

ÁREA TEMÁTICA: Reciclagem

INFLUÊNCIA DO SÓDIO E DO CROMO PRESENTES NO LODO DE CURTUME SOBRE A ANATOMIA FOLIAR DE MUDAS DE CAFÉ CONILON (*Coffea Canephora* Pierre)

Leonardo Martineli¹ (leonardo.martineli@ifes.edu.br), Sávio da Silva Berilli² (savio.berilli@ifes.edu.br), Laís Gertrudes Fontana Silva³ (laisfontana@gmail.com), Ana Paula Candido Gabriel Berilli² (ana.berilli@ifes.edu.br), Lucas Rodrigues² (lucasalvesrodrigues16@hotmail.com); Vinicius Rodrigues Ferreira² (rodrigues.ufes@gmail.com), Anna Carolina Barboza Souza² (barboza.annacarol@gmail.com)

¹ Instituto Federal do Espírito Santo - IFES-Itapina, Colatina-ES

² Instituto Federal do Espírito Santo - IFES-Alegre, Alegre-ES

³ Universidade Federal do Espírito Santo - CEUNES/UFES

RESUMO

O resíduo gerado pelas indústrias de couro, conhecido como lodo de curtume, apresenta-se, potencialmente, como um adubo alternativo na agricultura. É constituído de materiais orgânicos de origem animal misturados com sais inorgânicos, e alguns desses componentes presentes na sua composição são nutrientes para as plantas. Contudo, a presença do cromo e do sódio pode interferir negativamente seu uso, causando distúrbios anatômicos que prejudicam o desenvolvimento das plantas. Objetivou-se com este estudo, avaliar a influência do sódio e do cromo, presentes no lodo de curtume desidratado, sobre a estrutura anatômica de mudas de café conilon (*Coffea Canephora* Pierre) desenvolvidas em substratos contendo doses de sódio e cromo isoladamente e em conjunto. O experimento foi conduzido em viveiro de propagação de mudas irrigado, com delineamento em blocos casualizados (DBC), contendo 5 tratamentos, 7 blocos, sendo cada parcela constituída por 10 plantas. Os tratamentos constaram de uma dose de 40% de lodo de curtume e doses equivalentes de cromo e sódio misturados a um substrato considerado convencional. Várias das características avaliadas apresentaram variações nas análises estatísticas, revelando diferentes padrões de comportamento nas mudas de café conilon, quando na presença de cromo e sódio isoladamente ou mesmo em conjunto. Notadamente, a presença do sódio no substrato provocou danos maiores às plantas em relação à presença do cromo. Contudo, a presença do lodo de curtume desidratado, mesmo contendo os mesmos níveis de sódio e cromo, revelou maior influência negativa sobre os parâmetros estudados.

Palavras-chave: Anatomia; Resíduo; Sustentabilidade.

INFLUENCE OF SODIUM AND CHROME PRESENT IN THE CURTUME SLUDGE ON THE FOLIAR ANATOMY OF COFFEE SEEDLINGS (*Coffea Canephora* Pierre)

ABSTRACT

The waste generated by the leather industries, known as tannery sludge, potentially presents itself as an alternative fertilizer in agriculture. It consists of organic materials of animal origin mixed with inorganic salts, and some of these components present in its composition are nutrients for plants. However, the presence of chromium and sodium can negatively interfere with its use, causing anatomical disturbances that hinder the development of plants. The objective of this study was to evaluate the influence of sodium and chromium, present in the dehydrated tannery sludge, on the anatomical structure of conilon coffee seedlings (*Coffea Canephora* Pierre) developed on substrates containing doses of sodium and chromium alone and together. The experiment was conducted in an irrigated seedling propagation nursery, with a randomized block design (DBC), containing 5

treatments, 7 blocks, each plot consisting of 10 plants. The treatments consisted of a 40% dose of tannery sludge and equivalent doses of chromium and sodium mixed with a substrate considered conventional. Several of the evaluated characteristics showed variations in the statistical analyzes, revealing different behavior patterns in the conilon coffee seedlings, when in the presence of chromium and sodium alone or even together. Notably, the presence of sodium in the substrate caused greater damage to plants compared to the presence of chromium. However, the presence of dehydrated tannery sludge, even containing the same levels of sodium and chromium, revealed a greater negative influence on the parameters studied.

Keywords: Anatomy; Residue; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande produtor de couro graças à alta disponibilidade de peles de animais provenientes dos abatedouros. Sendo esta atividade industrial considerada de grande importância econômica para o país, que possui o maior rebanho bovino do mundo. Em 2018 foram exportados cerca de 181 milhões de metros quadrados de couro, movimentando um montante de US\$ 1,44 bilhão no ano (CICB, 2018).

O método mais comum aplicado pelas indústrias para transformar a pele dos animais em couro, isto é, em um material estável e imputrescível, tem por base o uso de Sulfeto de Sódio (Na_2S), Hidróxido de Cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) e sulfato de cromo na sua forma trivalente (Cr^{+3}) (GANEM, 2007).

E assim como em diversos outros processos industriais, a transformação das peles em couro gera grande quantidade de resíduos. No caso das indústrias de couro, o principal resíduo é conhecido como lodo de curtume, resultante do processo de tratamento dos efluentes gerados na produção do couro. Segundo Claas & Maia (1994), para cada pele processada são gerados, em média, 12 kg de lodo de curtume desidratado.

Desta forma, estudos envolvendo a utilização de resíduos de curtume são de grande relevância para a indústria, uma vez que este possui potencial de utilização na agricultura, e assim passando do status de subproduto para um material valorizado. A comercialização e a utilização deste material entre produtores rurais, próximos às indústrias geradoras do resíduo, podem contribuir para reduzir os custos de produção favorecendo a sustentabilidade das atividades envolvidas.

Neste sentido, são comuns estudos envolvendo o uso de resíduos industriais de origem orgânica, devido às altas concentrações de nutrientes essenciais às plantas e matéria orgânica que estes apresentam em suas composições, como é o caso do lodo de curtume, que já foi tema de diversos estudos, no tocante à produção de mudas de café conilon no estado do Espírito Santo (BERILLI et al., 2014; BERILLI et al., 2015; BERILLI et al., 2016; BERILLI et al., 2018; QUARTEZANI et al., 2018a; QUARTEZANI et al., 2018b; SALES et al., 2018a). No entanto, muitos desses estudos citados, utilizando o lodo de curtume como componente dos substratos para produção de mudas de café conilon, revelaram um grau de toxicidade elevado, atribuído ao cromo e ao sódio presentes nesse resíduo, causando prejuízos no desenvolvimento satisfatório das mudas.

A caracterização morfoanatômica das plantas pode identificar estresses ocasionados por diversos fatores ambientais. A anatomia foliar pode variar em função da radiação solar, temperatura, quantidade de água e nutrientes disponíveis no solo, assim como pela presença de altas concentrações de metais (ROSOLEM & LEITE, 2007; PIRES et al., 2012).

2. OBJETIVO

Objetivou-se com este estudo, avaliar a influência do sódio e do cromo, presentes no lodo de curtume desidratado, sobre a estrutura anatômica de mudas de café conilon (*Coffea Canephora* Pierre) desenvolvidas em substratos contendo doses de sódio e cromo isoladamente e em conjunto.

3. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus Itapina, localizado no município de Colatina, região noroeste capixaba, com coordenadas geográficas de 19° 32' 22" de latitude sul; 40° 37' 50" de longitude oeste e altitude de 71 metros. O

clima da região é classificado também como “Aw”, segundo a classificação climática de Koppen, com precipitação média anual de 900 mm e temperatura média anual de 25°C, sendo uma região caracterizada pela irregularidade de chuvas e altas temperaturas (ALVARES et al., 2013; SALES et al., 2018b).

O experimento foi conduzido em viveiro de propagação de mudas de café conilon irrigado em esquema de delineamento em blocos casualizados (DBC), contendo 5 tratamentos com diferentes concentrações e misturas de substratos, 7 blocos, sendo cada parcela constituída por 10 plantas, contabilizando 50 mudas por bloco e um total de 350 mudas no experimento. Os tratamentos constaram dos seguintes níveis de mistura descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos avaliados e seus respectivos componentes.

Tratamento	Componente do Substrato
TC	100% de Substrato Convencional
TC+Na	100% de Substrato Convencional + 46,5g de Sódio
TC+Cr	100% de Substrato Convencional + 390g de Cromo ⁺³
TC+Na+Cr	100% de Substrato Convencional + 46,5g de Sódio + 390g de Cromo ⁺³
TC+LC	60% de Substrato Convencional + 40% de Lodo de Curtume Desidratado

O substrato convencional utilizado na composição dos tratamentos foi uma mistura recomendada pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), para produção de mudas de café conilon de qualidade, sendo composto da seguinte forma: para cada metro cúbico preparado (m³), o substrato apresentou na sua composição 75% de terra de subsolo peneirada; 25% de esterco de curral; 1,5 kg de calcário dolomítico; 5,0 kg de superfosfato simples e 0,5 kg de cloreto de potássio (FERRÃO et al., 2012). O sódio e o cromo contidos nos tratamentos TC+Na, TC+Cr, TC+Na+Cr representaram as quantidades equivalentes a uma dose de 40% de lodo de curtume desidratado, correspondente à dosagem presente no tratamento TC+LC. Estudos realizados por Berilli et al. (2014), relatam prejuízos fisiológicos que comprometem o desenvolvimento das mudas de café conilon, quando submetidas à dosagem igual ou superior a 40% de lodo de curtume no substrato, os quais foram atribuídos principalmente à presença do cromo e do sódio no substrato.

Considerando que o lodo de curtume testado nesse estudo contém 0,44% de sódio e 3,7% de cromo em sua composição (Tabela 2), foram aplicados 46,5g de sódio aos tratamentos TC+Na e TC+Na+Cr (na forma de 107,2g de carbonato de sódio Na₂CO₃) e 390 g de cromo (na forma de 570g de óxido de cromo trivalente Cr₂O₃) aos tratamentos TC+Cr e TC+Na+Cr. Essas substâncias foram homogeneizadas ao substrato convencional formando os respectivos tratamentos, e em seguida ensacados em sacos de polietileno preto, com volume de 500mL, perfurados na sua metade inferior, próprios para produção de mudas de café conilon. Os tratamentos foram preparados e ensacados 30 dias antes do plantio das estacas.

As mudas utilizadas no trabalho foram as de café conilon (*Coffea Canephora* Pierre), da cultivar clonal Vitória Incaper 8142 (clone V8), produzidas a partir de estacas obtidas do tecido adulto de ramos ortotrópicos, sendo estas retiradas de lavoura com bom aspecto fitossanitário e nutricional do próprio Instituto Federal do Espírito Santo. Os procedimentos recomendados para o preparo das mudas seguiram recomendações de (FERRÃO et al., 2012).

O lodo de curtume desidratado utilizado neste estudo foi previamente triturado e peneirado, sendo uma amostra analisada para determinação das características nutricionais e níveis de cromo e sódio presentes no resíduo (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização do lodo de curtume bovino desidratado usado no substrato das mudas

pH	N	P	K	Ca	Mg	C	Cr	Na	C.E.	Fe	Cu	Zn	Mn
----	---	---	---	----	----	---	----	----	------	----	----	----	----

-----%-----										dS m ⁻¹		-----mg dm ⁻³ -----		
12,30	3,7	0,20	0,08	2,70	0,1	0,93	3,7	0,44	17,3	57	1	1	1	

Potencial hidrogeniônico (pH), Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Carbono (C), Cromo (Cr), Sódio (Na), Condutividade Elétrica (C.E), Ferro (Fe), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Manganês (Mn).

Após a preparação dos substratos foi recolhida uma amostra de cada um, que foi encaminhada ao laboratório de análise de solos do Ifes - Campus Itapina para determinação das características nutricionais de cada tratamento considerando níveis de pH, macronutrientes e condutividade elétrica (Tabela 3).

Tabela 3. Caracterização nutricional dos tratamentos utilizados no presente estudo.

Trat	pH	M.O g.dm ⁻³	P rem mg l ⁻¹	P ---mg dm ⁻³ ---	K	Ca -----cmol dm ⁻³ -----	Mg	Al	C.E dS m ⁻¹
TC	5,9	16,5	44,0	664,8	581,0	4,3	1,4	0,0	1,98
TC+Na	5,9	16,1	41,0	446,0	553,0	3,7	1,9	0,0	3,84
TC+Cr	6,2	16,7	42,0	441,2	522,0	3,5	2,1	0,0	1,80
TC+Na+Cr	6,2	19,1	41,0	505,3	401,0	3,7	2,1	0,0	3,85
TC+LC	7,8	28,2	21,0	370,0	60,0	36,4	1,0	0,0	4,03

Valores do potencial Hidrogeniônico em água (pH), matéria orgânica (M.O), fósforo remanescente (P rem), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al) e condutividade elétrica (C.E).

Aos 180 dias após o plantio das estacas nos tratamentos, foram realizados os procedimentos de coleta do material para análise, sendo sua fixação realizada ainda no campo de experimentação, e as etapas subsequentes ocorram no laboratório de microscopia do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus Itapina. As folhas dos tratamentos (parte mediana das folhas completamente desenvolvidas) foram fixadas em uma solução contendo glutaraldeído 2,5 %, formaldeído 4,0 % e tampão cacodilato 0,05 M em pH 7,2, e armazenadas sob refrigeração até o seu processamento.

Para realização das análises foi utilizada a técnica de cortes à mão livre, sendo feito cortes transversais, muito finos das folhas. Foi utilizado um microscópio óptico (Leica DM500[®]) com lentes de aumento de 40x e as imagens capturadas em câmera digital acoplada (Leica ICC50 HD[®]). Os resultados obtidos na avaliação foram submetidos à análise de variância pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05) utilizando o software estatístico R Studio[®].

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores encontrados para as características morfoanatômicas das folhas avaliados (Tabela 4), apresentaram variação estatística quando submetidos ao teste de Scott-Knott ao nível de significância de 5% de probabilidade (p<0,05). Para os parâmetros de lâmina foliar, cutícula adaxial e parênquima lacunoso, apenas o tratamento contendo lodo de curtume (TC+LC) diferiu do convencional, apresentando uma redução de 19%, 14% e 22% respectivamente para cada uma das características citadas. Estudos já realizados apontam uma redução da lâmina foliar causada pela deficiência nutricional das plantas (ROSOLEM & LEITE, 2007). Sugerindo que a redução encontrada neste estudo esteja relacionada à baixa disponibilidade de nutrientes, no tocante o fósforo e potássio, ou mesmo pela inibição na absorção de micronutrientes, causada pelo alto valor de pH (7,8) encontrado no tratamento TC+LC, como visto na Tabela 3.

Tabela-4. Lâmina Foliar (LAM); Cutícula Adaxial (CUTAD); Epiderme Adaxial (EPAD); Parênquima Paliçádico (PALI); Parênquima Lacunoso (LACU); Epiderme Abaxial (EPAB); Cutícula Abaxial (CUTAB), em folhas de mudas de café conilon, aos 180 dias após o plantio, cultivadas em diferentes tratamentos contendo cromo e sódio.

Tratamento	LAM	CUTAD	EPAD	PALI	LACU	EPAB	CUTAB
------(μ m)-----							
TC	203,06 a	3,81 a	19,59 a	48,62 a	115,64 a	15,43 a	3,75 a
TC+Na	194,47 a	3,59 a	18,63 a	42,46 b	113,64 a	14,56 a	3,42 b
TC+Cr	208,57 a	3,53 a	18,75 a	50,56 a	118,51 a	15,52 a	3,30 b
TC+Na+Cr	205,51 a	3,69 a	19,07 a	44,88 b	117,02 a	15,97 a	3,39 b
TC+LC	165,79 b	3,28 b	18,98 a	33,66 c	89,44 b	15,22 a	3,03 b
Média	195,48	3,58	19,01	44,03	110,85	15,34	3,38
CV %	5,6	5,24	7,54	12,25	8,67	11,13	8,85

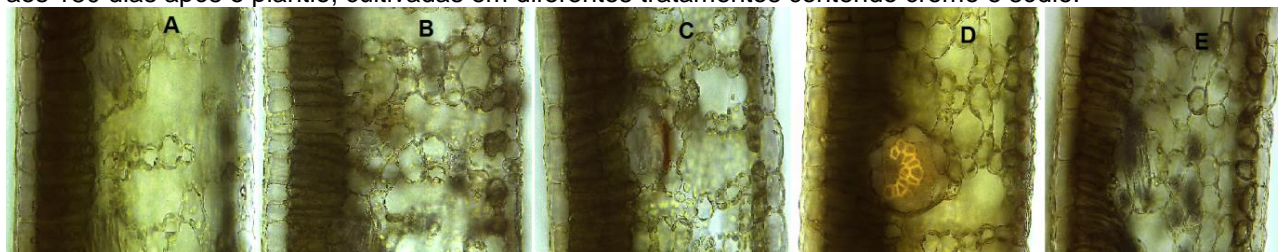
Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

(TC:100% de Substrato Convencional (controle); TC+Na:100% de Substrato Convencional + 46,5g de Sódio; TC+Cr: 100% de Substrato Convencional + 390g de Cromo; TC+Na+Cr: 100% de Substrato Convencional + 46,5g de Sódio + 390g de Cromo; TC+LC: 60% de Substrato Convencional + 40% de Lodo de Curtume Desidratado).

No caso do parênquima paliçádico, apenas o tratamento contendo somente cromo (TC+Cr) não se diferenciou do convencional ($p < 0,05$), os demais apresentaram uma redução na espessura desse tecido variando entre 8% e 31%, tendo o tratamento contendo lodo de curtume apresentado a maior redução para essa característica. Muller (2011) também observou redução na espessura do mesofilo ao pesquisar a toxidez de ferro em arroz, identificando injúrias nas células da epiderme e do parênquima paliçádico, comprometendo o desenvolvimento da folha causando uma redução na espessura do mesofilo.

Contudo, neste estudo, a presença do sódio parece ser a principal causa na redução da espessura do parênquima paliçádico, visto que este resultado foi apresentado por todos os tratamentos contendo este elemento. Segundo Dias et al. (2005), as variações na estrutura anatômica das folhas estão relacionadas, em grande parte, com o hábitat, representando uma importante resposta plástica das plantas às condições ambientais, especialmente a disponibilidade hídrica. Sendo assim, o efeito observado na presença do sódio pode estar relacionado à sua capacidade de redução do potencial osmótico, causando às plantas dificuldade em absorver água e nutrientes.

Figura 1. Fotomicrografias com aumento de 40x de secções transversais em folhas de mudas de café conilon, aos 180 dias após o plantio, cultivadas em diferentes tratamentos contendo cromo e sódio.



Fonte: o autor (2018)

A: 100% de Substrato Convencional; **B:** 100% de Substrato Convencional + 46,5g de Sódio; **C:** 100% de Substrato Convencional + 390g de Cromo; **D:** 100% de Substrato Convencional + 46,5g de Sódio + 390g de Cromo; **E:** 60% de Substrato Convencional + 40% de Lodo de Curtume Desidratado.

De acordo com Silva et al. (2005), uma redução no parênquima paliçádico, tornando-o mais compacto, pode interferir na distribuição de carbono acarretando menor eficiência fotossintética na planta. Para Queiroz-Voltan et al. (2014), o parênquima paliçádico está intimamente relacionado à

fotossíntese, e quadros de estresse que promovam a redução no desenvolvimento desse tecido podem ocasionar uma menor fixação de CO₂.

Notadamente, a presença do sódio causou maior dano ao parênquima paliçádico, pois o mesmo apresentou menor espessura quando na sua presença. Isso pode ter contribuído para a redução na eficiência fotossintética das plantas, corroborando com os relatos de Bethke & Drew (1992), ao estudarem a inibição da fotossíntese em folhas de *Capsicum annuum* durante exposição progressiva à salinidade.

Com relação aos resultados encontrados para o parênquima lacunoso, apenas o tratamento contendo lodo de curtume apresentou uma redução significativa ($p < 0,05$) com relação ao convencional, mostrando não ser uma característica influenciada pela presença do cromo ou do sódio, considerando a presença equivalente destes elementos em outros tratamentos. Resultado diferente foi observado por Pires et al. (2012), ao relatarem uma redução no parênquima lacunoso ocasionada pela presença de metais pesados. Contudo, neste estudo a presença do cromo, mesmo sendo um metal pesado, não influenciou negativamente a espessura do parênquima lacunoso. É possível que a redução observada no parênquima lacunoso do Tratamento contendo lodo de curtume também esteja relacionada à baixa disponibilidade de nutrientes ou mesmo ao alto valor de pH encontrados no tratamento TC+LC (Tabela 3).

5. CONCLUSÃO

A presença do elemento sódio no substrato, notadamente, influenciou negativamente a anatomia das mudas de café conilon, causando redução significativa no mesófilo parênquima paliçádica.

Com relação ao elemento cromo (Cr), nas proporções utilizadas, não foram observados efeitos negativos sobre a anatomia das mudas de café conilon.

Os efeitos somatórios dos elementos sódio e cromo mostraram um padrão de resposta intermediário, revelando que a presença do cromo pode inibir, em parte, os efeitos negativos do sódio.

Já a presença do lodo de curtume, mesmo contendo os mesmos níveis de cromo e sódio, causou danos maiores nas estruturas anatômicas estudadas, mostrando maior influência negativa sobre as plantas.

1. REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUMES DO BRASIL. **Resultado Final das Exportações de Couro em 2018**. Disponível em: <<http://cicb.org.br/storage/files/repositories/phpOpTSI7-total-exp-dez18-vr.pdf>>. Acesso em: 17/03/2020.

BERILLI, S. S. et al. Utilização de lodo de curtume como substrato alternativo para produção de mudas de café conilon. **Revista Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 472 - 479, out./dez. 2014.

BERILLI, S. S. et al. Níveis de cromo em mudas de café conilon desenvolvidas em substrato com lodo de curtume como adubação alternativa. **Revista Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 3, p. 320 - 328, jul./set. 2015.

BERILLI, S. S. et al. Influência do Acúmulo de Cromo nos Índices de Compostos Secundários em Mudas de Café Conilon. **Revista Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 512 - 520, out. / dez. 2016.

BERILLI, S. S. et al. Substrate Stabilization Using Humus with Tannery

Sludge in Conilon Coffee Seedlings. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 21, p. 1 - 10, 2018.

BETHKE, C. P.; DREW, C. M. Stomatal and nonstomatal components to inhibition of photosynthesis in leaves of *Capsicum annum* during progressive exposure to NaCl salinity. **Plant Physiology**, Bethesda, v.99, p.219-226, 1992.

CLAAS, I. C.; MAIA, R. A. M. **Manual básico de resíduos industriais de curtume**. Porto Alegre: Senai, p. 664, 1994.

DIAS, N. S. et al. Produção de alface sob diferentes níveis de salinidade do solo. **Irriga**, v. 10, n. 1, p. 20-29, jan./abr. 2005.

FERRÃO, R. G. et al. **Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas**. Circular Técnica (INCAPER), nº 03-I, 4ª edição, p. 21, maio 2012.

GANEM, R. S. **Curtumes: Aspectos Ambientais**. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, Brasília - DF, p. 5, junho 2007.

MULLER, C. Resposta fotossintética à toxidez de ferro em diferentes cultivares de arroz. Tese de (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. 2011.

PIRES, M. F. **Comportamento fisiológico, anatômico e citométrico de *Panicum aquaticum* Poir. expostos a diferentes metais pesados**. Dissertação (Título de Mestre), Universidades Federal de Lavras, Lavras – MG, 2012.

QUARTEZANI, W. Z. et al. Conilon plant growth response to sources of organic matter. **African Journal of Agricultural Research**, v. 13, n. 4, p. 181-188, 2018a.

QUARTEZANI, W. Z. et al. Effect of different sources of organic matter added to the substrate on physiological parameters of clonal plants of conilon coffee. **Australian Journal of Science**, v 08, p. 1328-1334, 2018b.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B. et al. Caracterização da anatomia foliar de cafeeiros arábica em diferentes períodos sazonais. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 27, n. 4, p. 1-10, dez. 2014.

ROSOLEM, C. A. & LEITE, V M. Coffee leaf and stem anatomy under boron deficiency. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 3, p. 477-483, 2007.

SALES, R. A. et al. Foliar Fertilization Using Liquid Tannery Sludge in Conilon Coffee Seedlings Production. **Journal of Experimental Agriculture International**, p. 1-8, 2018 a.

SALES, R. A. et al. Sazonal and interannual rainfall variability for Colatina, Espírito Santo, Brazil. **Scientia Agraria**, v. 19, n. 2, p. 186-196, 2018b.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, n. 01, p. 183-194, 2005.