

# RESÍDUO DA SECAGEM DOS GRÃOS DE CAFÉ COMO SUBSTRATO ALTERNATIVO EM MUDAS DE CAFÉ CONILON

Caroline Merlo Meneghelli<sup>1</sup>, Paola Alfonsa Vieira Lo Monaco<sup>2</sup>, Ismail Ramalho Haddade<sup>3</sup>, Lorena Aparecida Merlo Meneghelli<sup>4</sup>, Marcelo Rodrigo Krause<sup>5</sup>

(Recebido: 26 de setembro de 2015 ; aceito: 28 de janeiro de 2016)

**RESUMO:** Dentre os diversos resíduos gerados durante o processo de beneficiamento do café, destaca-se aquele proveniente da secagem dos grãos, denominado na região serrana do Espírito Santo como “moinha”. Em razão de sua potencialidade nutricional e a necessidade de dispô-lo adequadamente no meio ambiente, objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar o uso de diferentes concentrações de moinha como substrato alternativo, no desenvolvimento vegetativo de mudas de café Conilon. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições, em esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo alocados nas parcelas os diferentes substratos (T1: solo + esterco bovino na proporção de 3:1; T2: 10% de moinha + solo; T3: 20% de moinha + solo; T4: 30% de moinha + solo e T5: 40% de moinha + solo) e, nas subparcelas, as diferentes idades de avaliação (60; 82; 104 e 126 dias após o plantio). As variáveis altura de muda, diâmetro de caule, diâmetro de copa, número de folhas e a matéria fresca e seca da raiz e da parte aérea foram submetidas à análise de variância, pelo teste F, e as médias, comparadas pelo teste de Dunnet ( $\alpha = 0,05$ ). O uso do substrato convencional pode ser substituído pelo substrato contendo 10% de moinha, sem que haja diferença na altura de plantas, bem como nas matérias seca e fresca da parte aérea, o que demonstra seu potencial de uso como substrato alternativo para a produção mudas clonais de café Conilon.

**Termos para indexação:** Moinha, crescimento, *Coffea canephora*.

## WASTE OF DRYING COFFEE BEANS AS A SUBSTRATE ALTERNATIVE IN COFFEE CONILON SEEDLINGS

**ABSTRACT:** Among the various wastes generated during the coffee in the mountainous region of the Espírito Santo state, “moinha” stands out from grain during. Because of their nutritional potential and the need have properly in the environment, it is aimed, with this work, evaluate the use of the different concentrations of the moinha as alternative substrate for vegetative development Conilon coffee seedlings. Was used a randomized block design, with four replicates, with split plot in the time. Different substrates were allocated in the plot (T1: soil + cattle manure at a ratio of 3: 1; T2: 10% moinha + soil; T3: 20% moinha + soil, T4: 30% moinha + soil and T5: 40% moinha + soil) and, in the subplots, the different ages of evaluation (60, 82, 104 and 126 days after planting). Variables such as changes in height, stem diameter, crown diameter, number of leaves and fresh and dry matter of root and shoot were submitted to ANOVA, F test hair, and as media, compared hair test Dunnet ( $\alpha = 0.05$ ). The use of the conventional substrate can be replaced hair by the substrate containing 10% moinha without there be difference in plant height as well as in dry and fresh matter shoot, what demonstrates it potential use as for the alternative substrate for producing seedlings.

**Index terms:** Moinha, growth, *Coffea canephora*.

### 1 INTRODUÇÃO

O processamento do café pode ser realizado de formas distintas: mantendo-se o fruto intacto, ou seja, o fruto é processado em sua forma integral, comumente denominado de café natural; removendo-se apenas a casca e parte da mucilagem, denominado cereja descascado (CD); removendo-se a casca e a mucilagem mecanicamente (desmucilado); ou removendo-se a casca mecanicamente e a mucilagem por meio de fermentação (despolpado) (REINATO et al., 2012). Dependendo da forma de processamento, diversos resíduos são gerados, tais como casca, polpa, pergaminho, mucilagem e água residuária.

Em razão não só da diversificação, mas também da elevada quantidade com que são gerados, o aproveitamento desses resíduos na agricultura tem sido pesquisado por diversos autores (ASSIS et al., 2011; CALDEIRA et al., 2014; LO MONACO et al., 2009, 2011) haja vista a necessidade de dispô-los adequadamente no meio ambiente, além de apresentarem um elevado potencial fertilizante, diminuindo assim os custos com adubação convencional.

Especificamente, na etapa na qual se utilizam secadores, necessários para evitar o ataque de microrganismos e de fermentações que possam comprometer a qualidade dos grãos de café, também é gerado um resíduo, conhecido na região

<sup>1,2,3,4,5</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo/campus Santa Teresa - Rodovia ES 080 - Km 93 São João de Petrópolis - 29660-000 - Santa Teresa - ES - carol.merlo@hotmail.com, paolalm@ifes.com.br, ihaddade@gmail.com, lorena.merlo@hotmail.com, agro.krause@gmail.com

Centro Serrana do Espírito Santo por “moinha”. A moinha é composta por restos vegetais tais como folhas, galhos, restos de inflorescências e grãos mal formados do próprio cafeeiro, que, quando secados juntamente com o mesmo, sofrem queima e são liberados do secador. Quando atinge um volume considerável, este resíduo tem sido descartado de maneira inadequada e, em algumas situações, utilizado na adubação de lavouras cafeeiras da região, principalmente como fonte potássica.

Além da utilização como adubo, vislumbra-se a possibilidade de utilizá-lo como um substrato alternativo na produção de mudas de café Conilon, haja vista a necessidade de reduzir custos com os substratos comerciais e aproveitar a disponibilidade de resíduos agrícolas gerados em cada região. Dessa forma, alguns trabalhos têm sido realizados com diferentes combinações de substratos comerciais e alternativos na produção de mudas de café, tais como lodo de curtume (BERILLI et al., 2014), esterco de curral bovino curtido, cama de peru curtida e resíduo de fumo curtido (DIAS; MELO, 2009), casca de arroz carbonizada com substrato comercial (VALLONE et al., 2010), palha de café com substrato comercial e terra (BRAUN et al., 2009), dentre outros. No entanto, raras são as informações a respeito do uso da “moinha”, principalmente quanto à concentração a ser utilizada, na composição de substratos.

Como a aquisição de insumos agrícolas vem se tornando cada vez mais dispendiosa para o produtor rural, Costa et al. (2013) ressaltam que o uso de fontes alternativas de resíduos industriais ou agroindustriais pode ser uma solução para tornar ambas as atividades mais sustentáveis e ecologicamente corretas, pois visa a eliminação de um problema ambiental da indústria, pelo fato de serem aproveitados e dispostos de forma harmônica no meio ambiente, e, ao mesmo tempo, promove a redução nos custos de produção da agropecuária, beneficiando toda a cadeia, do produtor ao consumidor. Assim, objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar o uso de diferentes concentrações de moinha como substrato alternativo, no desenvolvimento vegetativo de mudas de café Conilon.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido no viveiro de produção de mudas da propriedade Sítio Santa Maria, no município de Santa Teresa, Espírito Santo, nas coordenadas geográficas: latitude de 19°48' Sul, longitude 40°40' Oeste e altitude de

130 m. A temperatura média anual é de 24°C e a pluviosidade entre 900 e 1200 mm.

Como substrato alternativo na produção de mudas de café Conilon (*Coffea canephora* var. *kouilonensis* de Wild), foi utilizado o resíduo proveniente da secagem dos grãos de café, denominado como “moinha”. A caracterização química e físico-química deste resíduo foi realizada no Laboratório de Solos e Resíduos Sólidos do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. A análise físico-química consistiu na determinação da condutividade elétrica (CE), por meio de um condutivímetro de bancada. A análise química consistiu na quantificação das concentrações de carbono orgânico facilmente oxidável ( $CO_{fo}$ ), carbono orgânico total ( $CO_T$ ), matéria orgânica (MO), nitrogênio total ( $N_T$ ), fósforo (P) e potássio (K), seguindo-se metodologia descrita por Matos (2015).

Na Tabela 1 estão apresentadas as características químicas e físico-química (CE) da “moinha” utilizada como substrato no experimento.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas no tempo (*Split-plot*), cujos tratamentos, na parcela, foram determinados pela porcentagem de moinha e nas subparcelas pelo efeito da idade.

O experimento consistiu na aplicação de cinco tratamentos: T1: solo + esterco bovino na proporção de 3:1; T2: 10% de moinha + solo; T3: 20% de moinha + solo; T4: 30% de moinha + solo e T5: 40% de moinha + solo, bem como de quatro tratamentos nas subparcelas (60, 82, 104 e 126 dias após o plantio). Cada um dos 20 tratamentos (5x4) contou com quatro repetições (blocos), sendo consideradas úteis 10 mudas, em cada repetição. Assim, em cada bloco foram avaliadas 200 mudas e, em todo o experimento, foram avaliadas 800 mudas.

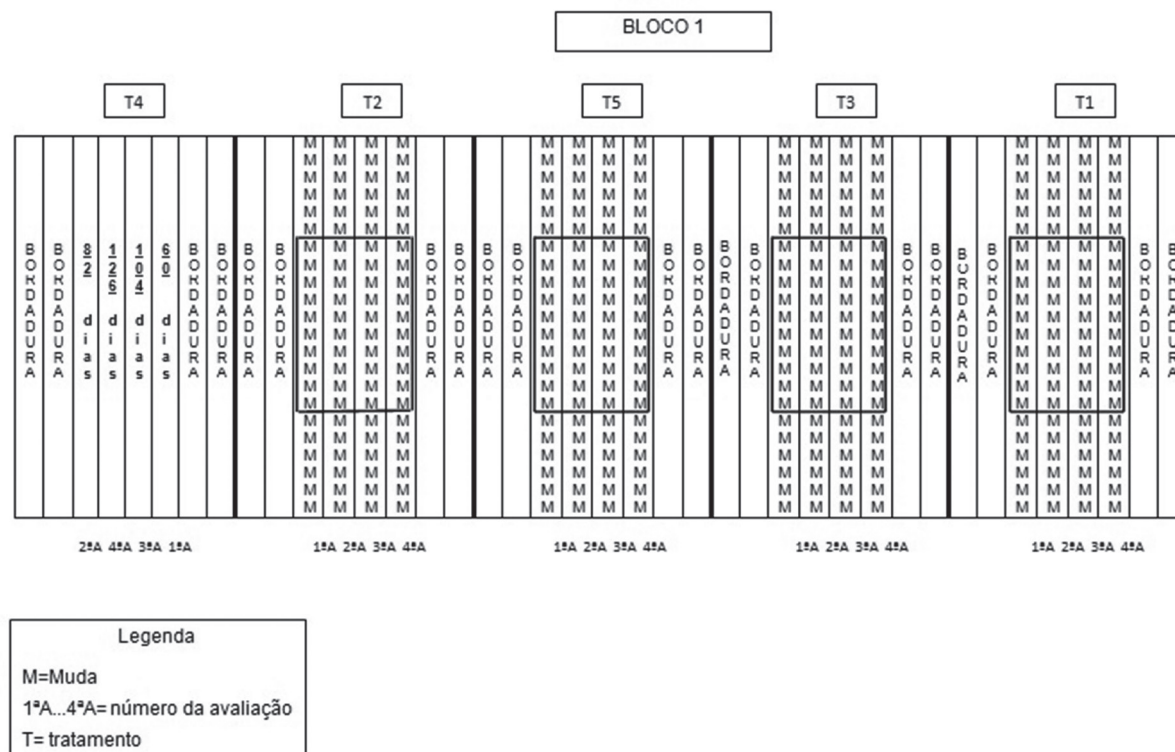
As mudas foram dispostas em canteiro com fileiras de 22 sacolas. Para cada repetição, foram utilizadas quatro fileiras de bordadura, ou seja, duas em cada lado, conforme descrito na Figura 1.

A porcentagem de moinha aplicada em cada tratamento foi baseada no volume total de solo, utilizado tradicionalmente para encher as sacolas. Em todos os tratamentos, foi adicionado superfosfato simples, na dosagem recomendada por Prezotti et al. (2007), para produção de mudas de café Conilon. O tratamento 1 foi considerado como o tratamento convencional, em razão da mistura ser considerada a tradicional pelos produtores de café Conilon da região, além de ser indicado por Matiello et al. (2010) e utilizado por Santinato et al. (2014).

**TABELA 1-** Características químicas e físico-química (CE) da moinha utilizada como substrato no experimento.

CE	CO <sub>fo</sub>	CO <sub>T</sub>	MO	N <sub>T</sub>	P	K
dS m <sup>-1</sup>	-----dag kg <sup>-1</sup> -----					
6,49	45,30	58,90	101,50	3,70	0,14	0,71

<sup>(1)</sup>CE – condutividade elétrica; CO<sub>fo</sub> - carbono orgânico facilmente oxidável; CO<sub>T</sub> - carbono orgânico total; MO - matéria orgânica; N<sub>T</sub> - nitrogênio total; P – fósforo e K – potássio.

**FIGURA 1-** Esquema detalhado representando um bloco experimental instalado em campo, com a distribuição dos tratamentos e as avaliações feitas durante o experimento.

O solo utilizado nos tratamentos é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (SANTOS et al., 2013), cuja caracterização pode ser visualizada na Tabela 2.

O genótipo utilizado nesta pesquisa foi o clone V12, da cultivar do café Conilon Vitória Incaper 8142, em razão de sua grande aceitação na região. As mudas foram produzidas a partir de estacas obtidas do ramo ortotrópico da planta e plantadas em sacolas de polietileno, com dimensões de 11 x 20 cm, com volume de 770 cm<sup>3</sup>.

O viveiro onde as mudas foram desenvolvidas possui tela de poliolefina com 50% de sombreamento. A irrigação foi realizada diariamente, de modo a se atingir a capacidade de campo dos substratos, em todos os tratamentos.

Para avaliar o desenvolvimento vegetativo de mudas de café Conilon nos diferentes tratamentos, foram determinados, aos 60; 82; 104 e 126 dias após o plantio, o diâmetro do caule, o diâmetro da copa, a altura da muda (região compreendida entre o coleto e a gema apical), o número de folhas e as matérias seca e fresca da raiz e da parte aérea. Para obtenção da altura da parte aérea foi utilizada uma régua milimetrada, medindo-se da base do colo até a gema apical que deu origem à última folha. O diâmetro do coleto foi obtido por meio de um paquímetro digital de precisão. A massa seca da parte aérea foi obtida através do corte das mudas próximas ao substrato. Para a obtenção da massa seca radicular, as raízes foram cuidadosamente lavadas em água corrente sobre uma peneira.

TABELA 2 – Caracterização física, química e físico-química do solo utilizado no experimento.

pH em água	MO g dm <sup>-3</sup>	P <sup>1</sup> --mg dm <sup>-3</sup> ---	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S.B.	T	t	m	V
				-----mmolc dm <sup>-3</sup> -----								-----%-----
5,2	3,0	12	67,0	8,1	13,1	0,0	16,2	22,9	39,1	22,9	0,0	58,6

<sup>1</sup>Extrator Mehlich

Posteriormente, os materiais foram acondicionados em sacos de papel e alocados em estufa, com circulação de ar forçada a 65 °C, por 72 horas. Em seguida, foi realizada a pesagem dos materiais em balança eletrônica de precisão de 0,01 g.

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância, considerando-se, nas parcelas e nas subparcelas, os efeitos dos fatores principais e sua interação ( $\alpha=0,05$ ). Para a avaliação dos diferentes substratos nas parcelas (níveis de moinha), os tratamentos foram comparados por meio do teste Dunnett ( $\alpha=0,05$ ). Caso ocorressem interações ( $P<0,05$ ) entre os níveis de moinha (alocados nas parcelas) e as diferentes idades (alocadas nas sub- parcelas) seriam considerados os desdobramentos de cada nível de moinha, em cada idade de avaliação, sendo estes efetuados por meio de ajuste em modelos de regressão. Nos casos em que foi detectado efeito para os fatores isolados, optaram-se por discutir apenas as comparações entre os efeitos dos níveis de moinha, em cada tratamento, com a testemunha, de forma independente (teste Dunnett, considerando um  $\alpha=0,05$ ).

Todas as análises estatísticas foram realizadas pelo programa SAS 9.0 (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises estatísticas, não foi possível verificar efeito da interação ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de moinha e as idades pós-plantio. Isto para todas as variáveis analisadas, indicando, dessa forma, que os fatores atuaram de forma independente. Assim, procedeu-se à análise dos fatores principais de forma isolada, justificando-se apenas as discussões das diferenças entre os tratamentos alocados nas parcelas (níveis de moinha), principal objetivo na realização do estudo.

Por meio da análise de variância, observaram-se diferenças ( $P<0,05$ ) quanto ao efeito porcentagens de moinha somente para as variáveis altura de plantas, matéria seca e

fresca da parte aérea. Dessa forma, apresentam-se, na Tabela 3, as médias estimadas das referidas variáveis em resposta aos tratamentos contendo diferentes porcentagens de moinha e o convencional (Testemunha), nas mudas, aos 125 dias após o plantio.

De acordo com a Tabela 3, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos convencional e com 10% de moinha para a variável altura de plantas, pelo teste Dunnett.

Uma das principais características observadas pelos produtores de mudas de café para determinação do ponto de comércio é a altura das mudas (BERILLI et al., 2014). Neste experimento, a menor altura de muda obtida foi de 14,37 cm, no tratamento com a concentração de 40% de moinha. Tatagiba et al. (2010), ao avaliarem diferentes níveis de sombreamento em mudas clonais de café Conilon, obtiveram alturas variando de 14 a 21 cm, 120 dias, após o plantio. Já nos resultados apresentados por Braun et al. (2009), que avaliaram o desenvolvimento inicial do café Conilon em solos de texturas argilosa, com mudas produzidas em Plantmax<sup>®</sup> + terra (proporção 1:1 v/v); substrato caseiro (terra misturada com estéreo bovino e areia na proporção de 1:1:1 v/v/v); Plantmax<sup>®</sup> (mistura de matéria orgânica de origem vegetal e vermiculita expandida); terra + palha de café (proporção 1:1 v/v), uma altura máxima de 6,4 cm foi obtida, aos 140 dias após plantio. Berilli et al. (2014), ao estudarem a eficiência do lodo de curtume desidratado como substrato na produção de mudas clonais de café Conilon, não obtiveram altura de mudas superior a 8,5 cm. Dardengo et al. (2013), ao avaliarem a influência de dois recipientes (sacolas e tubetes) e diferentes níveis de sombreamento no crescimento e qualidade de mudas de café conilon, preenchidos com substrato padrão (70% de terra peneirada, 30% de esterco de curral e adubos químicos), obtiveram mudas em sacolas, com 9,61 cm de altura, aos 160 dias, após plantio. Considerando os resultados obtidos por esses autores, verifica-se que as mudas produzidas neste experimento apresentaram uma altura de muda relativamente satisfatória para comercialização, mesmo aquelas que atingiram as menores alturas.

**TABELA 3** - Médias estimadas de altura de plantas (cm), matéria fresca da parte aérea (g) e matéria seca da parte aérea (g), em resposta aos tratamentos.

Tratamento	Altura de plantas (cm)	Matéria fresca da parte aérea (g)	Matéria seca da parte aérea (g)
Testemunha	17,21a	10,69a	3,44a
10% de moinha	16,57a	10,66a	3,37a
20% de moinha	14,55b	9,13b	3,11b
30% de moinha	15,76b	9,45b	3,20a
40% de moinha	14,37b	9,11b	3,16b
P(erro experimental)	$2,7 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$
CV (%)	24,77	31,52	21,33

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente da testemunha pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 3, as variáveis matéria seca e fresca da parte aérea apresentaram comportamento semelhante ao ocorrido com a variável altura de plantas, ou seja, o tratamento convencional também não diferiu estatisticamente do tratamento com 10% de moinha, nas variáveis matéria seca e fresca da parte aérea, e do tratamento com 30% de moinha, para a variável matéria seca da parte aérea (g).

Mesmo assim, os menores valores encontrados para matéria seca e fresca da parte aérea neste trabalho foram superiores aos encontrados em outros experimentos realizados com substratos alternativos em mudas de café Conilon. Braun et al. (2009) obtiveram 2,62 g de matéria seca da parte aérea e 6,52 g de matéria fresca da parte aérea em mudas produzidas em substrato caseiro (terra misturada com esterco bovino e areia na proporção de 1:1:1 v/v/v), com textura argilosa. Berilli et al. (2014) não encontraram valores de matéria seca e fresca da parte aérea superiores a 2 g e 9 g, respectivamente, quando estudaram a eficiência do lodo de curture desidratado como substrato na produção de mudas clonais de café Conilon. Dardengo et al. (2013), ao avaliarem a influência de dois recipientes (sacolas e tubetes) e diferentes níveis de sombreamento no crescimento e qualidade de mudas de café Conilon, preenchidos com substrato padrão (70% de terra peneirada, 30% de esterco de curral e adubos químicos), obtiveram valores variando entre 1,43 a 3,29 g de matéria seca total em tubetes e uma média de 2,99 g obtida em sacolas. Mesmo apresentando valores de matéria seca inferiores, com o aumento da concentração de moinha, o menores valores de conteúdo de matéria seca

somente da parte aérea obtidos neste trabalho (3,2 g) encontram-se acima da faixa estabelecida por Marana et al. (2008), considerada como razoável (1,0 a 1,8 g), para matéria seca total (aérea e raiz).

Acredita-se que, um dos motivos pelo qual as maiores proporções de moinha proporcionaram valores inferiores nas variáveis analisadas, tenha sido a salinidade, evidenciada pela maior condutividade elétrica existente nesse resíduo (Tabela 1), acarretando num decréscimo do potencial osmótico no substrato. O acúmulo de sal no substrato e a conseqüente redução do potencial osmótico pode afetar negativamente o crescimento das plantas e causar um desenvolvimento foliar reduzido (KARASAWA et al., 2003), considerando que elevados valores de salinidade podem danificar as raízes impedindo a absorção de água e nutrientes.

Em muitos trabalhos, é possível verificar o efeito da salinidade no crescimento vegetativo em mudas de café. Em plantas de café (*Coffea arabica* L.), o diâmetro do caule foi influenciado pela salinidade da água ao longo do tempo, a partir de  $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ , levando à paralisação do crescimento e, conseqüentemente, à morte (FIGUEIREDO; FARIA; SILVA, 2006). Karasawa et al. (2003), ao avaliarem o efeito de quatro níveis de salinidade da água (0,3; 0,9; 1,2 e  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) no desenvolvimento de mudas de café, verificaram que, à medida que se elevou a condutividade da água de irrigação, todos os tratamentos apresentaram efeitos negativos, ou seja, causaram decréscimo nas variáveis. A altura da planta, aos 103 dias após o plantio na concentração de maior salinidade, não ultrapassou 15 cm de altura, valores próximos aos encontrados nas concentrações de 20 e 40% de moinha.

A concentração de 10% de moinha na composição do substrato, quando comparada com concentrações maiores que esta, promoveu o melhor desenvolvimento das mudas do cafeeiro, provavelmente, por nessa faixa o efeito da salinidade não ter predominado sobre o efeito benéfico dos conteúdos de nitrogênio e de matéria orgânica existentes na moinha (Tabela 1), fundamentais, dentre diversos atributos, na formação das estruturas vegetativas e na qualidade física do substrato, respectivamente.

#### 4 CONCLUSÕES

- O uso do substrato convencional pode ser substituído pelo substrato contendo 10% de moinha.

- Mudas produzidas em substratos contendo porcentagens maiores que 10% de moinha misturada ao solo apresentam menor padrão de desenvolvimento vegetativo, quando comparadas àquelas contendo substrato convencional.

#### 5 REFERÊNCIAS

- ASSIS, A. M. et al. Cultivo de orquídea em substratos à base de casca de café. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 544-549, 2011.
- BERILLI, S. S. et al. Utilização de lodo de curtume como substrato alternativo para produção de mudas de café Conilon. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 472-479, 2014.
- BRAUN, H. et al. Desenvolvimento inicial do café Conilon (*Coffea canephora* Pierre) em solos de diferentes texturas com mudas produzidas em diferentes substratos. **Idesia**, Taparacá, v. 27, n. 3, p. 35-40, 2009.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando lodo de esgoto, fibra de coco e palha de café in natura. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 2, p. 195-206, 2014.
- COSTA, A. S. V. et al. Uso do resíduo de granito oriundo da serraria e polimento como corretivo e fertilizante de solos agrícolas. **Revista Geonomos**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 23-27, 2013.
- DARDENGO, M. C. J. D. et al. Crescimento e qualidade de mudas de café conilon produzidas em diferentes recipientes e níveis de sombreamento. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 4, p. 500-509, 2013.
- DIAS, R.; MELO, B. Proporção de material orgânico no substrato artificial para produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 144-152, jan./fev. 2009.
- FIGUEIREDO, V. B.; FARIA, M. A. de; SILVA, E. L. Crescimento inicial do cafeeiro irrigado com água salina e salinização do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 50-57, 2006.
- KARASAWA, S. et al. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) irrigados com água salina. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 14, p. 1-12, 2003.
- LO MONACO, P. A. V. et al. Avaliação do efeito da irrigação no estado nutricional do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) após fertirrigação com água residual. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 75-82, 2011.
- \_\_\_\_\_. Características químicas do solo após a fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 348-364, 2009.
- MARANA, J. P. et al. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 39-45, 2008.
- MATIELLO, J. B. et al. **Cultura do café no Brasil: manual de recomendações**. Varginha: Fundação Prócafé, 2010. 542 p.
- MATOS, A. T. **Manual de análise de resíduos sólidos e águas residuárias**. Viçosa, MG: UFV, 2015. 149 p.
- PREZOTTI, L. C. et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305 p.
- REINATO, C. H. R. et al. Qualidade do café secado em terreiros com diferentes pavimentações e espessuras de camadas. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 3, p. 223-237, 2012.
- SANTINATO, F. et al. Doses of phosphorus associated with nitrogen on development of coffee seedlings. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 3, p. 419-426, 2014.
- SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: EMBRAPA, 2013.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.0. Cary, 2011. 513 p.
- TATAGIBA, S. D. et al. Mudas de *Coffea canephora* cultivadas sombreadas e a pleno sol. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 219-226, 2010.
- VALLONE, H. S. et al. Diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 55-60, jan./fev. 2010.