

# UTILIZAÇÃO DE LODO DE CURTUME COMO SUBSTRATO ALTERNATIVO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFÉ CONILON

Sávio da Silva Berilli<sup>1</sup>, Joao Paulo Chodacki Quiuqui<sup>2</sup>, Jessica Rembinski<sup>3</sup>, Paulo Henrique Honorato Salla<sup>4</sup>, Ana Paula Candido Gabriel Berilli<sup>5</sup>, João Marcos Louzada<sup>6</sup>

(Recebido: 12 de dezembro de 2013; aceito: 14 de março de 2014)

**RESUMO:** A pecuária bovina brasileira representa grande fonte de renda e investimento dos setores público e privado, sendo que após o abate, o destino dos couros para curtumes ocasiona a geração de uma quantidade expressiva de resíduos na forma de lodos, tornando-se assim um problema ambiental para os curtumes em muitos estados brasileiros que não dispõem de legislações, para a destinação correta desses resíduos. Dessa forma, o aproveitamento dos lodos dos curtumes na agricultura apresenta-se como uma solução tecnicamente viável, devido às elevadas quantidades de nutrientes minerais disponíveis no lodo, como o cálcio, enxofre, magnésio e nitrogênio, além da matéria orgânica. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar a influência de diferentes concentrações de lodo de curtume desidratado, para a produção de mudas de café Conilon, em comparação com a adubação convencional. O experimento foi montado na forma de blocos casualizados composto de cinco tratamentos (T-C; T10; T20; T30; T40), sendo quatro proporções de lodo desidratado (10, 20, 30 e 40%) e um substrato convencional de produção de mudas de café *conilon*. Para este experimento, foram avaliadas as características biométricas das mudas, sendo observado que a adubação convencional apresentou melhor desenvolvimento das mudas avaliadas, no entanto, pôde-se observar que os tratamentos com as concentrações a 20% e, notadamente, a 30% de lodo de curtume desidratado no substrato não apresentaram diferenças significativas para a maioria das características avaliadas em relação ao tratamento com adubação convencional, demonstrando assim seu potencial de uso no substrato de mudas.

**Termos para indexação:** Sustentabilidade, inovação, nutrição, cromo, adubação alternativa.

## USE OF SLUDGE TANNERY SUBSTRATE AS ALTERNATIVE TO PREPARE CONILON COFFEE SEEDLINGS

**ABSTRACT:** The Brazilian cattle is great source of income and investments from public and private sectors, and after slaughter, the destination of the leather to tannery causes the generation of a significant amount of waste in the form of sludge, thus becoming an environmental problem for tanneries in many Brazilian states that do not have laws for proper disposal of this waste. Thus, the use of sludge in agriculture tanneries presented as a solution technically feasible due to the high amounts of nutrients available in the sludge, such as calcium, sulfur, magnesium, nitrogen and organic matter. This paper aims to evaluate the influence of different concentrations of dehydrated tannery sludge to produce Conilon coffee seedlings compared to conventional fertilization. The experiment was arranged as a randomized block design consisting of five treatments (T-C; T10; T20; T30; T40), four ratios of dewatered sludge (10, 20, 30 and 40%) and the other one with a substrate for the production of conventional Conilon coffee seedlings. For this experiment, we evaluated the biometric characteristics of the seedlings, we observed that the conventional fertilization showed better seedling development evaluated, however, we also observed that treatments with concentrations 20 and particularly 30 % of dehydrated tannery sludge in the substrate showed no significant differences for most characteristics evaluated in relation to treatment with conventional fertilization, thus demonstrating its potential use in substrate seedlings.

**Index terms:** Sustainability, innovation, nutrition, chrome, fertilizer alternative.

## 1 INTRODUÇÃO

A reutilização de resíduos industriais na agricultura não é fato novo, como a utilização da vinhaça e torta de filtro da indústria sucroalcooleira, assim como a utilização de resíduos industriais como o lodo proveniente de curtumes ou lodo de esgoto doméstico, os quais vêm sendo bastante estudados para fins de adubação alternativa na

agricultura e reutilização ecológica desse resíduo, como a reforma de pastagens, plantio do milho e sorgo (ARAÚJO et al., 2008; COSTA et al., 2001; GIANELLO et al., 2011; SOUZA et al., 2005) ou na recuperação de áreas degradadas (FERREIRA et al., 2003), porém, com relação à utilização desse resíduo na composição do substrato de propagação de mudas de cafeeiro, nunca foi relatado.

<sup>1,3,5,6</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo/Campus Itapina - Rodovia BR-259 - Km 70 Zona Rural - Cx. P. 256 - 29709-910 - Colatina - ES - savio.berilli@pq.cnpq.br, jessykabb18@gmail.com, anapaulacg@gmail.com, joao.louzada@ifes.edu.br

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo/Campus Itapina - Córrego São João - Zona Rural - 29795-000 Águia Branca - ES - jpquiuiqui@hotmail.com

<sup>4</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo/Campus Itapina - Rua Antônio Quintino, N° 08 Santa Fé - 29690-000 - Itaguaçu - ES - phs.salla@gmail.com

O lodo de curtume é um adubo agrícola em potencial, pois é rico em vários nutrientes importantes para os vegetais como o nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e magnésio, no entanto, esse resíduo industrial apresenta restrições, principalmente, devido à presença de metais pesados como o cromo e pela presença do sódio em elevadas concentrações (ARAUJO et al., 2008; CASTILHOS; TEDESCO; VIDOR, 2002; TEIXEIRA et al., 2006).

Alguns estados brasileiros apresentam normativas, estabelecendo critérios para a utilização do lodo de curtume, como é o caso de São Paulo (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB, 1999), os quais já fazem uso há bastante tempo desses resíduos, na forma de adubação alternativa na agropecuária ou recuperação de áreas degradadas, no entanto, outros estados, como o Espírito Santo, são mais restritivos quanto à utilização desse resíduo, não possuindo legislação própria para sua utilização. Dessa forma, estudos dessa natureza buscam esclarecer os critérios necessários de utilização desses resíduos, notadamente voltada para as atividades agrícolas de cada região específica, como o a cultura do café no Espírito Santo.

A utilização de resíduos industriais de interesse agrícola, em substratos de mudas de plantas arbóreas ou arbustivas, constitui-se em uma interessante alternativa do uso de resíduos potencialmente poluentes, como é o caso do lodo de curtume (COSTA et al., 2001), visto que a distribuição diluída e sistematizada nos sistemas de plantios, proporcionam uma redistribuição desses resíduos de volta à natureza de forma ecológica e coerente com o uso dos recursos naturais do Planeta.

O Espírito Santo é um estado notadamente voltado para a atividade agrícola cafeeira, principalmente o café Conilon, sendo que atualmente grandes partes dos cafezais capixabas estão sendo substituídos por novas lavouras com materiais genéticos melhorados e maior tecnologia (FERRÃO et al., 2007). Para isso, uma grande quantidade de produtores de mudas de café vêm buscando alternativas para diminuir custos de produção, de modo que estudos sobre a utilização de adubos alternativos seria uma opção interessante para os viveiristas reduzirem custos. Objetivou-se, nesta pesquisa, estudar a eficiência da aplicação de lodo de curtume desidratado no substrato de propagação das mudas do cafeeiro *conilon* (*Coffea canephora*), como alternativa para a adubação convencional.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus Itapina (IFES-Campus Itapina), localizado no município de Colatina, região noroeste capixaba, na área experimental do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina, com coordenadas geográficas de 19° 32' 22" de latitude sul; 40° 37' 50" de longitude oeste e altitude de 71 metros. Esse experimento foi conduzido em viveiro de propagação de mudas de café, onde foi utilizado um delineamento experimental de blocos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo consideradas 30 mudas por repetição para cada tratamento, totalizando assim 150 plantas por blocos e 750 plantas, em todo o experimento.

Os tratamentos constaram de quatro concentrações diferentes da mistura com lodo de curtume desidratado, sendo retratados, neste trabalho, como T10; T20; T30; T40, o que corresponde às proporções de 10%, 20%, 30% e 40% do volume total do substrato misturado com solo, e uma mistura considerada tradicional pelos produtores de mudas de café Conilon, sendo retratada neste trabalho por tratamento convencional (T-C) (solo - esterco bovino - areia na proporção de 1-1-1). O genótipo utilizado para esse trabalho foi variedade do café Conilon clonal Vitória Incaper 8142 (FERRÃO et al., 2007). Tal variedade possui 13 clones, porém, para fins de experimentação, somente o clone V8 foi testado, sendo considerado por produtores da região o mais vigoroso. A composição dos tratamentos T-C; T10; T20; T30; T40 estão detalhados na Tabela 1.

O solo utilizado para as misturas dos substratos com os tratamentos com lodo e tratamento convencional é classificado como latossolo vermelho distrófico com as características descritas na Tabela 2:

O lodo de curtume foi cedido pela empresa Capixaba Couros LTDA ME, situada na Rua Projetada nº 30, Distrito Industrial, CEP: 29730-000, Baixo Guandu - ES. Após o processamento do couro bovino cru, o lodo é liberado na forma líquido-concentrada, com 97% de umidade (base seca). Na sequência, o lodo foi colocado em tanques de evaporação até atingir umidade de aproximadamente 13,8 % (base seca). As características do lodo desidratado utilizado nesse experimento podem ser observadas na Tabela 3.

**TABELA 1** - Descrição dos tratamentos ,contendo as diferentes proporções de lodo de curtume (10, 20, 30 e 40% de lodo) solo e adubação do substrato convencional.

Tratamento	Componente do substrato
T-C	136 L de solo, 625g de superfosfato simples, 200g de calcário, 200g de KCl e 36L de esterco bovino.
T-10	10% de Lodo de curtume + solo
T-20	20% de Lodo de curtume + solo
T-30	30% de Lodo de curtume + solo
T-40	40% de Lodo de curtume + solo

**TABELA 2** - Características químicas do solo usado como componente do substrato das mudas.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	Na	C	M.O.	SB	T	t	m	V	Fe	Cu	Zn	Mn	S	B
	-mg/dm <sup>3</sup> -			-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----			%	g/dm <sup>3</sup>	--cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> --	%	%	%	%			-----mg/dm <sup>3</sup> -----			
5	5	48	0,8	1,3	0	0,03	0,47	8,1	2,3	3,1	2,3	0	74	7	0,6	0,8	7,9	112	0,4

Obs: SB: soma de bases; m: saturação de alumínio; V: saturação de base; T: CTC a pH 7; t: CTC efetiva.

**TABELA 3** - Características físicas e químicas do lodo de curtume bovino desidratado usado no substrato das mudas.

pH	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	C	C.E.	Fe	Cu	Zn	Mn
		-----%				dS/m	dS/m	-----mg/dm <sup>3</sup> -----			
12,30	3,7	0,20	0,08	2,70	0,1	0,93	17,30	57	1	1	1

As mudas foram produzidas a partir de estacas obtidas do tecido adulto de ramos ortotrópicos do cafeeiro, sendo essas retiradas de lavouras com bom aspecto fitossanitário e nutricional. Após a retirada dos ramos das plantas-mãe, esses foram encaminhados para a casa de vegetação, local onde foram eliminados 30 cm das extremidades dos ramos ortotrópicos (ramos contendo várias estacas). Em seguida, foi realizada a padronização das estacas, com 6 a 8 cm de altura, folhas com 1/3 do limbo foliar, ramos plagiotrópicos e acima da inserção do par de folhas com 1 cm. As estacas foram plantadas em sacolas de polietileno com dimensões de (11x20cm), previamente enchidas com os substratos com 30 dias de antecedência da implantação do experimento. As irrigações foram feitas, diariamente, durante todo o experimento por microaspersor, mantendo sempre a capacidade de campo dos substratos do experimento.

O experimento teve duração de 120 dias, com as características avaliadas de número de folhas, altura da muda, diâmetro da copa, diâmetro do caule e análises gravimétricas como massa fresca da parte aérea (MFPA), raiz (MFR) e planta inteira (MFP), massa seca da parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e planta inteira (MSP) - foi utilizada estufa de circulação forçada a 70 °C até atingir peso constante em balança digital de precisão. Foi contabilizada a taxa de pegamento dos tratamentos. Para as medições de altura, foi utilizada régua graduada e contabilizada desde a base da muda até o ponto mais alto. Para o diâmetro do caule e da copa, foi utilizado um paquímetro digital, sendo que o diâmetro da copa foi considerado somente a partir das primeiras folhas iniciais, desconsiderando as duas folhas das estacas do plantio. O número de folhas foi considerado após a emergência das primeiras folhas, sendo desconsideradas as folhas iniciais das estacas do plantio.

Os dados foram submetidos a análises de variância, pelo teste F, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas pelo programa R (versão 2.15.1), e os gráficos foram gerados pelo programa Origin 6.0.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De um modo geral, pelo teste F houve diferença significativa para os tratamentos aplicados, sendo observado melhor desenvolvimento das mudas para o substrato convencional, em comparação aos substratos tratados com lodo de curtume.

Os coeficientes de variação apresentaram níveis baixos e considerados bons para as análises realizadas (GOMES; GARCIA, 2002).

Uma das principais características observadas pelos produtores de mudas de café para determinação do ponto de comércio é a altura das mudas, sendo que as mudas cultivadas em substratos com adição de lodo de curtume desidratado apresentaram crescimento considerável neste experimento, atingindo altura de até 5,7 cm, tamanho aceitável pelos produtores da região norte do ES. Mesmo assim, o tratamento convencional destacou-se entre os outros tratamentos, atingindo aproximadamente 8 cm de altura, após 120 dias do plantio das estacas (Tabela 4).

Na literatura, valores divergentes são encontrados para a altura das mudas, sendo que resultados relatados por Braun et al. (2009), observaram que mudas clonais de café Conilon, aos 165 dias, apresentaram altura máxima de 6,4 cm, enquanto resultados encontrados por Tatagiba, Pezzopane e Reis (2010) demonstraram valores de altura de mudas clonais de café Conilon cultivadas por 100 dias (enraizamento e crescimento vegetativo) variando de 12 a 16 cm, de modo que, nesse caso, as diferenças entre genótipos, ambientes, luminosidades, recipientes de cultivos e adubações podem estar relacionados às diferenças nos desenvolvimentos das mudas entre os experimentos.

As características de altura de plantas, diâmetro da copa e diâmetro do caule, apresentaram semelhanças estatísticas entre os tratamentos com lodo e ficando abaixo do desenvolvimento da muda cultivada em substrato convencional. Porém, com relação ao número de folhas das plantas, o tratamento convencional apresentou-se diferentemente dos tratamentos de 10% e 20%, enquanto os tratamentos de 30% e 40% de lodo no substrato não apresentaram diferenças significativas (Tabela 4).

Ao analisar a massa fresca e seca da raiz (Tabela 5), observou-se um desenvolvimento uniforme em todos os tratamentos, não havendo diferenças significativas entre os mesmos. Isso indica que o lodo de curtume não comprometeu o sistema radicular da muda, promovendo um bom desenvolvimento do sistema radicular, o que pode estar relacionado ao elevado conteúdo de matéria orgânica presente no lodo de curtume.

**TABELA 4** - Médias da altura da planta, número de folha, diâmetro da copa e diâmetro do caule de mudas de café Conilon, cultivadas em substrato convencional e com diferentes concentrações de lodo de curtume desidratado.

Tratamento	Altura da planta (cm)	Número de folhas	Diâmetro da copa (cm)	Diâmetro do caule (mm)
T-C	8,03 a	9 a	15,34 a	8,18 a
T-10	5,20 b	7 c	11,86 b	9,15 a
T-20	5,75 b	7 c	12,68 b	8,69 a
T-30	5,70 b	8 ab	12,06 b	9,54 a
T-40	5,20 b	8 ab	11,26 b	8,40 a
Média	5,98	8	12,64	8,79
CV (%)	11,33	10,14	9,56	4,23

Médias seguidas de letras distintas entre si na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5%.

**TABELA 5** - Médias da massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da planta (MFP), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da planta (MSP) de mudas de café Conilon, cultivadas em substrato convencional e com diferentes concentrações de lodo de curtume desidratado.

Tratamento	MFR (g)	MFPA (g)	MFP (g)	MSR (g)	MSPA (g)	MSP (g)
T-C	2,88 a	8,57 a	11,45 a	0,46 a	1,92 a	2,38 a
T-10	2,75 a	6,21 b	8,96 b	0,42 a	1,48 c	1,89 b
T-20	2,57 a	6,74 b	9,32 b	0,47 a	1,61 bc	2,09 ab
T-30	2,93 a	6,86 b	9,80 ab	0,47 a	1,75 ab	2,22 ab
T-40	2,16 a	6,09 b	8,25 b	0,40 a	1,50 bc	1,90 b
Média	2,66	6,89	9,55	0,44	1,65	2,10
CV (%)	17,57	9,70	10,52	18.83235	8.594714	9.258507

Médias seguidas de letras distintas entre si na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5%.

No entanto, para as características de massa fresca da planta, massa seca da parte aérea e massa seca da planta somente o tratamento com 30% de lodo no substrato das mudas apresentaram igualdade estatística com o tratamento convencional, demonstrando que doses inferiores e superiores a esse valor comprometem o desenvolvimento das mudas para as condições desse experimento. Os valores encontrados nesse experimento para massa fresca e seca total da parte aérea e raízes estão próximas dos experimentos realizados por alguns autores, variando de 1 a 3g para massa fresca da parte aérea, de 0,9 a 1,7g para massa seca da parte aérea, de 2 a 2,4g de massa seca da planta e 0,2 a 0,4g para massa seca das raízes (BRAUN et al., 2011; TATAGIBA; PEZZOPANE; REIS, 2010; TATAGIBA; SANTOS; PEZZOPANE, 2010).

Em relação ao parâmetro massa fresca da parte aérea, o tratamento convencional obteve melhores resultados, atingindo 8,57 g, enquanto os outros tratamentos não se diferenciaram, estatisticamente. Porém ao compararem os resultados de Braun et al. (2011), onde foram analisadas plantas crescidas sob diferentes luminosidades, durante 165 dias, eles obtiveram médias da massa fresca da parte aérea muito inferiores às obtidas nesse experimento (máxima de 3,3 g), pois nenhum dos tratamentos, com diferentes níveis de luminosidade, alcançaram ou se aproximaram dos tratamentos deste experimento, mostrando o porte considerável das mudas testadas aqui nos tratamentos.

Os valores observados de massa fresca, número de folhas e diâmetro da copa dos tratamentos com lodo desidratado inferiores ao

tratamento com adubação convencional podem estar relacionados a alguns fatores, sendo um deles a insuficiência no fornecimento de nutrientes pelo lodo, notadamente o nitrogênio, visto que, após desidratação o conteúdo de nitrogênio diminui drasticamente por volatilização. Outro fator que pode estar relacionado ao desenvolvimento inferior da massa fresca da parte aérea das mudas cultivadas com lodo, se refere à influência do cromo presente no lodo, visto que esse metal altera a bioquímica normal das células, causando estresse oxidativo e distúrbios na ultraestrutura dos cloroplastos, comprometendo o processo fotossintético e, conseqüentemente, a parte aérea da planta (BARTLETT; JAMES, 1988; PANDA; CHOUDHURY, 2005). O desenvolvimento inferior da parte aérea também pode estar relacionado ao potencial osmótico do solo e das células das raízes, visto que o lodo apresenta elevada concentração de sódio, o que pode alterar a regulação osmótica da planta e dificultar o transporte de água e solutos para a parte aérea (SENA; ZAIDAN; CASTRO, 2006).

Apesar do desenvolvimento inferior da parte aérea dos tratamentos com lodo, esse fenômeno não se repete quando se refere ao sistema radicular, visto que não houve diferença entre os tratamentos envolvidos. Essa observação levanta a real hipótese do lodo interferir no desenvolvimento somente da parte aérea, para as concentrações testadas neste

experimento, podendo estar comprometido com falta de nitrogênio, presença de cromo ou de sódio. De acordo com alguns autores, o cromo tende a se acumular no sistema radicular das plantas (MORAL; PEDRENO; GOMEZ, 1995), porém, apesar de seu potencial tóxico, ao que parece, não houve prejuízos para o desenvolvimento do sistema radicular das mudas de café testadas neste experimento.

Analisando as variações no desenvolvimento vegetativo provocadas pelo gradativo aumento das doses de lodo na massa seca da parte aérea, massa seca da planta e altura percebe-se um mesmo padrão de resposta, com início de ganho de massa e altura, estabilização entre as doses de 20% e 30% e queda com 40% de lodo no substrato (Figura 1). Possivelmente, doses de lodo com 10% ou inferiores são insuficientes na liberação de nutrientes, o que compromete o desenvolvimento das mudas em relação às doses de 20% a 30%, em contrapartida, as doses de 40% apresentam declínio, tanto na produção de massa, quanto na altura da muda, o que pode estar relacionado ao acúmulo de cromo e sódio no substrato, causando prejuízos fisiológicos às mudas e comprometendo seu desenvolvimento. Resultados observados por alguns autores, para outras espécies cultivadas, também relacionam a queda de área foliar e queda do ganho de massa com o aumento da salinidade da solução do solo (MEDEIROS et al., 2007; SOUSA et al., 2007).

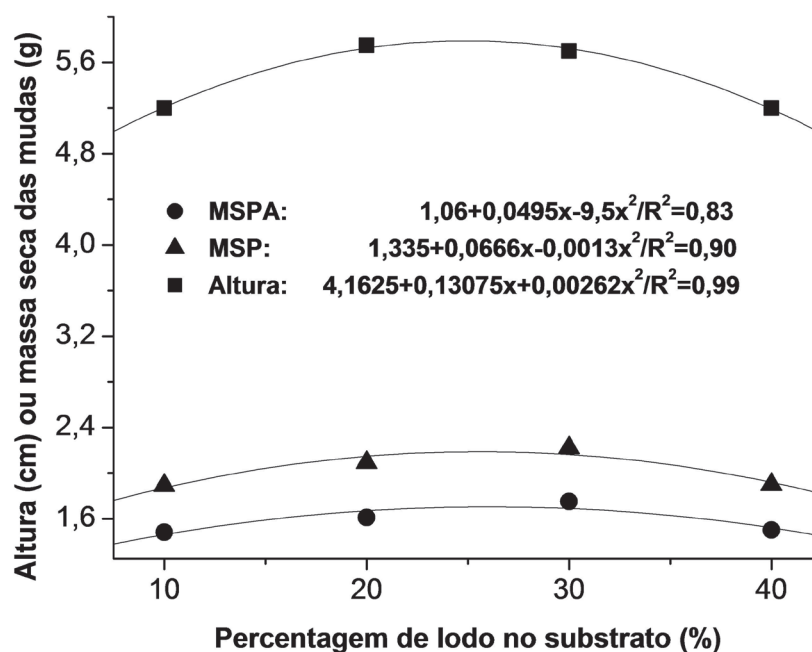


FIGURA 1 - Valores de altura, massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da planta (MSP) de mudas desenvolvidas em substratos, com diferentes doses de lodo de curtume aos 120 dias de cultivo.

Apesar do melhor padrão de resposta das mudas tratadas com 20% e 30% de lodo no substrato, para ganho de massa e altura das mudas, apresentado na Figura 1, houve um gradativo aumento do índice de mortalidade das mudas com o aumento da concentração de lodo no substrato, fato esse que pode estar relacionado ao aumento das concentrações de sódio e cromo no substrato.

A utilização do lodo de curtume desidratado como fonte de adubação alternativa em substratos de mudas de café é potencialmente viável, visto que esse rejeito industrial apresenta relativa disponibilidade de nutrientes como enxofre, magnésio, cálcio, nitrogênio, fósforo, potássio, assim como de matéria orgânica. Porém, possivelmente, o elevado teor de sódio e a presença de cromo podem dificultar o aproveitamento adequado dos elementos benéficos. Portanto, estudos relacionados ao uso do lodo de curtume associados a outras substâncias complexantes de partículas positivas como o cromo e o sódio, podem promover uma melhor interação entre os elementos disponíveis nos substratos das mudas.

#### 4 CONCLUSÕES

As mudas de café Conilon produzidas a partir de estacas em substrato com adubação convencional apresentaram melhor padrão de desenvolvimento;

O uso de lodo de curtume desidratado misturado ao solo vermelho distrófico para produção de mudas de café permitiu o desenvolvimento de mudas aceitáveis para o plantio.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Pela parceria, apoio físico e financeiro do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina (IFES-Itapina), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) e à Empresa Capixaba Couros LTDA-ME.

#### 6 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. B. et al. Desenvolvimento do milho e fertilidade do solo após aplicação de lodo de curtume e fosforita. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 5, p. 507-511, out. 2008.

BARTLETT, R. J.; JAMES, B. R. Chromium. In: SPARKS, D. L. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 2006. part. 3, p. 683-701.

BRAUN, H. et al. Desenvolvimento inicial do café conillon (*Coffea canephora pierre*) em solos de diferentes texturas com mudas produzidas em diferentes substratos. **Idesia**, Arica, v. 27, n. 3, p. 35-40, 2009.

CASTILHOS, D. D.; TEDESCO, M. J.; VIDOR, C. Rendimentos de culturas e alterações químicas do solo tratados com resíduos de curtume e cromo hexavalente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 1083-1092, 2002.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Aplicação de lodos de curtume em áreas agrícolas: critérios para projeto e operação**. São Paulo, 1999. 32 p. (Manual Técnico, P.4.233).

COSTA, C. N. et al. Efeito de adição de lodo de curtume sobre as alterações químicas do solo, rendimento de matéria seca e absorção de nutrientes em soja. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, p. 189-191, 2001.

FERRÃO, R. G. et al. Cultivares de café conilon. In: FERRÃO, R. G. et al. (Ed.). **Café conilon**. Vitória: INCAPER, 2007. p. 205-221.

FERREIRA, A. S. et al. Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduo de curtume e carbonífero. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 755-763, 2003.

GIANELLO, C. et al. Viabilidade do uso de resíduos da agroindústria coureiro-calçadista no solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 242-245, 2011.

GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

MEDEIROS, J. F. et al. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 3, p. 248-255, 2007.

MORAL, R.; PEDRENO, N.; GOMEZ, I. Effects of chromium on the nutrient element content and morphology of tomato. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 18, n. 4, p. 815-822, 1995.

PANDA, S. K.; CHOUDHURY, S. Changes in nitrate reductase activity and oxidative stress response in the moss polytrichum commune subjected to chromium, copper and zinc phytotoxicity. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Campos dos Goytacases, v. 17, n. 2, p. 191-197, 2005.

- SENA, J. O. A.; ZAIDAN, H. A.; CASTRO, P. R. C. Water osmotic absorption in *Coleus blumei* plants under salinity stress. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 49, n. 6, p. 861-865, 2006.
- SOUZA, R. A. et al. Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 75-82, 2007.
- SOUZA, E. R. B. et al. Teores de metais tóxicos nas folhas de plantas de milho fertilizadas com lodo de curtume. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 127-132, 2005.
- TATAGIBA, A. S. D.; PEZZOPANE, E. F. R.; REIS, E. F. Crescimento vegetativo de mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 3, p. 251-261, 2010.
- TATAGIBA, A. S. D.; SANTOS, E. A.; PEZZOPANE, E. F. R. Mudas de *Coffea canephora* cultivadas sombreadas e a pleno sol. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 219-226, 2010.
- TEIXEIRA, K. R. G. et al. Efeito da adição de lodo de curtume na fertilidade do solo, nodulação e rendimento de matéria seca do caupi. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1071-1076, nov./dez. 2006.