

EFICIÊNCIA DE ABSORÇÃO, TRANSLOCAÇÃO E DE USO DOS MICRONUTRIENTES EM CAFFEEIROS (*Coffea arabica* L.) ENXERTADOS EM *Coffea canephora* P.¹

João Paulo Felicori Carvalho²; Gladyston Rodrigues Carvalho³; Cesar Elias Botelho⁴; Rogner Carvalho Avelar⁵; Thamis Bandoni Pereira⁶

¹ Trabalho financiado pelo Consórcio Pesquisa Café, FAPEMIG e INCT-Café

² Doutorando Universidade Federal de Lavras – Lavras-MG, jpfelicori@gmail.com

³ Pesquisador, D. Sc., EPAMIG, Lavras-MG, carvalho@epamig.ufla.br

⁴ Pesquisador, D. Sc., EPAMIG, Lavras-MG, cesarbotelho@epamig.br

⁵ Doutorando Universidade Federal de Lavras – Lavras-MG, avelarcafe@yahoo.com.br

⁶ Mestranda Universidade Federal de Lavras – Lavras-MG, thamisbandoni@hotmail.com

RESUMO: Sabe-se da importância da utilização de mudas sadias para a formação das lavouras, e a escolha do porta-enxerto está diretamente relacionada a esse fato, porque além de uma boa combinação com o enxerto (copa), que promoverá um desenvolvimento próximo do ideal, ele tem que ter uma boa correlação com o ecossistema. Este trabalho teve como objetivo estudar a eficiência nutricional dos micronutrientes em mudas de cafeeiros de *Coffea arabica* enxertadas em *Coffea canephora*. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Lavras em casa de vegetação, as mudas foram conduzidas em vasos que com solução nutritiva. Foram utilizados cinco clones de *Coffea canephora* obtidos do programa de melhoramento do Instituto Agrônomo 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), obtendo um fatorial 5 x 2, mais 14 tratamentos adicionais que 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). Delineamento usado foi em blocos ao acaso com cinco repetições. A eficiência de absorção, translocação e de uso dos nutrientes foi beneficiada nas combinações das cultivares de Oeiras e Palma II com os porta-enxertos Apoatã IAC3597-1A e Apoatã IAC3597-9B, e na interação tipos de mudas versus clones o porta-enxerto Apoatã IAC3598-3B apresentou maiores de valores de eficiência de absorção, translocação e de uso quando em pé-franco.

Palavras-chave: Café, enxertia, *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, eficiência nutricional.

EFFICIENCY OF ABSORPTION, TRANSLOCATION AND USE OF THE MICRONUTRIENTS IN COFFEE TREES (*Coffea arabica* L.) GRAFTEDS IN *Coffea canephora* P.

ABSTRACT: It is known of the importance of the use of healthy seedlings for the formation of the farmings, and the choice of the rootstock is directly related to this fact, because beyond a good combination with graf, that it will promote a development next to the ideal, it has that to have a good correlation with ecosystem. The objective os this work was study the nutritional efficiency of the micronutrients in grafted seedlings of coffee *C. arabica* L. in *C. canephora* P. The experiment was carried through in the Universidade Federal de Lavras in greenhouse, the seedlings had been lead in vases that with nutritional solution. They had been used five clones of *Coffea canephora* gotten in the program of melioration of the Instituto Agrônomo de Campinas no Centro de Café 'Alcides Carvalho' (Apoatã IAC3598-3B, Apoatã IAC3597-1A, Apoatã IAC3599-2A, Apoatã IAC3598-1A e Apoatã IAC3597-9B) and two cultivars of *Coffea arabica* (Palm II, Oeiras), getting a factorial 5 x 2, more 14 treatments add that they had been structuralized in factorial project, being five clones of *Coffea canephora* more two cultivars of *Coffea arabica* in two types of change (autograft and frank foot). The experimental designs was used in blocks in random plot with five repetitions. The absorption efficiency, translocation efficiency and use efficiency of the nutrients was benefited in the combinations of Oeiras and Palma II cultivars with the rootstoks Apoatã IAC3597-1A and Apoatã IAC3597-9B, and in the interaction types of seedlings versus clones, the rootstok Apoatã IAC3598-3B presented greaters of values of absorption efficiency, translocation efficiency and use efficiency when in frank root for the macronutrients.

Key words: Coffea, grafting, *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, nutritional efficiency

INTRODUÇÃO

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. É de suma importância que a implantação da lavoura seja iniciada com mudas de qualidade e 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. Em áreas em que o fitonematóide já está estabelecido há a necessidade de se conviver com esses parasitos, e a enxertia é considerada uma técnica promissora, tornando possível a utilização dessas áreas infestadas.

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, freqüentemente, 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).

Em experimentos de enxertia de *Coffea arabica* sobre progênies de *Coffea canephora* e *Coffea congestis* Alfonsi, Fahl e Carrelli (2003) e Fahl et al. (1998), verificaram que as plantas enxertadas apresentavam maiores teores foliares de potássio e menores teores de manganês, do que as não enxertadas. Tomaz et al. (2008) observaram o aumento da eficiência de absorção do potássio em combinações de híbridos com as progênies de *Coffea canephora*. Existe uma necessidade de se encontrar um porta-enxerto *Coffea canephora* que se combine bem com cafeeiros *Coffea arabica* possibilitando maior desenvolvimento e conseqüentemente maior produção.

O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de absorção, translocação e de uso dos micronutrientes nas diferentes combinações de porta-enxertos de *Coffea canephora* e cafeeiros de *Coffea arabica*.

MATERIAL DE MÉTODOS

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.

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 Agrônomo 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 (autoenxertadas e pé franco). 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. 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.

A coleta das amostras foi realizada aos 150 dias após o transplântio, 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 a seguir. Eficiência de Uso = (Matéria seca total)² / Conteúdo na matéria seca total (SIDDIQI; GLASS, 1981). Eficiência de Absorção = Conteúdo total absorvido / Matéria seca da raiz (SWIADER; CHYAN; FREIJI, 1994). Eficiência de Translocação = (Conteúdo na parte aérea) / (Conteúdo na planta toda) x 100 (LI; MCKEAND; ALLEN, 1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Eficiência de absorção dos micronutrientes

Os micronutrientes boro, zinco e ferro foram significativos na interação 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.

O porta enxerto Apoatã IAC3598-1A apresentou maior 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 Apoatã 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, o clone Apoatã 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, esses resultados promoveram uma maior produção de massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (Tabela 02), que poderá ocasionar uma maior produção.

Tabela 01 Desdobramento da interação tipos de muda dentro de clones para eficiência de absorção dos micronutrientes (mg.kg⁻¹). UFLA, 2011

| Tratamentos | B | Zn | Fe | Cu | Mn |
|-------------------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 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

Tabela 02 Desdobramento da interação tipos de muda dentro de clones para massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR). UFLA, 2011

| Tratamentos | MSPA (g) | MSSR (g) |
|-------------------|----------|----------|
| Apoatã IAC3598-3B | | |
| Autoenxertado | 22.6 a | 2.63 a |
| Pé-franco | 14.7 b | 2.50 a |
| Apoatã IAC3597-1A | | |
| Autoenxertado | 15.4 a | 2.34 a |
| Pé-franco | 13.1 a | 2.35 a |
| Apoatã IAC3599-2A | | |
| Autoenxertado | 16.3 b | 2.68 a |
| Pé-franco | 20.6 a | 2.95 a |
| Apoatã IAC3598-1A | | |
| Autoenxertado | 13.7 b | 2.04 a |
| Pé-franco | 19.7 a | 2.71 a |
| Apoatã IAC3597-9B | | |
| Autoenxertado | 16.1 a | 2.72 a |
| Pé-franco | 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 03 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.

Destaque para os clones Apoatã IAC3597-1A e Apoatã IAC3597-9B, que se apresentaram com maiores médias de absorção nas combinações com as duas cultivares de arábica promovendo uma maior produção de massa seca de parte aérea e massa seca do sistema radicular (Tabela 04).

Tabela 03 Desdobramento da interação clones de *Coffea canephora* dentro de cultivares de *Coffea arabica* para eficiência de absorção dos micronutrientes (mg.kg⁻¹). UFLA, 2011.

| Clone | B | | Zn | | Fe | | Cu | | Mn | |
|-------------------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | 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

Tabela 04 Desdobramento da interação clones de *Coffea canephora* dentro de cultivares de *Coffea arabica* para massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR). UFLA, 2011.

| Clones | MSPA (g) | | MSSR (g) | |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|
| | Oeiras | Palma II | Oeiras | Palma II |
| Apoatã IAC3598-3B | 13.7 ab | 11.9 a | 2.39 a | 2.27 a |
| Apoatã IAC3597-1A | 18.0 a | 15.6 a | 2.54 a | 2.15 a |
| Apoatã IAC3599-2A | 14.9 ab | 15.8 a | 2.83 a | 2.50 a |
| Apoatã IAC3598-1A | 12.3 b | 13.4 a | 2.31 a | 2.40 a |
| Apoatã IAC3597-9B | 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.

Eficiência de translocação dos micronutrientes

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

Analisando a translocação de micronutrientes (Tabela 05), 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.

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

Tabela 05 Desdobramento da interação tipos de muda dentro de clones para eficiência de translocação dos micronutrientes (mg.kg⁻¹). UFLA, 2011

| Tratamentos | B | Zn | Fe | Cu | Mn |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 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 06, 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 Apoatã 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 Apoatã 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 (Tabela 04).

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

| Clone | 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

Eficiência de uso dos micronutrientes

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 07).

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

| Tratamentos | B | Zn | Fe | Cu | Mn |
|-------------------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 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

CONCLUSÕES

O clone Apoatã IAC3598-3B apresentou maiores médias de desenvolvimento, absorção, translocação e eficiência quando autoenxertado em relação ao pé-franco.

Os clones Apoatã IAC3597-1A e Apoatã IAC3597-3B quando enxertados com as cultivares Oeiras e Palma II apresentaram maiores médias de absorção, translocação e eficiência de uso dos nutrientes, promovendo um maior desenvolvimento vegetativo.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

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.

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

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

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.

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

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.

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

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.

SWIADER, J. M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F. G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin kibrids. **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.

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.

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.

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