

## SISTEMA RADICULAR DO CAFEIEIRO CV. CONILON PROPAGADO POR ESTAQUIA E SEMENTES

Fábio Luiz Partelli<sup>1</sup>, André Monzoli Covre<sup>2</sup>, Gleison Oliosi<sup>2</sup>, Marcos Góes Oliveira<sup>3</sup>, Rodrigo Sobreira Alexandre<sup>1</sup>, Edney Leandro da Vitória<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Professor, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) / Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), São Mateus-ES, partelli@yahoo.com.br; rodrigossobreiraalexandre@gmail.com; vitoria.edney@gmail.com

<sup>2</sup> Estudante de Agronomia, CEUNES/UFES; Bolsista de Iniciação Científica CNPq/UFES, São Mateus-ES, andre-covre@hotmail.com; gleison.oliosi@hotmail.com

<sup>3</sup> Pós-Doutorando, PNPd/CAPES, CEUNES/UFES, São Mateus-ES, mgoesoliveira@hotmail.com

**RESUMO:** O conhecimento do crescimento do sistema radicular do cafeeiro é de extrema importância, pois está associado ao manejo da lavoura, como a adubação e irrigação, além de fatores edafoclimáticos, que influenciam na produtividade das plantas. Objetivou-se neste estudo avaliar a distribuição do sistema radicular de plantas de *Coffea canephora* cv. Conilon propagadas por estaquia e sementes. A lavoura foi implantada em novembro de 1998, no Município de Vila Valério, ES. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 9 x 6, sendo duas formas de plantio (semente e estaca), nove distâncias (0,15; 0,30; 0,45; 0,60; 0,75 e 0,90 m no sentido da entrelinha e 0,15; 0,30 e 0,45 no sentido da linha de plantio) e seis faixas de profundidades (0,10 a 0,20; 0,20 a 0,30; 0,30 a 0,40; 0,40 a 0,50 e 0,50 a 0,60 m), sendo seis repetições. Foram analisados o comprimento, o volume e a área superficial de raízes. Não houve diferenças no comprimento, área superficial e volume de raízes, entre plantas propagadas por sementes e por estacas. Houve maior concentração de raízes finas nas camadas superficiais do solo.

**Palavras-Chave:** *Coffea canephora*, propagação vegetativa e raízes.

## ROOT SYSTEM OF CUTTING AND SEED PROPAGATED COFFEE CV. CONILON

**ABSTRACT:** Understanding the growth of the root system of coffee plants is extremely important for being associated with management practices such as fertilization and irrigation, as well as soil-climatic factors that influence crop yields. The objective of this study was to evaluate distribution of the root system of *Coffea canephora* cv. Conilon plants, propagated by cuttings and seeds. The crop was introduced in November 1998, in the municipality of Vila Valério, Espírito Santo, Brazil. The experimental design was completely randomized in a factorial design (2 x 9 x 6), with two forms of propagation (seeds and cuttings), nine spacings (0.15, 0.30, 0.45, 0.60, 0.75, and 0.90 m row spacing and 0.15, 0.30 and 0.45 in-row spacing) and six layers (0.10 - 0.20, 0.20 - 0.30; 0.30 - 0.40, 0.40 - 0.50, and 0.50 - 0.60 m), with six replications. We analyzed length, volume, and surface area of the roots. There were no differences in length, surface area, and volume of roots, from plants propagated by seeds and cuttings. The concentration of fine roots was highest in the surface soil layers.

**Key words:** *Coffea canephora*, vegetative propagation and roots.

## INTRODUÇÃO

O gênero *Coffea* compreende pelo menos 124 espécies, com relevância comercial para *Coffea arabica* e *C. canephora* (Davis et al., 2011). A produção mundial de café nos países em desenvolvimento nos últimos anos tem sido em torno de 144 milhões de sacas de 60 quilos do produto beneficiado, sendo que o Brasil foi responsável por 50,84 milhões desta produção (ICO, 2013).

Plantas de *C. canephora* de origem semíniferas são muito heterogêneas, devido à grande diversidade morfológica e genética da espécie, o que ocasiona grandes variações relativas à produtividade, arquitetura da planta, resistência a doenças, época de maturação do fruto, tamanho e forma das sementes, frutos e folhas (Conagin & Mendes, 1961; Bragança et al., 2001).

Por outro lado à propagação de cafeeiros através da estaquia tem proporcionado várias vantagens em relação à propagação por sementes, como a manutenção das características genéticas da planta matriz, aumento da produtividade e do tamanho de frutos, aumento no vigor da planta e a viabilização do cultivo do cafeeiro em áreas que apresentam limitações bióticas ou abióticas ao bom desenvolvimento do sistema radicular (Partelli et al., 2006; Miranda et al., 2011; Paiva et al., 2012).

Estudos envolvendo o sistema radicular do cafeeiro são encontrados na literatura, entretanto, ainda existem divergências quanto à distribuição no perfil do solo, fisiologia, tamanho e volume do sistema radicular (Rena & Guimarães, 2000; Carvalho et al., 2008; Andrade Jr., 2012). Dessa forma o conhecimento do sistema radicular do cafeeiro é de extrema importância para o manejo da lavoura, pois, associado a fatores edafoclimáticos, raízes bem desenvolvidas podem promover uma melhor absorção de nutrientes e um maior aproveitamento de fungicidas e inseticidas, aplicados via solo,

o que pode influenciar diretamente na produtividade da planta e tolerância a déficit hídrico e outros estresses (Franco & Inforzato, 1946; Inforzato & Reis, 1963; Rena & Guimarães, 2000; Carvalho et al., 2008; Matiello et al., 2008; Andrade Jr., 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição do sistema radicular do cafeeiro cv. Conilon proveniente de sementes e de estacas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Município de Vila Valério, Noroeste do Estado do Espírito Santo, com altitude de aproximadamente 150 m. O clima é tropical, quente e úmido no verão, com inverno seco. A precipitação anual, média de 1.200 mm, concentra-se entre os meses de novembro e janeiro. A temperatura média anual é de 23 °C, e as médias máximas e mínimas são de 29 °C e 18 °C, respectivamente (Agência Nacional de Águas, 2012). O solo é classificado como Latossolo Amarelo coeso típico (Embrapa, 1999), cujas características físicas e químicas estão descritas na Tabela 1.

As mudas de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner cv. Conilon foram plantadas aos cinco meses com cinco pares de folhas, e foram obtidas a partir de sementes e de estacas de brotos ortotrópicos de genótipos com época de maturação intermediária. A lavoura foi plantada no dia 22 de novembro de 1999, com espaçamento de 2x1 m, e o plantio foi conduzido de acordo com as recomendações técnicas para a cultura. A partir do início de 2002, o sistema de adubação deixou de ser o convencional e passou a ser o utilizado em práticas de agricultura orgânica até 2006, quando a partir daí tornou a receber adubação química, conforme análise de solo.

**Tabela 1.** Características químicas e granulométricas, de seis profundidades do solo, em área cultivada com o cafeeiro cv. Conilon, propagadas por sementes e por estacas, aos 146 meses depois do plantio.

Características químicas	Profundidade (cm)					
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
pH	5,7	5,4	5,4	5,4	5,2	5,1
P (mg dm <sup>-3</sup> )	28	5	3	2	1	1
K (mg dm <sup>-3</sup> )	101	60	43	34	28	24
S (mg dm <sup>-3</sup> )	7	6	7	13	22	26
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,0	1,4	1,2	1,0	0,9	0,7
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,0	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,6	2,1	2,0	2,0	1,8	2,1
Na (mg dm <sup>-3</sup> )	49	34	27	26	25	22
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,8	1,9	1,5	1,3	1,2	0,9
T (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,4	4,0	3,5	3,3	3,0	3,0
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,8	2,2	1,8	1,6	1,6	1,3
MO (dag kg <sup>-1</sup> )	1,9	1,1	0,9	0,8	0,7	0,5
m (%)	0	14	17	19	25	32
V (%)	51,5	46,9	43,0	39,2	39,4	29,1
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	74	108	125	121	125	110
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	6,7	2,4	0,6	0,2	0,2	0,2
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	42	35	33	20	9	7
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,82	0,77	0,47	0,30	0,27	0,23
<b>Características granulométricas</b>						
Areia total (%)	61,0	58,6	58,2	52,0	52,4	50,0
Silte (%)	15,0	15,4	13,8	16,0	15,6	14,0
Argila (%)	24	26	28	32	32	36

MO = matéria orgânica; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca catiônica efetiva; T = capacidade de troca catiônica, a pH 7,0; m = índice de saturação de alumínio; V = índice de saturação de bases.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 9 x 6, sendo duas formas de plantio (semente e estaca), nove distâncias (0,15; 0,30; 0,45; 0,60; 0,75 e 0,90 m no sentido da entrelinha e 0,15; 0,30 e 0,45 no sentido da linha de plantio) e seis faixas profundidades (0,10 a 0,20; 0,20 a 0,30; 0,30 a 0,40; 0,40 a 0,50 e 0,50 a 0,60 m), sendo seis repetições.

Para a avaliação do sistema radicular das plantas, aos 146 meses depois do plantio, foram retirados monólitos de solo com raízes das 12 unidades experimentais. O volume dos monólitos retirados nas duas primeiras profundidades foi de 27 cm<sup>3</sup>. As amostras coletadas foram armazenadas em sacos de plástico e mantidas em câmara fria (aproximadamente - 10 °C) até a lavagem, para a separação das raízes que foi realizada sob água corrente, em peneira de 30 mesh. As raízes coletadas pela peneira de 30 mesh foram transferidas para outra de 60 mesh e, novamente, lavadas em água corrente.

As raízes, após lavadas foram fotografadas com câmera digital, Samsung S860, sendo posteriormente analisadas pelo

software SAFIRA – Sistema de Análise de Fibras e Raízes, desenvolvido, pela Embrapa Instrumentação Agropecuária, de São Carlos, SP (Jorge & Rodrigues, 2008), para quantificação do comprimento, volume e área superficial das raízes. Para análise, utilizaram-se as raízes inferiores a 1 mm de diâmetro, e os dados foram estimados por cm<sup>3</sup> de solo. Foi determinada a distribuição porcentual de raízes no perfil, tendo sido considerada a variação de volume amostrado nas diferentes profundidades.

Os dados de área superficial, comprimento e volume das raízes, por não apresentarem distribuição normal, foram transformados, com o uso da função  $y = \text{Log}(x + 1)$ , antes da análise de variância e comparação de médias; entretanto, os dados foram apresentados na forma original. A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa ASSISTAT 7.6 (Silva, 2012). Os dados obtidos após a transformação Box-Cox foram submetidos à análise de variância aplicada ao DIC.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações de área superficial, comprimento e volume das raízes, em função das distâncias do tronco do cafeeiro não apresentaram diferença significativa entre os sistemas de propagação (Tabela 2), indicando notadamente que, para estas condições de estudo, o sistema radicular do cafeeiro cv. Conilon foi similar entre as duas formas de propagação. Entretanto, mudas de estacas de *Coffea arabica* apresentaram maior comprimento total e massa de matéria seca de raízes que as de sementes (JESUS et al., 2006).

**Tabela 2.** Área superficial, comprimento e volume das raízes do cafeeiro cv. Conilon, propagadas por sementes e por estacas em diferentes distâncias e profundidades.

Profundidade (m)	Área superficial (cm <sup>2</sup> dm <sup>-3</sup> )								
	Distância entre linhas (m)						Sentido da linha (m)		
	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	0,15	0,30	0,15
0,0 a 0,10	977,2	974,4	773,1	952,1	651,6	509,9	757,1	828,4	724,9
0,10 a 0,20	404,7	414,2	343,1	472,4	271,6	247,7	394,0	409,6	393,0
0,20 a 0,30	377,5	384,8	187,6	284,2	226,3	291,4	297,9	323,8	303,2
0,30 a 0,40	156,2	402,0	307,7	148,6	265,5	206,1	113,4	193,0	149,5
0,40 a 0,50	167,9	194,2	151,4	143,7	184,9	172,4	95,1	182,2	251,3
0,50 a 0,60	104,7	112,7	97,1	111,3	219,4	133,8	88,9	146,3	139,6
Profundidade (m)	Comprimento (m dm <sup>-3</sup> )								
	Entre linhas (m)						Sentido da linha (m)		
	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	0,15	0,30	0,15
0,0 a 0,10	471,5	445,7	357,4	435,7	303,1	210,8	368,5	356,8	346,2
0,10 a 0,20	177,1	191,7	156,9	199,4	125,2	114,4	165,5	179,7	180,6
0,20 a 0,30	171,8	152,8	79,5	129,0	106,7	122,8	116,4	139,5	127,0
0,30 a 0,40	68,2	174,9	134,0	66,1	112,8	85,7	44,7	85,3	73,7
0,40 a 0,50	66,6	115,7	67,0	57,2	82,8	88,2	37,6	57,1	103,9
0,50 a 0,60	31,2	61,3	49,7	46,9	91,9	61,5	32,6	59,3	63,8
Profundidade (m)	Volume (mm <sup>3</sup> )								
	Entre linhas (m)						Sentido da linha (m)		
	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	0,15	0,30	0,45
0,0 a 0,10	244,6	207,1	160,7	197,1	137,9	119,3	148,6	187,1	141,2
0,10 a 0,20	87,6	113,7	74,0	110,2	57,9	52,3	97,2	100,8	84,4
0,20 a 0,30	86,6	98,6	42,5	59,2	45,0	74,5	76,7	77,0	74,0
0,30 a 0,40	35,3	100,2	68,5	30,7	61,6	51,1	28,9	45,3	27,4
0,40 a 0,50	42,3	58,7	33,9	42,0	40,2	43,6	24,7	60,6	60,2
0,50 a 0,60	30,1	25,7	18,1	28,5	51,3	26,7	25,6	34,2	28,5

Não foi possível verificar interação entre as distâncias do tronco do cafeeiro e as profundidades, para os dados referentes à área superficial, comprimento e volume. No entanto, verificou-se maior concentração de raízes na camada superior do solo (0,0 - 0,10 m), seguida pelas camadas subsequentes na ordem de profundidade (Tabela 3). As menores concentrações de raízes foram observadas a partir de 0,40 m de profundidade, coincidindo com a menor concentração de nutrientes (fósforo, potássio e cálcio) (Tabela 1). Estes resultados corroboram com Partelli et al. (2006), que observaram maior concentração de raízes nas camadas superficiais do solo na ordem de 50% aproximadamente para a camada de 0,0 a 0,10 m.

**Tabela 3.** Porcentagem média de área superficial, comprimento e volume das raízes do cafeeiro cv. Conilon, propagadas por sementes e por estacas em diferentes distâncias e profundidades.

Profundidade (m)	Área superficial (%)	Comprimento (%)	Volume (%)
<b>0,0 a 0,10</b>	40,13	41,45	37,83
<b>0,10 a 0,20</b>	18,81	18,75	19,06
<b>0,20 a 0,30</b>	15,03	14,41	15,55
<b>0,30 a 0,40</b>	10,90	10,63	11,00
<b>0,40 a 0,50</b>	8,66	8,50	9,94
<b>0,50 a 0,60</b>	6,84	6,27	6,59

Resultados semelhantes foram observados por Mota et al. (2006) que encontraram a maior concentração de raízes de cafeeiro em até 0,20 metros de profundidade e Rodrigues et al. (2001) que observaram menor concentração de raízes em profundidade em cafeeiros cultivados em diferentes concentrações de alumínio. A maior concentração das raízes nas camadas superficiais do solo e a diminuição destas, em profundidade, também podem ser observadas, em outras espécies, como demonstrado por Sousa et al. (2002) que encontraram uma redução do sistema radicular com a profundidade do perfil do solo, apresentando maior concentração de raízes nas camadas superiores. Lucas et al. (2012) estudaram a distribuição radicular de maracujazeiros e, também verificaram resultados semelhantes. Zaccheo et al. (2012), avaliaram a distribuição do sistema radicular de porta-enxertos sob laranjeira, observando que a maior densidade de raízes, ocorreu principalmente nas camadas mais superficiais do solo. Silva et al. (2012), avaliaram o desenvolvimento radicular em soja e verificaram que houve uma tendência do sistema radicular se concentrar superficialmente, em plantio direto ou convencional. Em mamoeiro também foi observado que a maior densidade de raízes ocorre em até 0,10 metros de profundidade (Coelho et al., 2005).

Ainda que o sistema radicular do cafeeiro apresente características de desenvolvimento ligadas principalmente à genética da planta, outros fatores também podem modificar sua distribuição espacial, como o tipo de propagação, formação das mudas e a quantidade de água no solo (Franco & Inforzato, 1946).

A disponibilidade de nutrientes no solo às plantas também podem influenciar na redução da densidade das raízes em profundidade (Bakker et al., 2006; Partelli et al., 2006). Segundo Witschoreck et al. (2003), a concentração de raízes finas na camada superior do solo está correlacionada com concentrações mais altas de matéria orgânica e nutrientes, e com as condições físicas favoráveis desta camada. No presente trabalho observou-se maior concentração de nutrientes (fósforo, potássio e cálcio) (Tabela 1) nas camadas superiores do solo apresentando subsequentes diminuições nas concentrações destes de acordo com o aumento da profundidade. Estes dados confirmam notadamente que para o cafeeiro cv. Conilon, a redução das raízes em profundidade, está relacionada à baixa fertilidade nas camadas mais profundas do solo (Tabela 1), o que de acordo com a literatura pode ser um fator limitante para desenvolvimento do sistema radicular do cafeeiro nos solos brasileiros (Rena & Guimarães, 2000).

O decréscimo na densidade de raízes em profundidade também pode ser atribuído entre outros fatores, ao aumento do teor de argila (Tabela 1), conforme observado por Santana et al. (2006) que atribuíram a diminuição das raízes em profundidade, ao aumento da densidade e da resistência do solo à penetração, aliados ao maior teor de argila, aumento da microporosidade e diminuições da matéria orgânica, da porosidade total e da macroporosidade, observados nos horizontes subsuperficiais.

## CONCLUSÕES

A área superficial, o comprimento e o volume das raízes do cafeeiro cv. Conilon é semelhante nos dois tipos de propagação.

A maior concentração de raízes finas do cafeeiro cv. Conilon ocorreu na região superficial do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **A bacia do Rio Doce**: características da bacia. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/cbhriodoce/bacia/caracterizacao.asp#clima>. Acesso em: 19 ago. 2013.
- ANDRADE Jr, S. **Comportamento morfofisiológico de mudas de café conilon propagadas por estaquia e enxertia**. 2012. 69f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Espírito Santo.
- BAKKER, M. R.; AUGUSTO, L.; ACHAT, D. L. Fine root distribution of trees and understory in mature stands of maritime pine (*Pinus pinaster*) on dry and humid sites. **Plant and Soil**, v. 286, n. 1, p. 37-51, 2006.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G. 'Encapa 8111', 'Encapa 8121' 'Encapa 8131': variedades clonais de café conilon lançadas para o estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 5, p. 765-770, 2001.
- CARVALHO, M.; JESUS, A. M. S.; CARVALHO, S. P.; GOMES, C. N.; SOARES, A. M. Comportamento em condições de campo de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) propagados vegetativamente e por semeadura. **Coffee Science**, v. 3, n. 2, p. 108-114, 2008.
- COELHO, E. F.; SANTOS, M. R.; COELHO FILHO, M. A. Distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes

- sistemas de irrigação localizada em latossolo de tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 175-178, 2005.
- CONAGIN, C. H. T. M.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de *Coffea*; auto-incompatibilidade em *Coffea canephora*. **Bragantia**, v. 20, n. 34, p. 787-804, 1961.
- DAVIS, A. P.; GOVAERTS, R.; BRIDSON, D. M.; STOFFELEN, P. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 152, n. 4 p. 465-512, 2006.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- FRANCO, C. M.; INFORZATO, R. O sistema radicular do cafeeiro nos principais tipos de solo do estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 6, n. 9, p. 443-458, 1946.
- ICO, International Coffee Organization. **Trade statistics**. Available via dialog: [http://www.ico.org/trade\\_statistics.asp](http://www.ico.org/trade_statistics.asp). Acesso: 19 ago. 2013.
- INFORZATO, R.; REIS, A. J. Estudo comparativo do sistema radicular dos cafeeiros Bourbon Amarelo e Mundo Novo. **Bragantia**, v. 22, n. 59, p. 741-750, 1963.
- JESUS, A. M. S.; CARVALHO, S. P. de; SOARES, A. M. Comparação entre sistemas radiculares de mudas de *Coffea arabica* L. obtida por estaquia e por sementes. **Coffea Science**, v. 1, n. 1, p. 14-20, 2006.
- JORGE, L. A. C.; RODRIGUES, A. F. O. **Safira**: sistema de análise de fibras e raízes. São Carlos: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária, 2008. 21p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 24).
- LUCAS, A. A. T.; FRIZZONE, J. A., COELHO FILHO, M. A. Características da distribuição radicular de maracujazeiro sob fertirrigação. **Irriga**, v. 17, n. 2, p. 245-250, 2012.
- MATTIELLO, E. M.; PEREIRA, M. G.; ZONTA, E.; MAURI, J.; MATIELLO, J. D.; MEIRELES, P. G.; SILVA, I. R. Produção de matéria seca, crescimento radicular e absorção de cálcio, fósforo e alumínio por *Coffea canephora* e *Coffea arabica* sob influência da atividade do alumínio em solução. **Revista de Brasileira Ciências do Solo**, v. 32, n. 1, p. 425-434, 2008.
- MIRANDA, W. L.; GUIMARÃES, R. J.; MAGALHÃES, P. B.; COLOMBO, A.; OLIVEIRA, P. M. Desenvolvimento vegetativo de plantas de café arábica enxertadas sobre café robusta e submetidas à reposição hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n. 12, p. 1618-1624. 2011.
- MOTTA, A. C. V.; NICK, J. A.; YORINORI, G. T.; SERRAT, B. M. Distribuição horizontal e vertical da fertilidade do solo e das raízes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivar Catuaí. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 455-463, 2006.
- PAIVA, R. F.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, G. R.; REZENDE, J. C.; FERREIRA, A. D.; CARVALHO, A. M. Comportamento de cultivares de cafeeiros *C. arabica* L. enxertados sobre cultivar 'Apoatã IAC 2258' (*Coffea canephora*). **Ciência Rural**, v. 42, n. 7, p. 155-1160, 2012.
- PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H.D.; SANTIAGO, A. R.; BARROSO, D. G. Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café 'Conilon' propagadas por sementes e por estacas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 949-954, 2006.
- RENA, A. B.; GUIMARÃES, P. T. G. **Sistema radicular do cafeeiro**: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam. Belo Horizonte: Epamig, 2000. 80p.
- RODRIGUES, L. A.; MARTINEZ, H. E. P.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; MENDONÇA, S. M. Growth response of coffee tree shoots and roots to subsurface liming. **Plant and Soil**, v. 234, n. 2, p. 207-214, 2001.
- SANTANA, M. B.; SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D.; FONTES, L. E. F. Atributos físicos do solo e distribuição do sistema radicular de citros como indicadores de horizontes coesos em dois solos de tabuleiros costeiros do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 30, n. 1, p. 1-12, 2006.
- SILVA, F. A. S.. **ASSISTAT** - Statistical Assistance. versão 7.6 beta. Campina Grande, Universidade Federal de Campina Grande. Disponível em: <<http://www.assistat.com/indexi.html>>. Acesso em: 19 ago. 2013.
- SILVA, M. A. A. E.; AZEVEDO, L. P. de; SAAD, J. C. C.; MICHELS, R. N. Propriedades físico-hídricas, desenvolvimento radicular e produtividade da soja em dois tipos de manejos de solo. **Irriga**, v. 17, n. 3, p. 387-396, 2012
- SOUSA, V. F.; FOLEGATTI, M. V.; COELHO FILHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicadas por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 51-56, 2002.
- WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Estimativa da biomassa e do comprimento de raízes finas em *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no município de Santa Maria – RS. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 177-183, 2003.
- ZACCHEO, P. V. C.; NEVES, C. S. V. J.; STENZEL, N. M. C.; OKUMURA, R. S. Distribuição do sistema radicular de porta-enxertos sob laranjeira 'Folha Murcha' em clima subtropical. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 921-930, 2012.