

DIFERENÇAS GENÉTICAS NA EFICIÊNCIA DE ABSORÇÃO E UTILIZAÇÃO DE BORO, ZINCO, COBRE E MANGANÊS EM MUDAS ENXERTADAS DE CAFEIEIRO

Marcelo A. TOMAZ¹; Hermínia E. P. MARTINEZ²; Cosme D. CRUZ³; Antônio A. PEREIRA⁴; Ney S. SAKIYAMA²

¹UFES-CCA/DPV, Alegre, ES, ²UFV/DFT, Viçosa, MG, ³UFV/DBG, Viçosa, MG, ⁴EPAMIG/UFV, Viçosa, MG

Resumo:

O estudo da eficiência nutricional de plantas enxertadas de café é importante para a seleção de combinações enxerto/porta-enxerto, visando o desenvolvimento e produção máximos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as diferenças genéticas na eficiência de absorção e utilização de B, Zn, Cu e Mn em mudas enxertadas de café. O experimento foi conduzido em vasos de 20 litros contendo como substrato terra, areia e esterco na proporção de 3:1:1, onde as plantas permaneceram por um período de 18 meses até a coleta do experimento. Utilizaram-se como enxertos, quatro genótipos de *Coffea arabica* L.: as variedades Catuaí Vermelho IAC 15 ('Catuaí 15') e Oeiras MG 6851 ('Oeiras') e os híbridos H419-10-3-4-4 ('H419') e H514-5-5-3 ('H514') do programa de melhoramento da EPAMIG/UFV. Como porta-enxerto foram empregados cinco progênies famílias de meio-irmãos de clones de *Coffea canephora* Pierre ex Froenher cv. Conilon: 'ES 21', 'ES 36', 'ES 26', 'ES 23' e 'ES 38' do programa de melhoramento de café robusta do INCAPER. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 24 tratamentos e 3 repetições, sendo quatro pés-francos e 20 combinações de enxertia. A eficiência nutricional das plantas de café variou quanto ao B, Zn, Cu e Mn em função da combinação enxerto/porta-enxerto. A variedade Oeiras MG 6851 não foi beneficiada por nenhuma enxertia quanto à eficiência nutricional, apresentando redução da matéria seca total em todas as combinações enxerto/porta-enxerto, quando comparados com o respectivo pé-franco. O Catuaí Vermelho IAC 15 foi mais eficiente na produção de matéria seca e utilização de B e Zn quando combinado com 'ES 26' e 'ES 23' respectivamente.

Palavras-chave: Café, enxertia, eficiência nutricional, micronutrientes.

GENETICS DIFFERENCES IN THE EFFICIENCY OF ABSORPTION AND UTILIZATION OF BORON, ZINC, COPPER AND MANGANESE IN GRAFTED SEEDLINGS OF COFFEE

Abstract:

The study of the grafted coffee plants nutritional efficiency is important for the selection of graft/ rootstock combinations, looking forward to the greatest development and yield. The present work had as objective to evaluate the genetic differences for B, Zn, Cu and Mn absorption and utilization efficiencies of grafted coffee seedlings. The plants were conducted in 20 L pots containing as substratum soil, sand, and manure in the proportion of 3:1:1, where they stand for 18 months, until the harvest. There were used four genotypes of *Coffea arabica* L. as grafts, the varieties the Catuaí Vermelho IAC 15 ('Catuaí 15') and Oeiras MG 6851 ('Oeiras'), and the hybrid H419-10-3-4-4 ('H419') and H514-5-5-3 ('H514'). All that genotypes were obtained of the breeding program of EPAMIG/UFV. As rootstocks, five half-sibling progenies of *Coffea canephora* Pierre ex Froenher cv. Conilon clones were used: 'ES 21', 'ES 36', 'ES 26', 'ES 23' and 'ES 38', being these genotypes obtained of the robust of INCAPER program of coffee breeding. The completely randomized experimental design was used, with 24 treatments and 3 repetitions, being four control plants and 20 grafting combinations. The nutritional efficiency of the coffee plants for B, Zn, Cu and Mn varied according to the graft/rootstock combination. Considering that all combinations promoted its dry matter yield decrease when compared to the respective non-grafted plants, the variety Oeiras MG 6851 was not benefited by any graft. Catuaí Vermelho IAC 15 was more effective in dry matter production and for Cu and Mn utilization when combined with the rootstocks 'ES 26' e 'ES 23' respectively.

Key words: Coffee, grafting, micronutrients, nutrition efficiency.

Introdução

A deficiência de micronutrientes em uma cultura pode causar desequilíbrios no metabolismo vegetal tornando as plantas mais sensíveis a pragas e doenças, ocasionando um aumento nos gastos com defensivos e onerando o custo da cultura. Na cultura do café, a falta de micronutrientes pode provocar diminuição no crescimento da planta e quebra de até 30% na produção (Malavolta, 1986).

O boro é um micronutriente com função estrutural no apoplasto e está envolvido no metabolismo de fenóis e de lignina, além de participar da elongação e divisão celular e da diferenciação dos tecidos (Marschner, 1995). Já o zinco, é um elemento que sob deficiência causa encurtamento dos internódios da base do ramo para a ponta (Malavolta et al., 1993) tornando as folhas novas menores, levemente coriáceas e quebradiças (IBC, 1985). O Cobre, apesar de ser um nutriente exigido em pequenas quantidades, apresenta função ligada as reações redox (Marschner, 1995) e tem importância na

nutrição mineral, em processos bioquímicos e fisiológicos da planta. O manganês é um elemento que pode substituir o magnésio na ativação de várias enzimas, além de participar da evolução do O₂ na fotossíntese (Marschner, 1995). A sua deficiência pode provocar redução na quantidade de frutos (Malavolta, 1997), que é explicado pela grande demanda das flores por esse nutriente, superando os micronutrientes boro e zinco (Malavolta, 2002).

Os diferentes comportamentos existentes na nutrição de plantas implicam a existência de uma distinção nos mecanismos de absorção, translocação e redistribuição dos nutrientes, bem como na sua utilização nos vários processos metabólicos, o que permitirá que a planta se desenvolva adequadamente de acordo com as suas necessidades (Clarkson & Hanson (1980).

Em experimento de enxertia de *C. arabica* sobre progênies de *C. canephora* e de *C. congensis* Froenher, Fahl et al. (1998) verificaram que as plantas enxertadas apresentavam menores teores de manganês do que as não enxertadas.

Diferenças inerentes à absorção de água e nutrientes e à resposta em crescimento podem ocorrer entre espécies, procedências, progênies e clones de cafeeiro. Assim, uma boa combinação porta-enxerto/copa pode suscitar plantas com maior eficiência nutricional, sem, contudo, comprometer a produtividade. Isso é um fator importante principalmente em solos pobres, intemperizados, onde a concentração de micronutrientes é muito baixa.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as diferenças genéticas na eficiência de absorção e utilização de boro, zinco, cobre e manganês em mudas enxertadas de cafeeiro, cultivados em vasos em ambiente aberto.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no viveiro de café do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Utilizaram-se como enxertos, quatro genótipos de *C. arabica*: Catuaí Vermelho IAC 15 ('Catuaí 15') e Oeiras MG 6851 ('Oeiras') e os híbridos H419-10-3-4-4 ('H419') e H514-5-5-3 ('H514') do programa de melhoramento da EPAMIG/UFV. Como porta-enxerto foram empregados cinco progênies famílias de meio-irmãos de clones de *C. canephora* cv. Conilon: 'ES 21', 'ES 36', 'ES 26', 'ES 23' e 'ES 38', do programa de melhoramento de café robusta do INCAPER.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizados com 24 tratamentos e 3 repetições, sendo quatro pés-francos e 20 combinações de enxertia (4 enxertos combinados com os cinco porta-enxertos) Utilizou-se o teste "t" de Student, a 5% de probabilidade para comparação entre as médias.

A semeadura foi feita em caixas com areia fina, as quais foram colocadas em casa de vegetação até que as plântulas atingissem o estágio "palito de fósforo", ocorrendo 60 dias após a semeadura para o enxerto e 75 dias para o porta-enxerto. Depois deste período, efetuaram-se as enxertias do tipo hipocotiledonar, conforme Moraes & Franco (1973). Após a enxertia, as plantas enxertadas juntamente com as não enxertadas (pés-francos) foram transplantadas para sacolas plásticas de 11 x 22 cm e mantidas em câmara de nebulização fechada por um período de 12 dias. A seguir, retiraram-se as plantas da câmara, colocando-as em ambiente aberto, onde permaneceram por 15 dias sob sombrite e 15 dias a pleno sol, para aclimação. Neste local, as mudas passaram por irrigações periódicas. Depois de aclimatadas, no estágio de 3 pares de folhas, as mudas foram transplantadas para os vasos após a seleção quanto à uniformidade de tamanho e vigor da planta, colocando-se uma muda por vaso.

O substrato utilizado tanto para sacolas plásticas quanto para os vasos foi terra com areia peneirada (lavada) e esterco de galinha na proporção de 3:1:1 respectivamente.

A irrigação foi realizada diariamente nos primeiros dias e posteriormente de acordo com a exigência das plantas de maneira que não ocorresse nem excesso nem falta de água. O controle de pragas e doença foi realizado de forma preventiva. A adubação foi realizada com base na marcha de acúmulo de nutrientes para plantas das variedades Catuaí e Mundo Novo, conforme Malavolta (1993).

A colheita foi efetuada 170 dias após o transplantio para os vasos, separando-se a planta em raízes, caule e folhas. O material colhido foi lavado, seco em estufa com circulação forçada de ar a 70°C, por 72 horas, pesado e triturado em moinho tipo Wiley. O boro foi analisado após digestão das amostras por via seca em mufla a 550 °C e determinado por colorimetria. Para determinação dos teores de zinco, cobre e manganês o material foi digerido em mistura nítrico-perclórica (Johnson & Ulrich, 1959). Para a determinação de seus teores utilizou-se a espectrofotometria de absorção atômica (Malavolta et al., 1997). A partir do conteúdo dos nutrientes na planta e da matéria seca, foram calculados os índices: a) eficiência de utilização de nutriente = (matéria seca total produzida²/conteúdo total do nutriente na planta); b) eficiência de absorção = (conteúdo total do nutriente na planta/comprimento de raiz).

Resultados e Discussão

Para o boro, observou-se redução da eficiência de absorção deste nutriente nas combinações de enxertia com Oeiras, com exceção da combinação Oeiras/ES 26. Quanto à eficiência de utilização de boro as Combinações Catuaí 15/ES 23 e H419/ ES 26 tiveram aumento em relação ao pé-franco. Com relação ao conteúdo total de Boro apenas a combinação Catuaí 15/ES 26 suplantou o pé-franco, enquanto que as enxertias H419/ES 21, H419/ES 36 e todas as combinações com H514 e Oeiras com exceção do H514/ES21 e Oeiras/ES 26 tiveram redução quando comparados com os respectivos pés-francos (Tabela 1).

Quanto à absorção de Zn as combinações H419/ES 23 e todas as combinações com Oeiras, com exceção do Oeiras/ES 26 apresentaram redução quando comparadas com os respectivos pés-francos. Já com relação à eficiência de utilização, a combinação Catuaí 15/ES 26 superou o pé-franco enquanto que as combinações H 419/ES 21 e H419/ES23 tiveram redução. Quanto ao conteúdo total de zinco todas as combinações com Oeiras apresentaram diminuição quando comparadas com o respectivo pé-franco com exceção da combinação Oeiras/ES 26 (Tabela 1).

Com relação ao cobre, as combinações Catuaí 15/ES 23, H514/ES 36, H514/ES 38 suplantaram os respectivos pés-francos. Quanto à utilização deste nutriente as combinações Catuaí 15/ ES 26, Catuaí 15/ES 23, Catuaí 15/ES 38, H 419/ES 21, H514/ES 36, H514/ES 26, H514/ES 38, Oeiras/ES 21, Oeiras/ES 26, Oeiras/ES 23, Oeiras/ES 38 tiveram redução quando comparados com os respectivos pés-francos. Em relação ao conteúdo total as combinações Catuaí 15/ES 26 e Catuaí 15/ES 23 tiveram aumento em relação ao pé-franco enquanto que as combinações H419/ES 23 e H419/ES 38 constatou-se redução no conteúdo de Cobre (Tabela 2).

Os mecanismos responsáveis pela eficiência de absorção podem diferir entre as espécies. Para Fohse et al. (1988) determinados genótipos produzem sistema radicular extensivo enquanto outros têm alta capacidade de absorção por unidade de comprimento radicular, ou seja, alto influxo de nutrientes.

Quanto ao Mn, houve redução da absorção deste nutriente nas combinações Catuaí 15/ES 26, Catuaí 15/ES 38 e todas combinações com Oeiras quando comparados com os respectivos pés-francos. Quanto à eficiência de utilização de Mn verificou-se que as combinações Catuaí 15/ES 26, Catuaí 15/ES 23, H419/ES 36, H419/ES26 e H514/ES 26 superaram os respectivos pés-francos. Analisando o conteúdo total de Mn, todas as combinações de enxertia com exceção do Catuaí 15/ES 36, Catuaí 15/ES 26 e Catuaí 15/ES 23 tiveram redução quando comparadas com os pés-francos (Tabela 2).

Para Wilson (1987), plantas da espécie de *C. canephora* são mais sensíveis ao manganês do que as de *C. arabica*. No entanto, a diminuição da absorção de Mn nas combinações de enxertia pode ter ocorrido por fatores ligados à seletividade do sistema radicular das mesmas.

A enxertia proporcionou aumento na matéria seca de raízes nas combinações Catuaí 15/ES 26 e Catuaí 15/ES 23, enquanto que as combinações H 419/ES 36, H 419/ES 23, H 419/ES 38 e todas as combinações com H 514 apresentaram redução quando comparadas com as plantas controles. Com relação à produção de matéria seca da parte aérea e total, os resultados foram parcialmente semelhantes, ocorrendo aumento da biomassa para a variedade Catuaí 15 quando enxertado nas progênies ES 26 e ES 23 e redução nas enxertias Catuaí 15/ES 38, H419/ES 21, H419/ES 23, H419/ES 38, H514/ES 23, H514/ES 38 e todas as combinações com Oeiras. (Tabela 3).

Avaliando a eficiência nutricional de plantas enxertadas de cafeeiro em cultivo hidropônico, Tomaz et al. (2006) verificou que dependendo da combinação enxerto/porta-enxerto a absorção, translocação e utilização de Zn, Cu e Mn pode variar.

Tabela 1. Eficiência quanto à absorção (EAB), utilização (EUB) e conteúdo total de boro (CTB) e eficiência quanto à absorção (EAZn), utilização (EUZn) e conteúdo total de zinco (CTZn) em materiais de café não enxertados (pé-franco) e enxertados em diversas combinações, cultivados em vasos.

CONTRASTES	EAB	EUB	CTB	EAZn	EUZn	CTZn
	$\mu\text{g m}^{-1}$	$\text{g}^2 \mu\text{g}^{-1}$	mg planta^{-1}	$\mu\text{g m}^{-1}$	$\text{g}^2 \mu\text{g}^{-1}$	mg planta^{-1}
Catuaí 15 (pé-franco)	34,20	1,35	32,48	12,58	3,70	11,64
vs Catuaí 15/ ES 21	37,14 ^{ns}	1,36 ^{ns}	30,14 ^{ns}	13,09 ^{ns}	3,81 ^{ns}	10,54 ^{ns}
vs Catuaí 15/ ES 36	39,46 ^{ns}	1,56 ^{ns}	30,49 ^{ns}	14,44 ^{ns}	4,32 ^{ns}	11,16 ^{ns}
vs Catuaí 15/ ES 26	29,88 ^{ns}	1,52 ^{ns}	40,26*	10,27 ^{ns}	4,73 ^{ns}	13,73 ^{ns}
vs Catuaí 15/ ES 23	31,56 ^{ns}	1,95*	29,59 ^{ns}	11,67 ^{ns}	5,39*	10,99 ^{ns}
vs Catuaí 15/ ES 38	29,94 ^{ns}	1,19 ^{ns}	26,21 ^{ns}	10,80 ^{ns}	3,31 ^{ns}	9,46 ^{ns}
H 419-10-3-4-4 (pé-franco)	28,31	1,45	46,15	7,37	5,51	12,19
vs H 419 / ES 21	24,25 ^{ns}	1,49 ^{ns}	35,15*	10,19 ^{ns}	3,61*	14,67 ^{ns}
vs H 419 / ES 36	22,68 ^{ns}	2,02*	28,32*	10,23 ^{ns}	4,50 ^{ns}	12,48 ^{ns}
vs H 419 / ES 26	33,02 ^{ns}	1,70 ^{ns}	42,31 ^{ns}	10,51 ^{ns}	4,54 ^{ns}	13,58 ^{ns}
vs H 419 / ES 23	28,45 ^{ns}	1,64 ^{ns}	26,08*	12,90*	3,66*	11,77 ^{ns}
vs H 419 / ES 38	30,01 ^{ns}	1,46 ^{ns}	28,91*	10,90 ^{ns}	4,13 ^{ns}	10,24 ^{ns}
H 514-5-5-3 (pé-franco)	27,34	1,81	33,07	9,71	5,17	11,71
vs H 514 / ES 21	30,04 ^{ns}	1,86 ^{ns}	27,88 ^{ns}	12,44 ^{ns}	4,54 ^{ns}	11,58 ^{ns}
vs H 514 / ES 36	24,62 ^{ns}	2,11 ^{ns}	22,38*	12,03 ^{ns}	4,34 ^{ns}	10,94 ^{ns}
vs H 514 / ES 26	21,40 ^{ns}	2,05 ^{ns}	24,47*	8,26 ^{ns}	5,19 ^{ns}	9,49 ^{ns}
vs H 514 / ES 23	23,36 ^{ns}	1,86 ^{ns}	23,15*	9,44 ^{ns}	4,60 ^{ns}	9,35 ^{ns}
vs H 514 / ES 38	30,84 ^{ns}	1,74 ^{ns}	22,05*	12,58 ^{ns}	4,30 ^{ns}	8,90 ^{ns}
Oeiras (pé-franco)	44,94	1,41	38,53	19,4	3,28	16,62
vs Oeiras / ES 21	31,89*	1,31 ^{ns}	28,23*	10,62*	3,95 ^{ns}	9,40*
vs Oeiras / ES 36	25,64*	1,69 ^{ns}	24,97*	10,96*	4,07 ^{ns}	10,53*
vs Oeiras / ES 26	37,26 ^{ns}	1,14 ^{ns}	34,01 ^{ns}	14,98 ^{ns}	2,94 ^{ns}	13,19 ^{ns}
vs Oeiras / ES 23	28,4*	1,29 ^{ns}	25,38*	11,59*	3,73 ^{ns}	10,12*
vs Oeiras / ES 38	32,3*	1,14 ^{ns}	30,66*	11,95*	3,24 ^{ns}	11,45*
Coefficiente de Variação	16,6	16,4	15,5	23,8	22,1	20,8

* e ^{ns}: significativos e não significativos, respectivamente, pelo teste t de Student a 5%

Tabela 2. Eficiência quanto à absorção (EACu), utilização (EUCu) e conteúdo total de cobre (CTCu) e eficiência quanto à absorção (EAMn), utilização (EUMn) e conteúdo total de manganês (CTMn) em materiais de café não enxertados (pé-franco) e enxertados em diversas combinações, cultivados em vasos.

CONTRASTES	EACu	EUCu	CTCu	EAMn	EUMn	CTMn
	$\mu\text{g m}^{-1}$	$\text{g}^2 \mu\text{g}^{-1}$	mg planta^{-1}	$\mu\text{g m}^{-1}$	$\text{g}^2 \mu\text{g}^{-1}$	mg planta^{-1}
Catuai 15 (pé-franco)	2,27	20,83	2,08	50,89	0,91	47,44
vs Catuai 15/ ES 21	3,07 ^{ns}	16,54 ^{ns}	2,45 ^{ns}	44,92 ^{ns}	1,12 ^{ns}	36,08*
vs Catuai 15/ ES 36	3,04 ^{ns}	19,68 ^{ns}	2,37 ^{ns}	53,79 ^{ns}	1,13 ^{ns}	41,93 ^{ns}
vs Catuai 15/ ES 26	2,82 ^{ns}	16,24*	3,83*	33,26*	1,38*	44,74 ^{ns}
vs Catuai 15/ ES 23	3,64*	17,25 ^{ns}	3,40*	48,77 ^{ns}	1,29*	45,51 ^{ns}
vs Catuai 15/ ES 38	2,49 ^{ns}	14,34*	2,19 ^{ns}	35,21*	1,01 ^{ns}	30,80*
H 419-10-3-4-4 (pé-franco)	2,06	20,06	3,36	39,30	1,04	64,09
vs H 419 / ES 21	2,39 ^{ns}	15,10*	3,49 ^{ns}	35,02 ^{ns}	1,02 ^{ns}	50,84*
vs H 419 / ES 36	2,49 ^{ns}	18,31 ^{ns}	3,08 ^{ns}	35,07 ^{ns}	1,35*	42,56*
vs H 419 / ES 26	2,84 ^{ns}	19,59 ^{ns}	3,63 ^{ns}	40,26 ^{ns}	1,39*	51,97*
vs H 419 / ES 23	2,72 ^{ns}	17,23 ^{ns}	2,51*	40,72 ^{ns}	1,17 ^{ns}	37,32*
vs H 419 / ES 38	2,60 ^{ns}	17,64 ^{ns}	2,43*	46,91 ^{ns}	0,95 ^{ns}	44,48*
H 514-5-5-3 (pé-franco)	2,36	20,53	2,88	42,77	1,15	51,90
vs H 514 / ES 21	2,92 ^{ns}	19,25 ^{ns}	2,70 ^{ns}	42,60 ^{ns}	1,27 ^{ns}	39,64*
vs H 514 / ES 36	3,52*	14,74*	3,20 ^{ns}	39,93 ^{ns}	1,29 ^{ns}	36,24*
vs H 514 / ES 26	2,77 ^{ns}	15,11*	3,22 ^{ns}	29,65 ^{ns}	1,46*	33,86*
vs H 514 / ES 23	2,80 ^{ns}	16,12 ^{ns}	2,76 ^{ns}	34,87 ^{ns}	1,24 ^{ns}	34,62*
vs H 514 / ES 38	4,20*	13,21*	2,92 ^{ns}	44,82 ^{ns}	1,20 ^{ns}	31,66*
Oeiras (pé-franco)	3,10	20,59	2,68	78,87	0,80	67,79
vs Oeiras / ES 21	3,29 ^{ns}	13,07*	2,85 ^{ns}	45,48*	0,92 ^{ns}	39,67*
vs Oeiras / ES 36	2,43 ^{ns}	17,61 ^{ns}	2,38 ^{ns}	50,74*	0,89 ^{ns}	48,59*
vs Oeiras / ES 26	2,79 ^{ns}	15,35*	2,54 ^{ns}	47,13*	0,89 ^{ns}	43,51*
vs Oeiras / ES 23	3,08 ^{ns}	11,87*	2,74 ^{ns}	43,87*	0,85 ^{ns}	38,74*
vs Oeiras / ES 38	3,11 ^{ns}	12,07*	2,96 ^{ns}	47,22*	0,78 ^{ns}	44,63*
Coefficiente de Variação	19,4	16,5	15,5	18,6	15,5	13,9

* e ^{ns}: significativos e não significativos, respectivamente, pelo teste t de Student a 5%

Tabela 3. Matéria seca de raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total (MST) em materiais de café não enxertados (pé-franco) e enxertados em diversas combinações, cultivados em vasos.

CONTRASTES	MSR	MSPA	MST
	----- g / planta -----		
Catuai 15 (pé-franco)	37,23	170,07	207,30
vs Catuai 15/ ES 21	34,67 ^{ns}	165,63 ^{ns}	200,3 ^{ns}
vs Catuai 15/ ES 36	36,4 ^{ns}	179,67 ^{ns}	216,0 ^{ns}
vs Catuai 15/ ES 26	55,07*	192,26*	247,33*
vs Catuai 15/ ES 23	44,90*	194,77*	239,67*
vs Catuai 15/ ES 38	32,87 ^{ns}	143,67*	176,53*
H 419-10-3-4-4 (pé-franco)	59,27	198,87	258,13
vs H 419 / ES 21	57,6 ^{ns}	170,70*	228,30*
vs H 419 / ES 36	43,23*	193,33 ^{ns}	236,57 ^{ns}
vs H 419 / ES 26	55,9 ^{ns}	209,90 ^{ns}	265,80 ^{ns}
vs H 419 / ES 23	39,87*	166,73*	206,60*
vs H 419 / ES 38	44,90*	160,00*	204,90*
H 514-5-5-3 (pé-franco)	48,07	195,06	243,13
vs H 514 / ES 21	36,90*	187,13 ^{ns}	224,03 ^{ns}
vs H 514 / ES 36	36,13*	180,27 ^{ns}	216,40 ^{ns}
vs H 514 / ES 26	38,00*	182,00 ^{ns}	220,00 ^{ns}
vs H 514 / ES 23	37,30*	169,97*	207,27*
vs H 514 / ES 38	28,27*	166,53*	194,80*
Oeiras (pé-franco)	39,73	192,87	232,60
vs Oeiras / ES 21	37,97 ^{ns}	153,33*	191,30*
vs Oeiras / ES 36	40,93 ^{ns}	163,40*	204,33*
vs Oeiras / ES 26	41,47 ^{ns}	155,03*	196,50*
vs Oeiras / ES 23	36,70 ^{ns}	143,40*	180,10*
vs Oeiras / ES 38	33,50 ^{ns}	152,43*	185,93*
Coefficiente de Variação	9,44	7,79	7,58

* e ^{ns}: significativos e não significativos, respectivamente, pelo teste t de Student a 5%

Conclusões

- A eficiência nutricional das plantas de cafeeiro quanto ao B, Zn, Cu e Mn variou em função da combinação enxerto/porta-enxerto.
- A cultivar Oeiras MG 6851 não foi beneficiada por nenhuma enxertia quanto a eficiência nutricional, apresentando redução da matéria seca total em todas as combinações enxerto/porta-enxerto.
- A variedade Catuaí Vermelho IAC 15 combinada com os porta-enxertos 'ES 26' e 'ES 23' foi beneficiada na produção de matéria seca e na eficiência de utilização de B e Zn, respectivamente.

Referências Bibliográficas

CLARKSON, D. T. & RANSON, J. B. The mineral nutrition of higher plants. **Annual Review Physiology**, Palo Alto, v.31, p.239-298, 1980.

FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C.; GALLO, P.B.; COSTA, W.M.; NOVO, M.C.S.S. Enxertia de *Coffea arabica* sobre Progênies de *C. canephora* e de *C. congensis* no crescimento, nutrição mineral e produção. **Bragantia**, Campinas, v.57, n.2, p.297-312, 1998.

FÖHSE, D. et al. A. Phosphorus efficiency of plants. **Plant Soil**, v.110, p.101-109, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura do café no Brasil**: manual de recomendações. 5 Ed. Rio de Janeiro: IBC, 1985, 580p.

JOHNSON, C.M.; ULRICH, A. **Analytical methods for use in plants analyses**. Los Angeles, University of California, 1959, p.32-33. (Bulletin, 766)

MALAVOLTA, E. **Micronutrientes na adubação**. Paulínia, Nutriplant Indústria e Comércio, 1986, 70p.

MALAVOLTA, E.; FERNANDES, D.R.; ROMERO, J.P. Seja doutor do seu cafezal. **Informações Agronômicas**, v.64, p.1-12, 1993.

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

MALAVOLTA, E.; FAVARIN, J. L.; MALAVOLTA, M.; CABRAL, C. P.; HEINRICH, R.; SILVEIRA, J. S. M. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.7, n.7, p.1017-1022, 2002.

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

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

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**, Viçosa, v.30, p. 377-384, 2006.

WILLSON, K.C. Mineral nutrition and fertilizer needs. In: CLIFFORD, M.M.N & WILLSON, K.C., eds. **Coffee: botany, biochemistry and productions of beans and beverage**. London, Croom Helm, 198. p.135-156.