

## VOLUME DE TUBETES PARA PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIS DE *Coffea canephora* 'Conilon – BRS OURO PRETO'<sup>1</sup>

Marcelo Curitiba Espindula<sup>2</sup>; Rutinéia Jaraceski<sup>3</sup>; Aleksandro Lara Teixeira<sup>4</sup>; Marcela Campanharo<sup>5</sup>; Jairo Rafael Machado Dias<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

<sup>2</sup> Pesquisador, D.Sc., Embrapa Rondônia, Porto Velho-RO, marcelo.espindula@embrapa.br;

<sup>3</sup> Bolsista Consórcio Pesquisa Café, BS, ruti.jaraceski@gmail.com

<sup>4</sup> Pesquisador, D.Sc., Embrapa Rondônia, Porto Velho-RO, alexsandro.teixeira@embrapa.br;

<sup>5</sup> Professor, D.Sc., Fundação Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura-RO, marcelacampanharo@gmail.com;

<sup>6</sup> Professor, D.Sc., Fundação Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura-RO, jairorafaelmdias@gmail.com

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento de mudas de cafeeiros *C. canephora* 'Conilon – BRS Ouro Preto' em diferentes volumes de tubetes. O experimento foi instalado no Campo Experimental da Embrapa Rondônia, no município de Ouro Preto do Oeste. O experimento foi conduzido com cinco tratamentos (cinco volumes de tubetes: 50, 100, 170, 280 e 400 cm<sup>3</sup>) mais uma testemunha adicional (solo em saco de polietileno com capacidade de 700 cm<sup>3</sup>). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quinze repetições. Cada repetição foi formada por um dos 15 clones, que compõem a variedade 'Conilon – BRS Ouro Preto' com seis plantas por parcela. Foram determinados comprimento e diâmetro do caule, área foliar, volume de raízes, massa seca da parte aérea, raiz e total, bem como, o índice de qualidade de Dickson. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando detectados efeitos significativos, foram efetuadas análises de regressão para os efeitos de volume e ao teste de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ) para comparação dos tratamentos com a testemunha. Todas as características vegetativas foram influenciadas pelos volumes de tubetes estudados com curvas de tendências do tipo exponencial crescente ao ponto máximo. O aumento do volume dos tubetes promove incremento nas características vegetativas. Em todas as características avaliadas, os volumes de 280 cm<sup>3</sup> e 400 cm<sup>3</sup> promoveram maiores valores que a testemunha.

**PALAVRAS-CHAVE:** propagação vegetativa, estaquia, qualidade de mudas.

## VOLUME OF TUBES TO PRODUCTION OF SEEDLINGS OF *Coffea Canephora* 'CONILON - BRS OURO PRETO'

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the development of coffee seedlings *canephora* 'Conilon - BRS Ouro Preto' in different volumes of tubes. The experiment was conducted at the Experimental Station of Embrapa Rondônia, in Ouro Preto do Oeste. The experiment was conducted with five treatments (five volumes of tubes: 50, 100, 170, 280 and 400 cm<sup>3</sup>) and a control (soil in polyethylene bag with a capacity of 700 cm<sup>3</sup>). The experimental design was completely randomized with fifteen repetitions. Each replication consisted of one of the 15 clones that comprise the variety 'Conilon - BRS Ouro Preto' with six plants per plot. Were determined length and stem diameter, leaf area, root volume, shoot, root and total dry matter, as well as, the quality index Dickson. Data were subjected to analysis of variance and, when detected significant effects, regression analyzes were performed to study of volume effect, and to Dunnett ( $p \leq 0.05$ ) for comparing treatments with control. All vegetative characteristics were influenced by the volumes of tubes studied with the growing trend curves to the exponential peak. The increased volume of tubes promotes an increase in vegetative characteristics. In all traits, volumes of 280 cm<sup>3</sup> and 400 cm<sup>3</sup> promoted higher values than the control.

**KEYWORDS:** vegetative propagation, cuttings, seedling quality.

### INTRODUÇÃO

A propagação vegetativa do café, *Coffea canephora*, foi uma das tecnologias que favoreceu o aumento na produtividade da cultura. Com este método de propagação é possível manter as características genéticas da planta matriz, garantindo homogeneidade da lavoura e permitindo precocidade de produção (BRAGANÇA et al., 2001; PARTELLI et al., 2006), altas produtividades, maior tamanho e qualidade de grãos, maior uniformidade de maturação dos grãos e escalonamento da colheita dividindo-a em ciclo precoce, médio e tardio (FONSECA et al., 2008). Em lavouras clonais torna-se, também, mais fácil a realização dos tratos culturais, especialmente se plantadas no sistema 'clone em linha'.

Para produção comercial de mudas de *C. canephora*, normalmente são empregados sacos de polietileno e uma mistura de terra de barranco e esterco bovino complementada com fertilizantes químicos (DIAS e MELO, 2009). Esta forma de produção acarreta inconvenientes, pois, aumenta os custos com transportes, tratos culturais e a possibilidade de

propagação de patógenos de solo, especialmente nematóides (CARNEIRO et al., 2009). Além disso, provoca degradação do meio ambiente pela grande movimentação de solo (VILLAIN et al., 2010). Hoje, existem vários trabalhos relacionados ao desenvolvimento de mudas semíferas de café em tubetes utilizando substratos comerciais (MELO et al., 2003; MARANA et al., 2008). Entretanto, são escassos os estudos científicos associados à produção de mudas por estaquia com esta metodologia. Para o estado do Espírito Santo, o padrão de mudas de *C. canephora* (BRASIL, 2010) não determina nenhuma metodologia quanto a forma de produção em relação a substratos, mas faz referência a isenção de patógenos e plantas daninhas. Em relação aos recipientes, também poderá ficar a critério do produtor podendo ocorrer em sacos de polietileno ou em tubetes.

A Embrapa Rondônia desenvolveu uma variedade clonal composta por 15 clones, adaptados às condições do estado. A variedade foi registrada junto ao Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura como Conilon 'BRS Ouro Preto'. Caracteriza-se por ser tolerante aos principais estresses (baixa altitude, alta umidade, alta temperatura média do ar e déficit hídrico moderado) dos polos cafeeiros da Amazônia Ocidental, possui produtividade de aproximadamente 70 sacas ha<sup>-1</sup> e alta frequência de plantas tolerantes à ferrugem.

O objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento de mudas de cafeeiros *C. canephora* 'Conilon – BRS Ouro Preto' em recipientes de diferentes volumes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Campo Experimental da Embrapa Rondônia, no município de Ouro Preto do Oeste – RO (10°45' S; 62°15' W e altitude de 300 m). O clima da região, pela classificação de Köppen, é o Aw (tropical chuvoso) com verão chuvoso (outubro a maio) e inverno seco (junho a setembro). A precipitação média anual é de 2.000 mm e a temperatura média anual é de 25°C.

O experimento foi conduzido com cinco tratamentos e uma testemunha adicional. Os tratamentos foram constituídos por cinco volumes de tubetes (50, 100, 170, 280 e 400 cm<sup>3</sup>) e as testemunhas foram plantadas em sacos de polietileno, com dimensões de 11 x 20 cm e capacidade para 770 cm<sup>3</sup>. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quinze repetições. Cada repetição foi composta por um dos 15 clones que compõe a variedade 'Conilon' BRS Ouro Preto. A parcela experimental foi constituída por seis plantas.

Os tubetes foram preenchidos com uma mistura dos substratos comerciais Bioplant<sup>®</sup> e Vivatto Plus<sup>®</sup> na proporção de 2,5:1 (Tabela 1). À mistura de substrato foi adicionado o fertilizante comercial Basacote Plus<sup>®</sup> na proporção de 6 kg m<sup>-3</sup>. Os sacos de polietileno foram preenchidos com a mistura de 210 kg de solo; 35 kg de areia; 1000 g de calcário; 1000 g de super fosfato simples; 200 g de cloreto de potássio ; 80 g de FTE- BR12.

As características químicas dos substratos (Tabela 1) foram obtidas por meio de análise química em laboratório.

Tabela 1. Atributos químicos dos substratos formado pela mistura de substrato comercial e solo utilizados no experimento.

	pH em água	P	K	Ca	Mg	Al+H	Al	MO	V
		mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			g Kg <sup>-1</sup>	%
Substrato	5,6	890	3,1	15,38	7,42	11,55	0	99,7	69
Solo	6,2	4	3,72	37,1	10,1	29,7	0	16,5	63

A matéria prima principal do substrato Bioplant<sup>®</sup> é constituída por casca de pinus e os agregantes são fibra de coco, vermiculita, casca de arroz e nutrientes. O Vivatto Plus<sup>®</sup> é constituído por moinha de carvão vegetal, casca de pinus e turfa. O fertilizante Basacote Plus<sup>®</sup> apresenta 16% de N, 8% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 12% de K<sub>2</sub>O que são disponibilizados de forma controlada. Esta tecnologia fornece, também, os macronutrientes Mg (2%) e S (5%). Quanto os micronutrientes, é disponibilizado 0,4% de Fe, 0,02% de B, 0,02% de Zn, 0,05% de Cu, 0,06% de Mn e 0,015% de Mo.

Os recipientes foram preenchidos com substrato 20 dias antes do plantio das estacas. Em cada recipiente, preenchido com substrato, foi inserido um segmento de ramo ortotrópico (estaca) com 5 cm de comprimento. Para padronizar a maturidade do propágulo foi utilizado apenas o terceiro nó, do ápice para a base, de cada haste ortotrópica. Os recipientes foram acondicionados no viveiro, irrigados por sistemas de microaspersão, por nebulização, associado a temporizador automatizado programado para manter a umidade em aproximadamente 90%, nos primeiros 30 dias após o plantio das estacas.

A partir da emissão completa do 2º par de folhas definitivas, foram aplicados 5 g de ureia dissolvidos em 10 litros de água a cada 15 dias. O controle fitossanitário também ocorreu a cada 15 dias, alternando a aplicação de fungicida sistêmico a base de tebuconazol (200g/litro) e um protetor a base de sulfato de cobre. O tebuconazol foi preparado na concentração de 50 mL para 20 litros de água e o sulfato de cobre foi preparado na proporção de 100g para 20 litros de água. Aos 98 dias após do plantio das estacas foi aplicado o inseticida deltametrina para controle de insetos na concentração de 20 ml para 220 litros de água.

As mudas permaneceram em crescimento durante o período de 130 dias, apresentando quatro pares de folhas completamente expandidas. Após o qual foram extraídas do substrato, lavadas e conduzidas ao laboratório para determinação das características vegetativas.

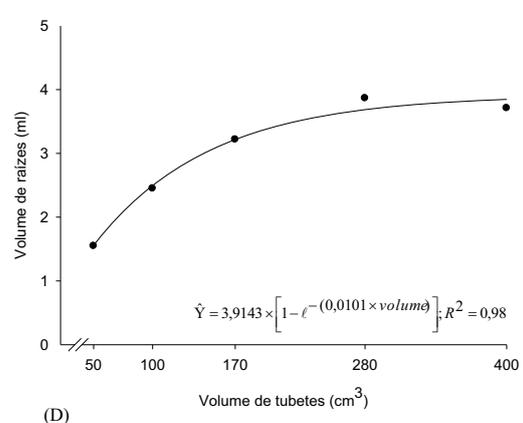
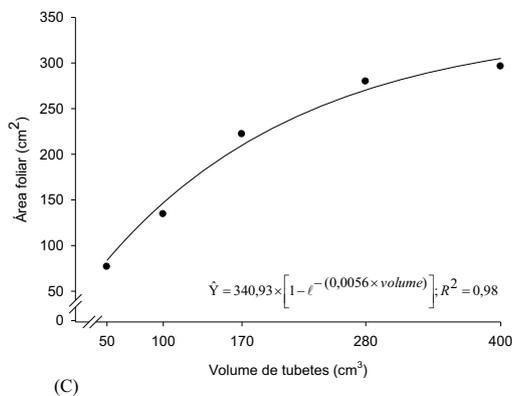
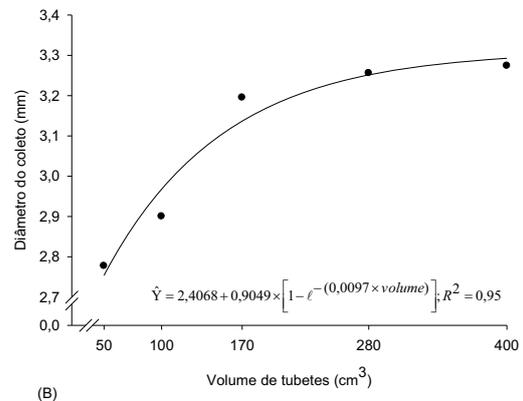
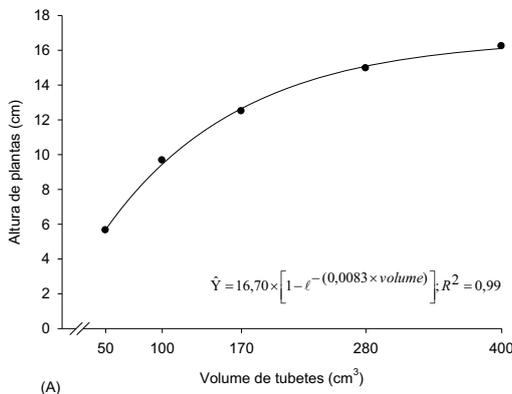
No sistema radicular das plantas foram determinadas as seguintes características: volume de raízes determinado em proveta graduada, por diferença de volume deslocado; massa seca de raízes determinadas em balança analítica após secagem em estufa com circulação forçada de ar, 65°C, até obtenção de massa constante.

Na parte aérea foram avaliadas as seguintes características: comprimento do caule, determinado por medição direta do ponto de inserção do broto, na estaca, até o meristema apical; diâmetro do coleto, determinado na base do ramo, 3 cm acima do ponto de inserção do broto na estaca; massa seca da parte aérea e total, determinadas em balança analítica após secagem em estufa com circulação forçada de ar, 65°C, até obtenção de massa constante; área foliar total, determinada por meio DDA – Determinador Digital de Área (FERREIRA et al., 2008) a partir de imagens digitais; índice de qualidade de Dickson – IQD, obtido pela fórmula  $IQD = [MST/[(CC/DC) + (MSPA/MSR)]]$ , onde MST= massa seca total, CC= comprimento do caule, DC= diâmetro do caule, MSPA= massa seca da parte aérea, MSR= massa seca da raiz (DICKSON et al., 1960).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando detectados efeitos significativos, foram efetuadas análises de regressão para os efeitos de volumes e ao teste de Dunnet ( $p \leq 0,05$ ) para comparação dos tratamentos com a testemunha.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as características vegetativas foram influenciadas pelos volumes de tubetes estudados, com curvas de tendências do tipo exponencial crescente ao ponto máximo (Figura 1). Ou seja, o aumento do volume do tubete promoveu incremento das características vegetativas até um ponto de máximo, acima do qual, o aumento no volume do recipiente não promoveu incremento significativo das referidas características.



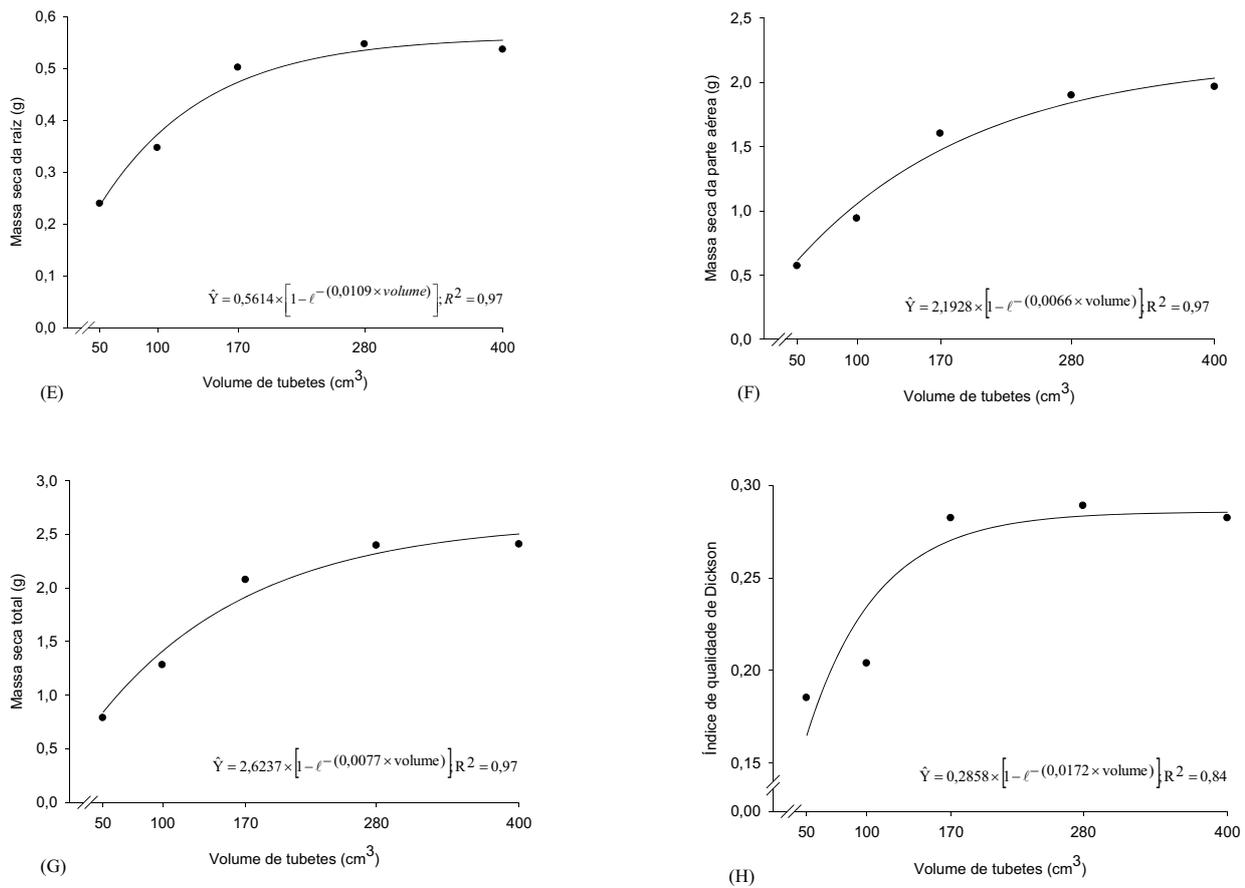


Figura 1. (A) Comprimento do caule, (B) Diâmetro do coleto, (C) Área foliar, (D) Volume de raízes; (E) Massa seca das raízes, (F) Massa seca da parte aérea, (G) Massa seca total, (H) Índice de qualidade de Dickson

Os incrementos das características vegetativas, da parte aérea e sistema radicular, em função do volume do recipiente corroboram os resultados relatados para *Toona ciliata* (LISBOA et al., 2012), *Cordia trichotoma* e *Jacaranda micranta* (MALAVASI e MALAVASI, 2006), *Eucalyptus grandis* (GOMES et al., 2003), *Coffea arabica* (VALLONE et al., 2009), *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia chrysotricha* e *Parapiptadenia rigida* (FERRAZ e ENGEL, 2011) e *Ricinus communis* L. (LIMA et al., 2006). Isto acontece porque o espaço e o volume de substrato proporcionam maior desenvolvimento radicular (MALAVASI e MALAVASI, 2006; SANTOS et al., 2005; STAPE et al., 2010) e, conseqüentemente, melhora o acesso da raiz a umidade, minimizando o estresse por falta de água que pode limitar a fotossíntese, influenciando no desenvolvimento da parte aérea da planta (STAPE et al., 2010). Recipientes de maior volume, normalmente, disponibilizam maiores quantidades de nutrientes e água retida (GOMES et al., 2003).

Para todas as características, exceto o volume de raiz, os tratamentos 50 e 100 cm<sup>3</sup> foram semelhantes a testemunha, enquanto os volumes de 170, 280 e 400 cm<sup>3</sup> foram significativamente superiores a testemunha. Para a característica VR apenas os volumes de 280 e 400 cm<sup>3</sup> apresentaram resultados significativamente superiores à testemunha (Tabela 2).

Tabela 2. Características vegetativas de mudas clonais de *Coffea canephora* cultivadas em diferentes volumes de substrato.

Volume de tubetes (cm <sup>3</sup> )	CC	DC	AF	VR	MSR	MSPA	MST	IQD
	cm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	-----g-----			
50	5,65 <sup>ns</sup>	2,77 <sup>ns</sup>	76,63 <sup>ns</sup>	1,54 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	0,185 <sup>ns</sup>
100	9,66 <sup>ns</sup>	2,90 <sup>ns</sup>	134,41 <sup>ns</sup>	2,44 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>	0,203 <sup>ns</sup>
170	12,49*	3,19*	222,11*	3,21 <sup>ns</sup>	0,50*	1,60*	2,07*	0,282*
280	14,96*	3,25*	279,71*	3,86*	0,54*	1,89*	2,39*	0,288*
400	16,23*	3,27*	296,21*	3,70*	0,53*	1,96*	2,40*	0,282*
Testemunha	8,163	2,71	112,07	2,03	0,31	0,73	1,01	0,200
Média	11,19	3,01	186,86	2,80	0,41	1,28	1,65	0,240
Cv(%)	26,49	11,26	36,48	44,81	42,04	45,26	44,38	34,22

\*Difere da testemunha e <sup>ns</sup>não difere da testemunha pelo teste de Dunnett (p≤0,05). CC= Comprimento do caule; DC= Diâmetro do Caule; AF= Área foliar; VR=Volume de raízes; MSR= Massa seca da raiz; MSPA= Massa seca da parte aérea; MST= Massa seca total; IQD= Índice de qualidade de Dickson.

A produção de mudas de *C. canephora* em tubetes é um método promissor, desde que seja considerado o tamanho do recipiente em relação ao tempo em que a muda permanecerá no viveiro antes do plantio definitivo no campo. Isto, porque, mesmo que os volumes de 50 e 100 cm<sup>3</sup> não tenham diferido da testemunha, a permanência das mudas nestes recipientes por período superior ao estudado pode promover retardamento no crescimento e, conseqüentemente, na qualidade final da muda. Além disso, os resultados deste estudo evidenciam a necessidade de se buscar substratos alternativos ao solo, visto que, além dos impactos ambientais e da possibilidade de disseminação de patógenos, este substrato pode não fornecer as melhores condições para o desenvolvimento das mudas clonais de *C. canephora*.

## CONCLUSÕES

O aumento do volume dos tubetes promove incremento nas características vegetativas de mudas de *C. canephora* 'BRS Ouro Preto' até um ponto de máximo, acima do qual, o aumento no volume do recipiente não promove incremento significativo.

Em todas as características avaliadas os volumes de 280 cm<sup>3</sup> e 400 cm<sup>3</sup> promovem maior crescimento vegetativo que a testemunha. Os volumes de 50 e 100 cm<sup>3</sup> não promovem crescimento diferenciado da testemunha até 130<sup>o</sup> dia após o plantio das estacas de *C. canephora*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 765 – 770, 2001.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. Portaria n 338, de 30 de novembro de 2010. Estabelece os critérios mínimos para produção e comercialização de sementes e mudas de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner.) no Estado do Espírito Santo. **Diário Oficial da União**, Brasília, 03 de dezembro de 2010.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; COSTA, S. B.; SOUSA, F. R.; SANTOS, D. F.; ALMEIDA, M. R. A.; SANTOS, M. F. A.; K. M. S.; SIQUEIRA, K. M. S.; TIGANO, M. S.; FONSECA, A. F. A. Reação de cafeeiros conilon a diferentes populações de meloidogyne spp. In: VI Simpósio dos cafés do Brasil, 2009, Vitória. **Anais do VI Simpósio dos cafés do Brasil. Brasília**, DF: Consorcio Pesquisa-Café, 2009. v. 6.
- DIAS, R.; MELO, B.. Proporção de material orgânico no substrato artificial para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 144 – 152, 2009.
- DICKSON, A. LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, p. 10 – 13, 1960.
- FERRAZ, A. V. e ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex Dc.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 413 – 423, 2011.
- FONSECA, A. F. A.; FERRÃO R. G.; FERRÃO, M. A. G.; VOLPI, P. S.; VERDIN FILHO, A. C.; FAZUOLI, L. C. Cultivares de café robusta. In: CARVALHO, C. H. (Ed.). Cultivares de café: origem, características e recomendações. Brasília: Embrapa Café, 2008. Cap. 11, p. 255 – 279.
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 113 – 127, 2003.
- LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. L.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 480 – 486, 2006.
- LISBOA, A. C.; SANTOS, P. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; CASTRO, D. N.; ABREU, A. H. M. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 603 – 609, 2012.
- MALAVASI, U. C. e MALAVASI, M. M. Efeito do volume de tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 11 – 16, 2006.
- MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. P. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 39 – 45, 2008.
- MELO, B.; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Tipos de fertilizações e diferentes substratos na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 33 – 42, 2003.
- 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**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 949 – 954, 2006.

- SANTOS, V. C.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; CUNHA, A. O.; SOUZA, A. P. Produção de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 26, n. 2, p. 98 – 108, 2005.
- STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; FONSECA, S.; LOOS, R. A.; TAKAHASHI, E. N.; SILVA, C. R.; SILVA, S. R.; HAKAMADA, R. E.; FERREIRA, J. M. A.; LIMA, A. M. N.; GAVA, J. L.; LEITE, F. P.; ANDRADE, H. B.; ALVES, J. M.; SILVA, G. G. C.; AZEVEDO, M. R. The Brazil Eucalyptus potential productivity project: influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 259, p. 1684-1694, 2010.
- VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J. MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S.; DIAS, F. P.; CARVALHO, A. M. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1327 – 1335, 2009.
- VILLAIN, L.; ARIBI, J.; RÉVERSAT, G.; ANTHONY, F. A high-throughput method for early screening of coffee (*Coffea* spp.) genotypes for resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). **European Journal Plant Pathology**, v. 128, p. 451 – 458, 2010.