns	7,90 ns	0,60 ns	1,94 ns	8,19 ns	11,61 ns

ns: contrastes não-significativos pelo teste de Dunnett a 5%.

(1998), não encontraram diferenças nos teores foliares de plantas enxertadas em Apoatã IAC 2258 ou não, porém, o uso do porta-enxerto IAC Bangelan col. 5 (*C. congensis*) e do porta-enxerto IAC 2286 (*C. canephora*) proporcionaram menores teores foliares de Ca e Mg.

Conclusões

Para as condições de cultivo utilizadas no presente trabalho pode-se concluir que

- a eficiência de absorção dos nutrientes não foi afetada pelo porta-enxerto Apoatã IAC 2258, exceto para o K, que teve sua absorção aumentada;
- os maiores índices de translocação dos nutrientes, à exceção do S, foram observados nas mudas enxertadas;
- a cultivar Topázio MG 1190 não se mostrou apta para a realização da enxertia, uma vez que apresentou menor eficiência de uso dos nutrientes quando foi enxertada; e
- as cultivares Palma II e Oeiras foram as que apresentaram melhor eficiência de uso dos nutrientes quando enxertadas, mostrando-se passíveis de serem enxertadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e à CAPES pela concessão da bolsa.

são da bolsa.

REFERÊNCIAS

- Aguilar MAG (1987) *Influência de Diferentes Porta-enxertos de Coffea spp. no Crescimento e na Seca dos Ramos em Progenies de Catimor* (*Coffea arabica* L.). Dissertação. Universidade Federal de Lavras. Brasil. 70 pp.
- Alves AAC (1986) *Efeito da Enxertia na Nutrição Mineral, no Crescimento Vegetativo, na Fotossíntese e na Redutase do Nitrito, em Coffea arabica L.*. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa. Brasil. 61 pp.
- Augusto HS, Martínez HEP, Sampaio NE, Cruz CD, Pedrosa AW (2007) Concentração foliar de nutrientes em cultivares de *Coffea arabica* L. L. sob espaçamentos adensados. *Ciênc. Agropec. 31*: 973-981.
- Dias FP (2006) *Crescimento Vegetativo e Anatomia Caulinar de Cafeeiros Enxertados*. Tese. Universidade Federal de Lavras. Brasil. 89 pp.
- Fahl JI, Carreli MLC, Gallo PB, Da Costa WM, Novo MCSS (1998) Enxertia de *Coffea arabica* L. sobre progenies de *Coffea canephora* e de *C. congensis* no crescimento, nutrição mineral e produção. *Bragantia 57*: 297-312.
- Fahl JI, Carreli MLC, Alfonsi EL (2003) Influência de porta-enxertos nas trocas gasosas fotossintéticas e na nutrição mineral em cultivares de café. Em *Anais Congr. Brás. Pesquisas Cafeeiras*, 29, Araxá, Brasil. MIC/IBC. Brasil. pp. 347-348.
- Ferrari RB, Tomaz MA, Sakiyama NS, Da Matta FM, Cruz CD, Martínez HEP, Zambolim L, Katto CAH (2001) Avaliação do

desenvolvimento vegetativo de cafeeiros enxertados, em condições de campo. Em *Anais Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, 2, Vitória, Brasil. Embrapa-Café. Brasília, Brasil. pp. 43-50.

Ferreira DF (2000) Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. Em *Reunião Anual da Região Brasileira da Soc. Int. de Biometria*, 45, São Carlos, Brasil. UFSCar. São Carlos, Brasil. pp. 255-258.

Figueiredo FC, Oliveira AL de, Junior WP de F, Carvalho JG, Mendes ANG (2003) Translocação de nutrientes em mudas enxertadas de sete cultivares do café. Em *Anais Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, 3, Porto Seguro, Brasil. Embrapa-Café. Brasília, Brasil. pp. 79-80.

Hoagland D, Arnon DI (1950) *The Water Culture Method for Growing Plants without Soil*. Circular N° 347. University of California Agricultural Experimental Station. Berkeley, CA, EEUU. 347 pp.

Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA (1997) *Avaliação do Estrado Nutricional das Plantas: Princípios e Aplicações*. 2ª ed. Potafós. Piracicaba, Brasil. 319 pp.

Morães MV, Franco CM (1973) *Método Expedito para Enxertia em Café*. Instituto Brasileiro do Café. Rio de Janeiro, Brasil. 8 pp.

Pereira JBD (1999) *Eficiência Nutricional de Nitrogênio e de Potássio em Plantas de Café* (*Coffea arabica* L.). Tese. Universidade Federal de Viçosa. Brasil. 99 pp.

Siddiqi MY, Glass ADM (1981) Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *J. Plant Nut. 4*: 289-302.

Swiader JM, Chyan Y, Freiji FG (1994) Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. *J. Plant Nut. 17*: 1687-1699.

Tomaz MA, Silva SR, Sakiyama NS, Martínez HEP (2003) Eficiência de absorção, translocação e uso de cálcio, magnésio e enxofre por mudas enxertadas de *Coffea arabica* L. *Rev. Bras. Cien. Solo 27*: 885-892.

Vallone HS (2003) *Produção de Mudas de Cafeeiro* (*Coffea arabica* L.) em Tubetes com Polímero Hidroretentor, Diferentes Substratos e Adubações. Dissertação. Universidade Federal de Lavras. Brasil. 75 pp.