

AVALIAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE CÁLCIO E MAGNÉSIO EM MUDAS DE *Coffea arabica* e *Coffea Canephora* ⁽¹⁾

TOMAZ, M.A.⁽²⁾; SOUZA, C.M.⁽³⁾; SAKIYAMA, N.S.⁽⁴⁾ e FERARI, R.B.⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor na UFV; ⁽²⁾ Estudante de Doutorado do Departamento de Fitotecnia - UFV; <matomaz@alunos.ufv.br>; ⁽³⁾ Professor do Departamento de Fitotecnia – UFV; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Fitotecnia – UFV; ⁽⁵⁾ Estudante de Mestrado do Departamento de Fitotecnia – UFV.

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento radicular e a eficiência de Ca e Mg em mudas de *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, em solução nutritiva. O experimento foi instalado em casa de vegetação por um período de 170 dias, utilizando-se o método circulante de solução nutritiva e areia como substrato. O delineamento experimental foi em blocos casualizados. Foram utilizados os seguintes genótipos de *Coffea arabica* L.: as variedades Catuaí Vermelho IAC 15, Oeiras MG 6851, Mundo Novo IAC LCMP 376-4-32, as linhagens H 419-10-3-1-5, H 514-5-5-3 e também três genótipos de *Coffea canephora*: Apoatã LC 2258, Conillon Muriaé-1, Robustão Capixaba (Emcapa 8141). A cultivar Oeiras teve maior produção de biomassa do sistema radicular, ocasionando maiores valores de peso de matéria seca e superfície de raiz, em cultivo hidropônico. Para as variáveis peso de matéria seca da parte aérea e eficiência de uso de cálcio os genótipos Oeiras, H 419-10-3-1-5, Mundo Novo e Apoatã tiveram desempenho superior ao das demais plantas. Com relação à eficiência nutricional de magnésio, os genótipos Oeiras, H 419-10-3-1-5, Mundo Novo, Apoatã e Emcapa 8141 foram mais eficientes no uso deste nutriente.

Palavras-chave: raiz, cultivo hidropônico, Oeiras.

ROOT SYSTEM AND NUTRITIONAL EFFICIENCY OF CALCIUM AND MAGNESIUM IN SEEDLINGS OF *Coffea arabica* AND *Coffea canephora*

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate, in hydroponic cultivation, the growth of the roots and nutritional efficiency of calcium and magnesium of young plants of *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. The experiment was installed in greenhouse for a period of 170 days using the circulant method of nutritive solution, and sand as substrate. The experimental design was random blocks. It was utilized the following genotypes of *C. arabica*: the varieties Catuaí Vermelho IAC 15 and Oeiras MG 6851 and Mundo Novo IAC LCMP 376-4-32 and the lines H 419-10-3-1-5, H 514-5-5-3 and were utilized three genotypes of *Coffea canephora* Pierre et Froenher: Apoatã LC 2258, Conillon Muriaé-1 and Robustão

Capixaba (Emcapa 8141). The cultivar Oeiras was the one that achieved the best performance the dry matter root. The genotypes Oeiras, H 419-10-3-1-5, Mundo Novo e Apoatã obtained positive effects regarding the dry matter root and efficiency calcium use. Regarding the use efficiency magnesium the genotypes Oeiras, H 419-10-3-1-5, Mundo Novo, Apoatã and Emcapa 8141 obtained the best effects.

Key words: roots, hidroponic cultive, Oeiras.

INTRODUÇÃO

A escolha criteriosa e adequada do genótipo de café a ser explorado é importante para elevar a capacidade produtiva e ter sucesso econômico, desde que cultivado em condições favoráveis. Outra característica importante para o desenvolvimento de uma planta é a eficiência do sistema radicular. Hoje, vê-se que a modificação da disponibilidade de nutrientes no solo é uma prática bem sucedida em determinadas circunstâncias, mas a estratégia para o futuro deverá explorar o potencial genético da planta na absorção e utilização dos nutrientes (Fageria et al., 1987).

O conhecimento do sistema radicular e a nutrição de plantas é de grande importância na aplicação de práticas de manejo do solo. Na cultura do cafeeiro, o sistema radicular, quando associado aos fatores edafoclimáticos, é fundamental para otimização de várias práticas, como adubações e aplicações de agrotóxicos de solo, tratos culturais, densidade de plantio, irrigação e cultivos intercalares. As raízes do cafeeiro são órgãos fundamentais, principalmente como elementos de suporte, de absorção de nutrientes e água e como órgãos de produção de várias substâncias orgânicas complexas, vitais à sua própria fisiologia e à da planta inteira.

Segundo Rena & Guimarães (2000), é natural esperar que o sistema radicular se modifique de acordo com a espécie, as variedades dentro da espécie e mesmo com a combinação enxerto/porta-enxerto. Outros fatores que afetam o sistema radicular são níveis de nutrientes no solo, preparo do solo, tipo de solo, umidade do solo e infestação por doenças e pragas (Fageria, 1998).

Genótipos de muitas espécies de plantas apresentam diferenças na absorção, translocação, acúmulo e uso dos nutrientes. As diferenças entre as plantas quanto à capacidade de absorver nutrientes são decorrentes da variação na magnitude e morfologia do sistema radicular, como também da cinética de absorção dos nutrientes. Variações nos parâmetros morfológicos de raiz (sistema radicular extensivo e eficiente) e nos cinéticos de absorção ($V_{\text{máx}}$, K_m e $C_{\text{mín}}$) são necessárias para operar os modelos que descrevem quantitativamente o processo de absorção dos nutrientes (Anghinoni et al., 1989).

Diferentemente da eficiência de absorção, a eficiência de utilização diz respeito à capacidade de utilização de nutrientes para a síntese de biomassa (Souza, 1994).

O solo é complexo e heterogêneo, variando em suas propriedades físicas, químicas e físico-químicas em pequenas distâncias verticais ou horizontais. Portanto, o uso do cultivo hidropônico em pesquisa é de grande importância, pois permite que se tenha um ambiente mais bem controlado, com maior homogeneidade nas propriedades do substrato, maior uniformidade no ambiente radicular, permitindo, dessa forma, uma avaliação mais precisa das variáveis de crescimento e nutrição das plantas (Martinez, 1999).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento radicular e eficiência de Ca e Mg em mudas de *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, em solução nutritiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, utilizando o processo hidropônico de cultivo em areia com o método circulante de fornecimento da solução nutritiva (Martinez, 1999).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 4 repetições, utilizando o teste Scott Knott a 5% de probabilidade para comparação entre médias.

Utilizaram-se os seguintes genótipos de *Coffea arabica*: as variedades Catuaí Vermelho IAC 15, Oeiras MG 6851, Mundo Novo IAC LCMP 376-4-32, as linhagens H 419-10-3-1-5, H 514-5-5-3 e também três genótipos de *Coffea canephora*: Apoatã LC 2258, Conillon Muriaé-1, Robustão Capixaba (Emcapa 8141).

A semeadura foi feita em caixas com areia fina e o material passou por irrigações periódicas até atingir o estágio “orelha de onça” (primeiro par de folhas expandidas), quando foi para casa de vegetação.

Na casa de vegetação o substrato utilizado foi areia peneirada, lavada e tratada com HCl (Muriático) concentrado comercial, para purificação do material. Os vasos utilizados foram cilíndricos, com capacidade de 3 litros.

Os sais foram pesados para o preparo das soluções concentradas (estoque). A solução utilizada foi a de Clark (1975) modificada, usando-se $N-NO_3^- = 5,7 \text{ mmol L}^{-1}$, $N-NH_4^+ = 1,0 \text{ mmol L}^{-1}$, $P-H_2PO_4^- = 0,1 \text{ mmol L}^{-1}$, $K^+ = 2,4 \text{ mmol L}^{-1}$, $Ca^{++} = 1,2 \text{ mmol L}^{-1}$, $Mg^{++} = 0,6 \text{ mmol L}^{-1}$, $S-SO_4^- = 0,7 \text{ mmol L}^{-1}$, $B = 19 \mu\text{mol L}^{-1}$, $Cu = 0,5 \mu\text{mol L}^{-1}$, $Fe = 40 \mu\text{mol L}^{-1}$, $Mn = 7 \mu\text{mol L}^{-1}$, $Mo = 0,086 \mu\text{mol L}^{-1}$, $Zn = 2,0 \mu\text{mol L}^{-1}$.

Cada vaso recebeu 2,0 L de solução nutritiva e, à medida que ocorria diminuição do volume da solução devido à evapotranspiração, fizeram-se reposições com água deionizada até completar novamente os 2,0 L. A circulação da solução nutritiva foi de 2 vezes ao dia. No decorrer do experimento, a cada mês, a força da solução (concentração do nutriente) foi aumentada para 1,5 x, 2,5 x, 3,0 x, respectivamente, da solução inicial. Os pHs das soluções foram mantidos a $5,5 \pm 0,5$, mediante ajustes diários com NaOH 1N durante o período experimental. As trocas das soluções foram feitas periodicamente, quando a condutividade elétrica atingia $60\% \pm 10\%$ da concentração inicial utilizada.

Após 170 dias do transplântio em vaso, retiraram-se as raízes do substrato com cuidado, lavando-as em água corrente e enxugando-as em papel-toalha, para medição do peso fresco. De cada raiz retirou-se uma amostra de aproximadamente 7% do peso fresco, a qual foi submetido à estimativa de comprimento total radicular pelo método da intercepção de linha descrito por Tennant (1975). Com o comprimento de raiz e diâmetro médio, efetuou-se o cálculo de superfície radicular, segundo Bohm (1979). O restante do material foi seco em estufa com ventilação forçada a 70°C , até atingir peso constante, para avaliar a produção de matéria seca. Após pesagem de matéria seca, os tecidos vegetais secos foram triturados em moinho, para avaliação da análise nutricional de cálcio e magnésio. Depois do conhecimento das concentrações e do conteúdo de Ca e Mg, foi calculada a eficiência nutricional das plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O genótipo Oeiras apresentou maiores peso da matéria seca de raiz (PMSR) e superfície de raiz (SR) que os demais genótipos (Quadro 1), provavelmente em razão de suas características genéticas (Tham et al., 1992), indicando ser este um genótipo mais vigoroso e, portanto, com perspectivas de maior produção, pois um sistema radicular mais extenso explora maior volume de solo, absorvendo mais água e nutrientes (Ramos e Lima, 1980; Ramos et al., 1982; Fageria, 1998). Em contrapartida, o genótipo Conillon M.1 apresentou os menores PMSR e SR entre os genótipos estudados.

Para a variável peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA), os genótipos Oeiras, H 419-10-3-1-5, Mundo Novo e Apoatã tiveram maior produção de biomassa. Catuaí 15, H 514-5-5-3, e Emcapa 8141 tiveram crescimento intermediário, e o Conillon M.1 teve biomassa inferior à dos demais.

Os genótipos Oeiras, H 419-10-3-1-5, Mundo Novo e Apoatã apresentaram maior peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) entre os genótipos estudados, e o genótipo Conillon M.1, o menor (Quadro 1). Isso indica que aqueles genótipos apresentaram maior eficiência (Correia et al., 1983).Dentre os genótipos estudados, Oeiras, H 419-10-3-1-5, Mundo Novo e Apoatã apresentaram as maiores eficiências

de uso de cálcio (EFUCa) (Quadro 2), em razão das duas melhores eficiências metabólicas, pois observa-se que não ocorreram diferenças na absorção e translocação deste elemento (EFACa e EFTCa) (Quadro 2) entre os genótipos, mas eles apresentaram maiores PMSPA (Quadro 1). Fageria & Morais (1987), avaliando cultivares de arroz na utilização de cálcio e magnésio em solos de cerrados, verificaram que as cultivares estudadas respondiam diferentemente à aplicação de calcário, ou seja, as plantas mais eficientes na utilização de cálcio e magnésio produziram acima da média das demais cultivares em baixo nível de Ca + Mg.

Analisando o Quadro 3, observa-se que os quatro genótipos anteriores e o genótipo Emcapa 8141 apresentaram maiores eficiências de uso de magnésio (EFUMg), e os genótipos Catuaí 15, H 514-5-5-3 e Conillon M.1, as menores (Quadro 3). Emcapa 8141 e Conillon M.1 foram menos eficientes na absorção de magnésio, não havendo diferenças entre os genótipos na translocação deste nutriente. Esses resultados podem estar associados à melhor eficiência metabólica dos genótipos que apresentaram maior PMSPA (Quadro 1). Deve-se frisar que a eficiência nutricional está relacionada aos processos de aquisição do nutriente, sua redistribuição interna e sua utilização no metabolismo (Duncan e Baligar, 1990), não bastando a planta ser eficiente somente na absorção. Para o magnésio isto torna-se mais importante, pois trata-se de um elemento de raio hidratado relativamente grande e energia de hidratação muito alta, o que faz com que sua afinidade por sítios de ligação na membrana plasmática seja particularmente baixa, principalmente quando em presença de outros cátions, determinando baixas taxas de absorção (Marschner, 1995). Sacramento et al.(1999) encontraram resultados semelhantes trabalhando com diferentes genótipos de tomateiros.

Quadro 1 - Valores médios de peso da matéria seca da raiz (PSR), peso de matéria seca da parte aérea (PSPA) e superfície de raiz dos genótipos de café em solução nutritiva

TRATAMENTOS	PMSR g	PMSPA cm ²	SR g
Catuaí 15	1,050 b	3119,335 b	3,693 b
Oeiras	1,728 a	5687,775 a	5,591 a
H419-10-3-1-5	1,034 b	3337,105 b	4,315 a
H514-5-5-3	0,935 b	2870,930 b	3,365 b
Mundo Novo	1,078 b	3403,288 b	4,601 a
Apoatã	1,251 b	2828,690 b	5,126 a
Conillon M.1	0,599 c	1550,143 c	1,952 c
Emcapa 8141	0,947 b	2769,583 b	3,627 b
G.L. resíduo 21	CV = 20,82	CV = 21,39	CV = 18,39

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Quadro 2 - Eficiência de uso de cálcio (EFUCa), eficiência de absorção de cálcio (EFACa) e eficiência de translocação de cálcio (EFTCa) dos genótipos de café em solução nutritiva

TRATAMENTOS	EFUCa	EFACa	EFTCa
	----- g ² mg ⁻¹ -----	----- mg g ⁻¹ -----	----- % -----
Catuaí 15	0,756 b	28,531 a	89,923 a
Oeiras	1,067 a	28,816 a	90,027 a
H419-10-3-1-5	0,945 a	30,247 a	90,252 a
H514-5-5-3	0,683 b	29,235 a	88,778 a
Mundo Novo	1,012 a	30,157 a	91,246 a
Apoatã	0,952 a	37,794 a	93,118 a
Conillon M.1	0,380 c	29,695 a	90,755 a
Emcapa 8141	0,702 b	31,576 a	92,085 a
G.L. resíduo 21	CV = 22,34	CV = 16,28	CV = 1,93

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Quadro 3 - Eficiência de uso de magnésio (EFUMg), eficiência de absorção de magnésio (EFAMg) e eficiência de translocação de magnésio (EFTMg) dos genótipos de café em solução nutritiva.

TRATAMENTOS	EFUMg	EFAMg	EFTMg
	----- g ² mg ⁻¹ -----	----- mg g ⁻¹ -----	----- % -----
Catuaí 15	1,571 b	13,658 a	68,566 a
Oeiras	2,352 a	13,141 a	67,816 a
H419-10-3-1-5	1,908 a	15,001 a	70,310 a
H514-5-5-3	1,341 b	14,849 a	70,420 a
Mundo Novo	2,255 a	13,521 a	71,096 a
Apoatã	2,745 a	12,749 a	69,915 a
Conillon M.1	1,213 b	9,849 b	66,686 a
Emcapa 8141	2,342 a	9,560 b	61,749 a
G.L. resíduo 21	CV = 22,19	CV = 13,88	CV = 8,64

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

CONCLUSÃO

Dentre os genótipos estudados, o Oeiras apresentou-se mais vigoroso e, portanto, mais promissor no que se refere à produtividade futura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGHINONI, I.; VOLKART, C. R.; FATTORE, N. & ERNANI, P. R. Morfologia de raízes e cinética da absorção de nutrientes em diversas espécies e genótipos de plantas. **R. Bras. Ci. Solo**, 13: 355-61, 1989.
- BOHM, W. **Methods of studying root systems**. New York: Spring-Verlag, 1979, 188p.
- CLARK, R. B. Characterization of phosphatase of intact morize roots. **J. Agric. Food Chem.**, 23:458-60, 1975.
- CORREIA, J. B., GARCIA, A. W. R. & COSTA, P. C. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 10, 1983, Poços de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1983. p. 117-83.
- DUNCAN, R. R. & BALIGAR, V. C. Genetics and physiological basis of nutrient uptake and use efficiency. In: BALIGAR, V.C.; DUNCAN, R.R., (Eds.). **Crops as enhancers of nutrient use**. New York: Academic Press, 1990. p.3-35.
- FAGERIA, N. K. & MORAIS, O. P. Avaliação de cultivares de arroz na utilização de cálcio e magnésio em solo de cerrado. **Pesq. Agropec. Bras.**, 22(7): 667-72, 1987.
- FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**. 2(1): 6-16, 1998.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MARTINEZ, H. E. P. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa**. Viçosa: UFV, 1999. 46p.
- RAMOS, L. C. S.; & LIMA, M. M. A. Avaliação da superfície relativa do sistema radicular de cafeeiros. **Bragantia**, 39(1): 1-5, 1980.
- RAMOS, L. C. S.; LIMA., M. M. A. & CARVALHO, A. Crescimento do sistema radicular e da parte aérea em plantas jovens de cafeeiros. **Bragantia**, 41(9): 91-9, 1982.
- RENA, A. B. & GUIMARÃES, P. T. G. Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 80p. - (EPAMIG. **Série Documentos**, 37).

- SACRAMENTO, L. V. S.; MARTINEZ, H. E. P.; MONNERAT, P. H. & OLIVEIRA, L. M. Absorção de magnésio por raízes destacadas de cultivares de tomateiro. **Sci. Agrícola**, 56(3): 509-15, 1999.
- SOUZA, M. E. Correlação adulto juvenil para eficiência nutricional e comportamento de clones de *Eucalyptus grandis* em dois níveis de fertilidade do solo. Viçosa: UFV, 1994.102p. (Tese de Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- TENNANT, D. A test of a modified line intersect method of estimating root length. **J. Applied Ecol.**, 63: 995-1001, 1975.
- THAM, K. C.; KADMIN, B.; YAU, P. Y.; WAN-OTHMAN, W. M.; AMBAK, K.; TING, C. C. & AHAMAD, Y. Root activity patterns of two coffee species (*Coffea liberica* and *Coffea robusta*) grown under different soil environments: a study using ³²P tracer technique. **MARDI Research Journal**, 20(1): 93-104, 1992.