

EFEITO DE SACAROSE E DE FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA NO SISTEMA RADICULAR DE MUDAS OBTIDAS POR ESTACAS CAULINARES DE *Coffea arabica* L.

Leonardo Luiz Oliveira¹; Dalysse Castanheira Toletto²; Tiago Teruel Rezende³; Samuel Pereira de Carvalho⁴; Julio Sílvio de Sousa Bueno Filho⁵; Darlan Einstein do Livramento⁶; Danielle Pereira Baliza⁷; Diego Rosa Baquião Maia⁸

¹Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, agrleonardo@yahoo.com.br

²Mestranda em Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, dalyssecastanheira@hotmail.com

³Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, tiago.teruel@yahoo.com.br

⁴Professor DSc, Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, samuelpc@dag.ufla.br

⁵Professor DSc, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, jssbueno@dex.ufla.br

⁶Professor DSc, Departamento de Engenharia/Agronomia, Fundação de Ensino Superior de Passos, Passos-MG, delivramento@yahoo.com.br

⁷Professora DSc, Departamento de Agricultura e Ambiente, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pombo-MG, danielle.baliza@ifsudestemg.edu.br

⁸Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Lavras - Lavras-MG, diego_drbrm@hotmail.com

RESUMO: O aperfeiçoamento da metodologia para a produção de mudas de *Coffea arabica* L. via propagação vegetativa por estaquia, em escala comercial, torna-se importante para a sua disponibilização e adoção pelos produtores, pois possibilita a exploração comercial de híbridos que apresentem características superiores às das cultivares comerciais. O objetivo com este trabalho foi avaliar o efeito do fornecimento gradual de nutrientes pelo fertilizante de liberação lenta e o efeito da sacarose, aplicada via foliar no desenvolvimento do sistema radicular de mudas obtidas por enraizamento de estacas caulinares. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com três repetições, oito estacas por parcela e 12 tratamentos em esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro doses da formulação 15-09-12 de Osmocote: ausência; 1,0; 2,0 e 3,0 gramas/tubete e três concentrações de açúcar: ausência; 2,5 e 5,0 %. Utilizou-se de estacas caulinares da cultivar Acaia Cerrado MG 1474 com cinco centímetros de comprimento e um par de folhas reduzidas à metade da área foliar. Após 138 dias da instalação do experimento foram realizadas avaliações no sistema radicular. De acordo com os resultados, observou-se que a sacarose e o osmocote tiveram efeito no sistema radicular, aumentando a massa seca das raízes e a quantidade de radículas.

PALAVRAS-CHAVE: Propagação vegetativa, análise de imagens, Safira .

EFFECT OF SUCROSE AND SLOW RELEASING FERTILIZER ON THE ROOT SYSTEM OF PLANTS OBTAINED BY STEM CUTTINGS OF *Coffea arabica* L.

ABSTRACT: The improving the methodology for the production of seedlings of *Coffea arabica* L. by vegetative propagation by stem cuttings, on a commercial scale, becomes important for its provision and adoption by farmers because it allows the commercial of hybrids that have characteristics superior to those of commercial cultivars. The the aim of this work was to evaluate the effect of gradual supply of nutrients from slow release fertilizer and the effect of sucrose, to leaves applied in the development of the root system of seedlings obtained by rooting cuttings. The experiment was installed in a completely randomized design with three replicates, eight cuttings per plot and 12 treatments in a 4 x 3 factorial, four doses of the formulation of Osmocote 15-09-12: absence, 1.0, 2.0 and 3, 0 grams / "tubete" and three concentrations of sugar: zero, 2.5 and 5.0%. It was used stem cuttings of Acaia Cerrado MG 1474 with five inches long and a couple of leaves reduced to half the leaf area. After 138 days of installation of the experiment were evaluated in the root system. According to the results, it was found that sucrose and osmocote have taken effect in the root system, increasing the dry mass of the root and the amount of rhizoid.

KEY-WORDS: Vegetative propagation, image analysis, Safira.

INTRODUÇÃO

A propagação de cafeeiros por clonagem, por meio de estaquia vem sendo utilizada há vários anos para *Coffea canephora* Pierre, devido às vantagens proporcionadas por esta técnica em relação à propagação por semente. Alguns genótipos-elite de cruzamentos híbridos de *Coffea arabica* têm-se mostrado resistentes à ferrugem, com maturação mais uniforme, alta produtividade e porte baixo, justificando sua propagação vegetativa para o auxílio nos programas de melhoramento ou mesmo como atividade comercial, para que se consiga explorar essas características (Jesus, 2003).

Uma técnica viável para a propagação de híbridos de café (*C. arabica*) em escala é a propagação vegetativa via enraizamento de estacas, como se faz em *C. canephora*, pela qual é possível conservar características desejáveis de plantas matrizes selecionadas. As adaptações do manejo das estacas de *C. arabica* antes e durante o processo de

enraizamento é de grande importância para que se possa obter uma redução do período de formação das mudas, tornando assim esta técnica mais eficiente e viável (Rezende et al., 2010; Baliza et al., 2010; Oliveira et al., 2010). Neste trabalho o objetivo foi avaliar o efeito do fornecimento gradual de nutrientes pelo fertilizante de liberação lenta, aplicado no substrato de enraizamento, o efeito da sacarose aplicada via foliar no desenvolvimento e crescimento do sistema radicular.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras – MG. O experimento foi instalado em casa de vegetação equipada com microaspersores, com controle automático da umidade relativa do ar (entre 85 a 90%) e da temperatura (24 °C).

Para a obtenção do material propagativo utilizou-se estacas sadias de ramos ortotrópicos da cultivar Acaia Cerrado MG 1474, com cerca de cinco centímetros de comprimento, obtidas de ramos ortotrópicos de plantas matrizes com cerca de 10 anos de idade, localizadas na área experimental da Universidade Federal de Lavras. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com três repetições, oito estacas por parcela e 12 tratamentos em esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro doses de Osmocote: ausência; 1,0; 2,0 e 3,0 gramas/tubetes e três concentrações de açúcar: ausência; 2,5 e 5,0%. Os tratamentos foram constituídos por todas as possíveis combinações dos níveis dos fatores.

Utilizou-se a formulação 15-09-12 + 0,06% Mg; 2,3% S; 0,05% Cu; 0,45% Fe; 0,06% Mn e 0,02% Mo do fertilizante Osmocote Plus®. A aplicação foi realizada toda no momento da mistura do substrato de enraizamento. A aplicação da solução de sacarose foi realizada no período de 21 em 21 dias, a partir da instalação do experimento. O açúcar foi diluído em água nas concentrações acima citadas.

A preparação das estacas foi feita segundo Jesus (2003), de forma a terem um par de gemas vegetativas e um par de folhas cortadas a 1/2 de sua área. Como tratamento fitossanitário as estacas foram mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio a 0,05% por dez minutos e posteriormente, lavadas para retirar o excesso da solução. As bases das estacas foram imersas em talco contendo o Ácido-Indol-Butírico (AIB), e então colocadas em tubetes de 120 ml contendo substrato de areia:vermiculita na proporção de 1:1 mais as doses de Osmocote Plus®.

Durante a condução do experimento foram realizadas duas aplicações do fungicida a base de tiofanato-metílico (Cercobin®) a 0,002% e bactericida a base de Oxitetraciclina (Agrimaicin 500®) a 0,002%, sendo a primeira após a instalação do experimento e a segunda após 30 dias.

Aos 138 dias após a instalação o experimento foi encerrado, e na ocasião foram feitas as coletas dos materiais para as avaliações, sendo realizada as seguintes avaliações :

- Massa seca das raízes (MSSR);
- Volume do sistema radicular (VSR);
- Área superficial do sistema radicular (ASR);
- Comprimento de raízes em diferentes classes de diâmetro (CSR);

Para a obtenção do VSR, ASR e CSR foram utilizadas imagens escaneadas do sistema radicular que foram avaliadas por meio do software Safira.

As análises estatísticas foram realizadas por meio do software R (R Development Core Team, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise da variância para a variável massa seca das raízes de mudas obtidas por estaquia é apresentado na Tabela 1, assim como a análise da variância do modelo de superfície de resposta ajustado.

Tabela 1. Análise da variância para a variável massa seca das raízes (g/planta), Lavras-MG

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
(Tratamento)	(11)	(0,0157)	(0,0014)	(4,1284)	(0,0018)
Osmocote	3	0,0069	0,0023	6,6307	0,0020
Sacarose	2	0,0029	0,0015	4,2525	0,0263
Osm*Sac	6	0,0059	0,0010	2,8360	0,0313
Modelo superfície de resposta	7	0,0136	0,0019	5,6115	0,0006
Falta de Ajuste	4	0,0021	0,0005	1,5331	0,2244
Resíduo	24	0,0083	0,0003		
Total	35	0,0240			

CV = 21,66%

Análises da variância e da regressão para as variáveis volume do sistema radicular, área superficial das raízes e comprimento de raízes com diâmetro < 0,5 mm, entre 0,5-1,0 mm, entre 1,0-1,5 mm e entre 1,5-2,0 mm são apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4, respectivamente.

Tabela 2. Análise da variância para a variável volume das raízes (cm³/planta) e para os modelos de regressão, Lavras-MG.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc	R ²
(Tratamento)	(11)	(0,2883)	(0,0262)	(5,7708)	(0,0002)	
(Osmocote)	(3)	(0,1975)	(0,0658)	(14,4958)	(0,0000)	
Recíproco	1	0,1798	0,1798	39,5830	0,0000	0,91
Falta de ajuste	2	0,0177	0,0089	1,9510	0,1640	
(Sacarose)	(2)	(0,0441)	(0,0221)	(4,8555)	(0,0170)	
Cosseno	1	0,0374	0,0374	8,2410	0,0080	0,85
Falta de ajuste	1	0,0067	0,0067	1,4690	0,2370	
(Osm*Sac)	(6)	(0,0467)	(0,0078)	(1,7133)	(0,1611)	
Resíduo	24	0,1090	0,0045			
Total	35	0,3973				

CV = 22,54%

Tabela 3. Análise da variância para a variável área superficial das raízes (cm²/planta) e para os modelos de regressão, Lavras-MG.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc	R ²
(Tratamento)	(11)	(404,6200)	(36,7836)	(5,4608)	(0,0003)	
(Osmocote)	(3)	(283,4500)	(94,4850)	(14,0264)	(0,0000)	
Recíproco	1	248,0239	248,0239	36,8190	0,0000	0,88
Falta de ajuste	2	35,4303	17,7152	2,6300	0,0930	
(Sacarose)	(2)	(48,7400)	(24,3700)	(3,6178)	(0,0423)	
Cosseno	1	39,5767	39,5767	5,8750	0,0230	0,81
Falta de ajuste	1	9,1639	9,1639	1,3600	0,2550	
(Osm*Sac)	(6)	(72,4300)	(12,0710)	(1,7920)	(0,1433)	
Resíduo	24	161,6700	6,7360			
Total	35	566,2900				

CV = 20,61%

Tabela 4. Análises da variância para as variáveis comprimento de raízes com diâmetro < 0,5 mm, entre 0,5-1,0 mm, entre 1,0-1,5 mm e entre 1,5-2,0 mm de mudas de cafeeiros obtidas por enraizamento de estacas, Lavras-MG, 2013

FV	GL	< 0,5		0,5-1,0		1,0-1,5		1,5-2,0	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Osmocote	3	602,770	0,007	150,471	0,000	17,837	0,001	2,939	0,000
Sacarose	2	61,580	0,603	45,388	0,069	6,341	0,072	0,887	0,051
Osm*Sac	6	104,880	0,524	34,556	0,070	2,766	0,301	0,587	0,074
Resíduo	24	119,170		15,153		2,151		0,262	
CV (%)		34,57		19,7		27,49		33,97	

Para a variável MSSR a interação entre osmocote e sacarose foi significativa, e então, procedeu-se ao ajuste de um modelo de superfície de resposta, o gráfico de contorno da superfície ajustada é apresentado na Figura 1. Para as variáveis VSR e ASR procedeu-se ao ajuste do modelo de regressão recíproca, para o fator osmocote e para o fator sacarose ajustou-se o modelo cosseno (Tabelas 2 e 3, respectivamente). O modelo recíproco foi significativo e o teste da falta de ajuste não foi significativo, tanto para VSR quanto para ASR. Este modelo explicou aproximadamente 91 e 88% da variação das doses osmocote sobre a variação do VSR e da ASR, respectivamente. Para a sacarose, o modelo de regressão cosseno foi significativo e pode ser utilizado para explicar as variações de ambas as variáveis, devidas à

variação das concentrações de sacarose, explicando cerca de 85 e 81% da variação total do VSR e da ASR, respectivamente. Na Figura 2 são apresentados os modelos de regressão ajustados para as variáveis VSR e ASR. Para todas as classes de diâmetro houve efeito significativo para osmocote, para o fator sacarose apenas houve efeito significativo na classe de diâmetro de 1,5-2,0 mm (Tabela 4). Os valores médios ajustados para cada classe de diâmetro em função das doses de osmocote e das concentrações de sacarose são apresentados nas Figura 3, respectivamente.

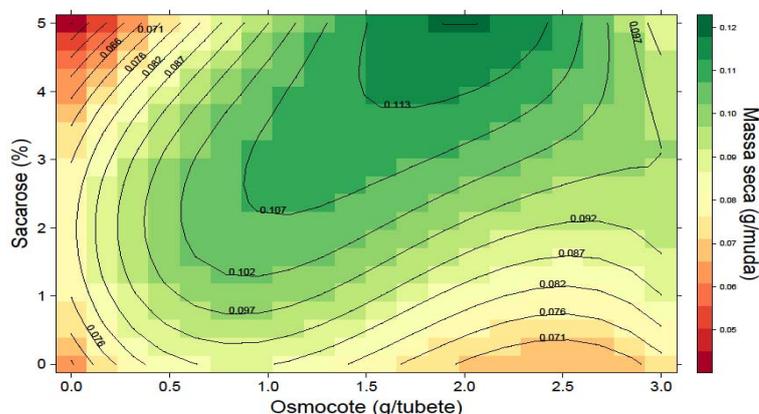


Figura 1. Gráfico de contorno da superfície de resposta para a massa seca das raízes em função de osmocote e sacarose.

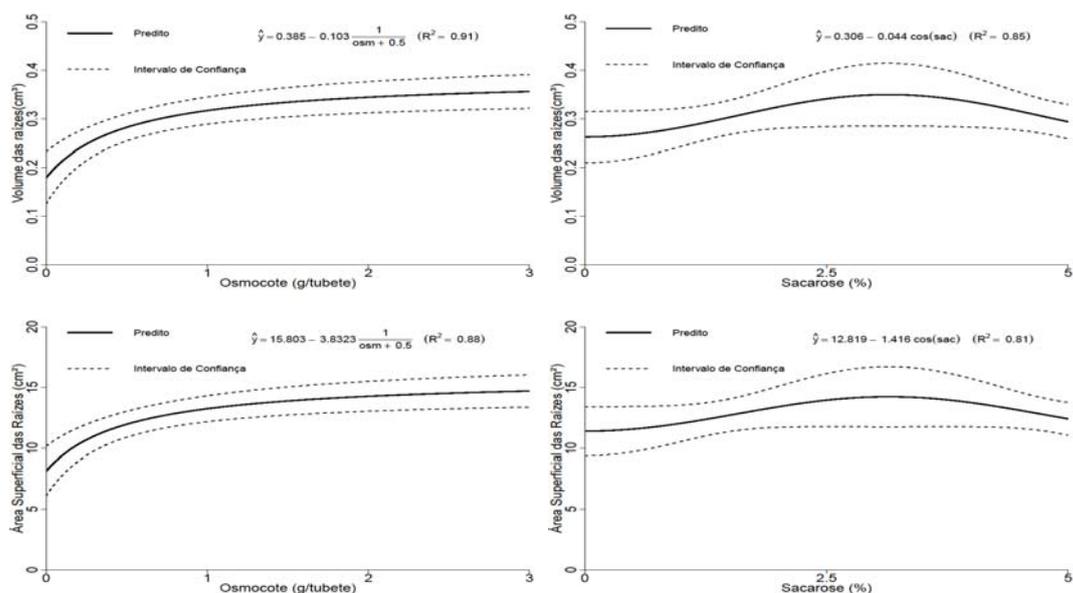


Figura 2. Equações ajustadas para o volume das raízes e área superficial das raízes de cafeeiro obtidas por estaquia em função de doses de osmocote e sacarose.

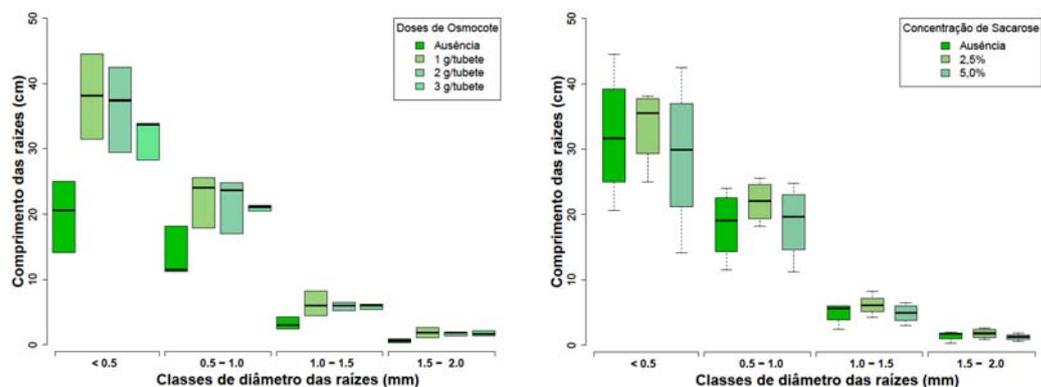


Figura 3. Box-Plot com os valores médios estimados do comprimento das raízes em diferentes classes de diâmetro.

Na produção de mudas de cafeeiros por sementes em tubetes de 120 ml, Barbizan et al. (2002) estudaram o uso da fertirrigação e o uso de adubo de liberação lenta no desenvolvimento da muda e observaram que para o sistema radicular a fertirrigação não apresentou efeito, apenas teve efeito na parte aérea, enquanto que o fornecimento de nutriente pelo fertilizante de liberação lenta apresentou efeito significativo tanto para a parte aérea quanto para o sistema radicular. A sacarose não teve influência no comprimento das raízes finas (diâmetro < 0,5 mm) e nas demais classes, a concentração de 2,5% proporcionou um pequeno aumento no comprimento das raízes O fornecimento de osmocote aumentou o comprimento de raízes em todas as classes de diâmetro), independentemente da dose utilizada. Mais de 85% do comprimento total das raízes apresentam raízes com diâmetro inferior a 1 mm e cerca de 10% do comprimento total de raízes apresentam raízes com diâmetro entre 1,0-2,0 mm independentemente da dose de osmocote utilizada. Provavelmente esta seja uma característica própria da planta, visto que alguns autores encontraram resultados semelhantes a este. Finer, Messier e Grandpré (1997) observaram que, em coníferas, mais de 90% do comprimento total das raízes eram de diâmetro inferior a 1,00 mm. Jesus, Carvalho e Soares (2006) estudando o sistema radicular de mudas de cafeeiros obtidos por estaquia e por sementes, observaram que mais de 98% do comprimento total de raízes constituíam de raízes finas, com diâmetro inferior a 2,0 mm, tanto nas mudas de estacas quanto nas de sementes. A sacarose não teve influência no comprimento das raízes finas (diâmetro < 0,5 mm) e nas demais classes, a concentração de 2,5% proporcionou um pequeno aumento no comprimento das raízes (Figura 3). O fornecimento de osmocote aumentou o comprimento de raízes em todas as classes de diâmetro (Figura 3), independentemente da dose utilizada. A absorção de nutrientes pela planta é feita por raízes finas, enquanto as de maior calibre são responsáveis pela absorção de água. No fornecimento de sacarose em concentrações crescentes na ausência de osmocote às mudas, a massa seca do sistema radicular teve um ganho máximo quando se forneceu sacarose a 2,5%, e posteriormente a esta concentração o ganho foi reduzido. No entanto, ao se associar o fornecimento de sacarose e osmocote, observa-se na Figura 2, que o ponto máximo de massa seca foi obtido com as doses de 2 g/tubete de osmocote e 5% de sacarose. Se a planta é capaz de desenvolver um mecanismo, o qual permite que a planta aumente ou diminua o volume de substrato explorado (Bernardi; Carmello; Carvalho, 2000; Ford; Reuther; Smith, 1957; Smith, 1965) de acordo com as suas necessidades e com a disponibilidade dos nutrientes e água, pode-se observar então que neste trabalho o fornecimento de sacarose às estacas, forneceu uma fonte de energia adicional, a qual foi translocada para o sistema radicular, que por sua vez possibilitou à planta um maior crescimento do sistema radicular e conseqüentemente, o que fez com que a estaca emitisse mais raízes, aumentando o volume explorado do substrato para suprir suas necessidades, visto que a disponibilidade de nutrientes tanto na ausência de sacarose quanto para sacarose a 5% se manteve a mesma. O fornecimento de sacarose a 5% via foliar apresentou um efeito benéfico ao enraizamento das estacas, constituindo uma fonte de energia adicional necessária para a divisão celular e emissão de mais raízes adventícias (Chalfun et al., 1992) o que contribuiu para obter uma maior massa seca das raízes. O osmocote aumentou principalmente o comprimento de raízes em todas as classes de diâmetro, e o fornecimento de sacarose apresentou um efeito benéfico ao enraizamento das estacas, constituindo uma fonte de energia adicional necessária para a divisão celular e emissão de mais raízes.

CONCLUSÕES

Tanto sacarose quanto osmocote apresentam efeito sobre o desenvolvimento do sistema radicular de cafeeiros propagadas por estaquia.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa e à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio na condução nas fases preliminares do experimento e pela concessão de bolsa Pesquisador Mineiro (PPM).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALIZA, D. P.; REZENDE, T. T.; OLIVEIRA, D. H.; CARVALHO, S. P.; ÁVILA, F. W.; GUIMARÃES, R. J. Crescimento de estacas caulinares de cultivares de café em ambientes diferentes. *Magistra*, Cruz das Almas, v. 22, n. 2, p. 113-118, abr./jun. 2010.
- BARBIZAN, E. L. et al. Produção de mudas de cafeeiro em tubetes associada a diferentes formas de aplicação de fertilizantes. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 26, p. 1471-1480, dez. 2002. Edição especial.
- BERNARDI, A. C. C.; CARMELLO, Q. A. C.; CARVALHO, S. A. de. Desenvolvimento de mudas de citros cultivadas em vaso em resposta à adubação NPK. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 733-738, out./dez. 2000.
- CHALFUN, N. N. J. et al. Uso de ácido indolbutírico e da sacarose no enraizamento de estacas caulinares de porta-enxertos de videira 'RR 101-14'. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 16, n. 3, p. 389-393, 1992.

- FINER, L.; MESSIER, C.; GRANDPRÉ, L. de. Fine-root dynamics in mixed boreal conifer-broad-leafed forest stands at different successional stages after fire. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v. 27, n. 3, p. 304-314, Mar. 1997.
- FORD, H. W.; REUTHER, W.; SMITH, P. F. Effect of nitrogen on root development of Valencia orange trees. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, Tallahassee, v. 70, p. 234-244, 1957.
- JESUS, A. M. S. Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). 2003. 173 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- JESUS, A. M. S.; CARVALHO, S. P. de; SOARES, A. M. Comparação entre sistemas radiculares de mudas de *Coffea arabica* L. obtidas por estaquia e por sementes. *Coffee Science*, Lavras, v. 1, n. 1, p. 14-20, abr./jun. 2006.
- OLIVEIRA, D. H.; BALIZA, D. P.; REZENDE, T. T.; CARVALHO, S. P.; GUIMARÃES, R. J. Influência do comprimento de estacas e ambientes no crescimento de mudas cafeeiras obtidas por enraizamento. *Coffee Science*, Lavras, v. 5, n. 2, p. 183-189, maio/ago. 2010.
- SMITH, P. F. Effect of nitrogen source and placement on the root development of Valencia oranges trees. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, Tallahassee, v. 78, p. 55-59, 1965.
- REZENDE, T. T.; BALIZA, D. P.; OLIVEIRA, D. H.; CARVALHO, S. P.; ÁVILA, F. W.; PASSOS, A. M. A; GUIMARÃES, R. J. Types of stem cuttings and environments on the growth of coffee stem shoots. *Scientia Agraria*, Curitiba, v. 11, n. 5, p. 387-391, Sept./Oct. 2010.