

ÁREA TEMÁTICA: Reciclagem

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE MUDAS DE CAFÉ CONILON (*Coffea Canephora* Pierre) TRATADAS COM DOSES DE SÓDIO, CROMO E LODO DE CURTUME

Leonardo Martineli¹ (leonardo.martineli@ifes.edu.br), Sávio da Silva Berilli² (savio.berilli@ifes.edu.br), Laís Gertrudes Fontana Silva³ (laiisfontana@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 lodo de curtume é um resíduo industrial proveniente do processo de transformação da pele de animais em couro, constituído de materiais orgânicos misturados a sais inorgânicos, e alguns dos componentes presentes na sua composição são considerados nutrientes essenciais para as plantas, tornando-o uma fonte de adubação alternativa por apresentar características agrônômicas favoráveis. Contudo, alguns estudos relatam que presença do cromo e do sódio pode interferir de maneira negativa o seu uso, causando distúrbios fisiológicos que prejudicam o desenvolvimento das plantas cultivadas. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência do cromo e do sódio, presentes no lodo de curtume desidratado, sobre parâmetros fisiológicos de mudas de cafeeiro conilon (*Coffea Canephora* Pierre), cultivadas em substratos produzidos com lodo de curtume e doses equivalentes de sódio e cromo de maneira individual e associada. O experimento foi conduzido em viveiro de propagação de mudas de café conilon irrigado, montado com delineamento em blocos casualizados (DBC), contendo 5 tratamentos, 7 blocos, com parcelas 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 convencional. Várias das características avaliadas apresentaram variações significativas, revelando diferentes padrões de comportamento nas mudas de café conilon, quando na presença de cromo e sódio isoladamente ou mesmo em conjunto. Notadamente, os distúrbios fisiológicos apresentados estão relacionados à presença do sódio no substrato, enquanto que a presença do cromo mostrou não influenciar os padrões fisiológicos estudados.

Palavras-chave: Adubo Alternativo; Resíduo; Sustentabilidade.

PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF CONILON COFFEE SEEDLINGS (*Coffea Canephora* Pierre) TREATED WITH DOSES OF SODIUM, CHROME AND CURTUME SLUDGE

ABSTRACT

The tannery sludge is an industrial residue from the process of transforming animal skin into leather, consisting of organic materials mixed with inorganic salts, and some of the components present in its composition are considered essential nutrients for plants, making it a source alternative fertilization due to its favorable agronomic characteristics. However, some studies report that the presence of chromium and sodium can negatively interfere with its use, causing physiological disturbances that hinder the development of cultivated plants. In this sense, the objective of this

study was to evaluate the influence of chromium and sodium, present in dehydrated tannery sludge, on physiological parameters of conilon coffee seedlings (*Coffea Canephora* Pierre), grown on substrates produced with tannery sludge and equivalent doses of sodium and chromium individually and in association. The experiment was carried out in a nursery for the propagation of irrigated conilon coffee seedlings, assembled with a randomized block design (DBC), containing 5 treatments, 7 blocks, with plots consisting of 10 plants. The treatments consisted of a 40% dose of tannery sludge and equivalent doses of chromium and sodium mixed with a conventional substrate. Several of the evaluated characteristics showed significant variations, revealing different behavior patterns in the conilon coffee seedlings, when in the presence of chromium and sodium alone or even together. Notably, the physiological disorders presented are related to the presence of sodium in the substrate, while the presence of chromium has shown to not influence the studied physiological patterns.

Keywords: Alternative Fertilizer; Residue; Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Assim como em diversos outros processos industriais, a transformação da pele de bovinos em couro gera uma grande quantidade de resíduos. No caso das indústrias de couro, o principal resíduo é conhecido como lodo de curtume, gerado no processo de tratamento dos efluentes provenientes da produção do couro. Para cada pele bovina processada são gerados, em média, 12 kg de lodo de curtume desidratado (CLAAS & MAIA, 1994). E segundo Gödecke et al. (2012), esse resíduo pode apresentar possíveis efeitos tóxicos, principalmente pela presença de elevadas concentrações de cromo e sódio. Por isso, a disposição adequada deste resíduo tem sido um problema para a atividade por apresentar um custo elevado, principalmente com relação ao transporte e local adequado.

Contudo, o lodo de curtume possui grande quantidade de minerais exigidos pelas plantas, como o nitrogênio, o fósforo, o potássio, o cálcio, o magnésio o enxofre, assim como uma grande quantidade de matéria orgânica, o que potencializa a sua utilização na nutrição mineral das plantas e no condicionamento do solo (FINATTO et al 2013). Neste sentido, estudos envolvendo a utilização de resíduos de curtume na agricultura são de grande relevância para a indústria, uma vez que pode promover a redução de custos com seu descarte, deixando de ser um problema para a indústria e passando a ser um subproduto valorizado na agricultura, favorecendo a sustentabilidade das atividades envolvidas.

Neste sentido, o lodo de curtume tem sido tema de diversos estudos, sobre tudo, para produção de mudas de café conilon no Brasil, notadamente 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 ou ao sódio presentes nesse resíduo, influenciando os padrões fisiológicos das plantas e conseqüentemente seu desenvolvimento.

Dessa forma, identificar os efeitos na fisiologia das mudas de café conilon causados pela presença do cromo e do sódio, isoladamente ou em conjunto, se faz de grande relevância científica para revelar a real influência desses elementos na fisiologia de uma planta cultivada, como é o caso do café conilon. Sendo assim, objetivou-se, com este estudo, avaliar e identificar os possíveis efeitos do cromo e do sódio, presentes no lodo de curtume desidratado sobre a fisiologia das mudas de cafeeiro conilon (*Coffea canéfora* Pierre).

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é avaliar e identificar os possíveis efeitos dos elementos cromo e sódio, que estão presentes no lodo de curtume desidratado, sobre a fisiologia das mudas de cafeeiro conilon, formadas em substratos padrão com adição de cromo e sódio separadamente, e equivalente aos teores encontrados no lodo de curtume.

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 homogêneas 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).

Aos 180 dias após o plantio das estacas nos tratamentos, foi avaliado o índice de coloração verde das folhas, com a estimativa do conteúdo de clorofila, avaliada por meio do medidor portátil de clorofila (SPAD-502[®]). Também foram avaliados os parâmetros de emissão de fluorescência da clorofila *a*, realizado com o auxílio de um fluorímetro portátil (OS5p. Opti-Sciences[®]). Neste caso, as medidas foram feitas em dois indivíduos de cada tratamento para cada bloco experimental, sendo selecionadas duas folhas completamente expandidas, que foram expostas ao escuro, por 30 minutos. Posteriormente expostas à luz de medição (aproximadamente 6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 660 nm), seguida pela exposição à luz branca actínica de alta intensidade (10.000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), aplicada por 0,8 segundos (GENTY et al., 1989; VAN KOOTEN & SNEL, 1990). Foram analisadas as seguintes variáveis da cinética de emissão da fluorescência da clorofila *a*: Fluorescência inicial (F_0); Fluorescência máxima (F_m); Fluorescência variável (F_v); Rendimento quântico máximo do fotossistema II (F_v/F_m); a proporcionalidade da atividade do complexo de oxidação da água no lado doador do fotossistema II (F_v/F_0). Os resultados obtidos na avaliação foram submetidos a 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

Estudos relacionados à emissão de fluorescência da clorofila *a* são aliados importantes nas pesquisas que buscam o diagnóstico de distúrbios fisiológicos, pois avaliam a eficiência do fotossistema II (PSII) nas plantas. Normalmente, quando as plantas são expostas a algum tipo de estresse ambiental ocorrem alterações no estado funcional das membranas dos tilacóides dos cloroplastos, provocando mudanças nas características dos sinais de fluorescência, os quais podem ser quantificados nas folhas (RIBEIRO et al, 2003; BAKER & ROSENQVST, 2004).

No presente estudo, notou-se que os valores da fluorescência inicial (F_0), apresentados na Tabela 3, mostraram uma variação significativa ($p < 0,05$) com relação aos tratamentos que continham sódio e os demais, tendo os tratamentos que receberam doses de sódio demonstrado, em média, valores 30% maiores nos níveis de F_0 , sugerindo que a presença do sódio tenha influenciado diretamente um aumento nessa variável. Segundo Mathis & Pallotin (1981), a fluorescência inicial representa a energia liberada pelas moléculas de clorofila *a* da antena do PSII, sendo o componente mínimo do sinal da fluorescência, quando a quinona receptora primária de elétrons do PSII está totalmente oxidada e o centro de reação do PSII está aberto, na iminência da ativação das reações fotoquímicas. Neste caso, pode-se inferir que o aumento de F_0 constatado na presença de sódio é um evento independente das reações fotoquímicas, que segundo Baker & Rosenqvst (2004), reflete a destruição do centro de reações do PSII ou mesmo a redução da capacidade de transferência da energia de excitação da antena para o centro de reação. Notadamente, os distúrbios relatados para F_0 parecem estar relacionados diretamente a um quadro de estresse nas plantas causado pela presença do sódio nos substratos.

Tabela 3. Fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v), rendimento quântico máximo do fotossistema II (F_v/F_m), proporcionalidade da atividade do complexo de oxidação da água no lado doador do fotossistema II (F_v/F_0), índice de clorofilas (SPAD) em folhas de mudas de café conilon, aos 180 dias após o plantio, cultivadas em diferentes tratamentos contendo cromo e sódio.

Tratamento	F_0	F_m	F_v	F_v/F_m	F_v/F_0	SPAD
TC	224,14 b	846,07 b	621,92 a	0,73 a	2,76 a	29,54 a
TC+Na	291,07 a	1030,57 a	739,50 a	0,71 a	2,51 a	25,70 b
TC+Cr	210,71 b	813,42 b	602,71 a	0,73 a	2,85 a	29,65 a
TC+Na+Cr	276,21 a	999,21 a	723,00 a	0,71 a	2,62 a	27,51 a
TC+LC	277,57 a	922,50 a	644,92 a	0,69 a	2,33 a	24,52 b
Média	255,94	922,33	666,41	0,71	2,61	27,38
CV (%)	8,15	11,93	14,74	3,72	12,86	11,9

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).

Com relação à fluorescência máxima (F_m), esta, também se mostrou influenciada pela presença do sódio, e apresentou uma variação significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos que não continham e os que continham sódio, que apresentaram, em média, um aumento de 13% nos níveis de fluorescência da clorofila *a*. Segundo Baker & Rosenqvst (2004), este indicador representa a intensidade máxima da fluorescência, quando praticamente toda a quinona é reduzida e os centros de reação atingem sua capacidade máxima de reações fotoquímicas.

A diferença entre F_m e F_0 resulta na fluorescência variável (F_v), que neste estudo não apresentou variação significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos aplicados, sugerindo uma proporcionalidade no aumento das variáveis F_0 e F_m mesmo na presença do elemento sódio, como discutido anteriormente.

Quanto ao rendimento quântico máximo do fotossistema II (F_v/F_m), não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Entretanto, notadamente, os resultados apontam um maior grau de fotoinibição para os tratamentos contendo sódio, pois segundo Bolhar-Nordenkamp et al. (1989), quando uma planta não está sob estresse, os valores de F_v/F_m considerados ideais devem permanecer entre 0,75 e 0,85, pois estes representam a probabilidade de 75 a 85% do elétron absorvido pelos pigmentos fotossintéticos efetuar a redução da quinona A no fotossistema II.

A proporcionalidade da atividade do complexo de oxidação da água no lado doador do fotossistema II (F_v/F_0) é uma relação comumente utilizada em estudos de diferentes espécies com variados tipos de estresse (SILVA et al., 2015). Konrad et al. (2005) estudaram trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio e constataram que a razão resultante da relação entre F_v/F_0 não diferiu significativamente entre as seis cultivares avaliadas. Do mesmo modo, nota-se que os resultados deste estudo também não apresentaram variação significativa para essa característica quando submetida ao teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), sugerindo não haver influência do cromo ou mesmo do sódio sobre a mesma.

Com relação aos índices de clorofilas (SPAD), estes também mostraram-se influenciados pela presença do sódio nos substratos, causando uma redução significativa nos índices de clorofilas, exceto, para o tratamento contendo doses de sódio e cromo (TC+Na+Cr), que apesar de ter apresentado valores reduzidos de clorofilas com relação ao convencional, não se diferenciou significativamente para o teste estatístico aplicado. Segundo Siebeneichler et al. (2008), é comum encontrar maiores diferenças entre esses pigmentos fotossintéticos, quando estes estão expostos

a diferentes níveis de elementos considerados tóxicos às plantas, como é o caso do cromo e do sódio. Contudo, os resultados encontrados no presente estudo, revelam que a presença do cromo no substrato não foi capaz influenciar na produção de clorofilas pelas plantas estudadas, como se esperava. Pois de acordo com Panda & Choudhury (2005), a presença de cromo nos tecidos foliares, em quantidades relativamente elevadas, proporciona um comprometimento da estrutura fotossintética das plantas, ocasionado pela degradação das clorofilas devido à atividade oxidativa do cromo nas células, tornando-se, portanto, um fator limitante na produção desses pigmentos fotossintéticos, e conseqüentemente no desenvolvimento da parte aérea das plantas.

5. CONCLUSÃO

Notadamente, a presença do sódio no substrato revelou um quadro de estresse nas plantas e causou distúrbios fisiológicos severos às mudas de café conilon, que tiveram o funcionamento do fotossistema II comprometido, causando uma redução significativa nos teores de clorofilas nas folhas das plantas.

Com relação ao elemento cromo, nas proporções utilizadas, não foram observados distúrbios fisiológicos significativos nas mudas de café conilon, mostrando não influenciar os padrões fisiológicos estudados.

Os tratamentos que continham sódio e cromo juntos, também apresentaram um quadro de estresse nas plantas, causando distúrbios fisiológicos severos às mudas de café conilon, que tiveram o funcionamento do fotossistema II comprometido, levando à uma redução significativa nos teores de clorofilas nas folhas das plantas.

6. REFERÊNCIAS

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

BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of experimental botany**, v. 55, n. 403, p. 1607-1621, 2004.

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.

BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R. et al. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. **Functional Ecology**, p. 497-514, 1989.

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

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.

FINATTO, J. et al. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista destaques acadêmicos**, v. 5, n. 4, 2013.

GENTY, B. et al. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects**, v. 990, n. 1, p. 87-92, 1989.

GÖDECKE, M. V. et al. Resíduos de curtume: estudo das tendências de pesquisa. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 7, n. 7, p. 1357-1378, 2012.

KONRAD, M. L. F. et al. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p.339-347, 2005.

MATHIS, P.; PALLOTIN, G. Primary process of photosynthesis. In: HATCH, M. D.; BOARDMAN, N. K. (Ed.). **The biochemistry of plants**. New York: Academic, p. 97-161, 1981.

PANDA, S. K.; CHOUDHURY, S. Chromium stress in plants. **Brazilian journal of plant physiology**, v. 17, n. 1, p. 95 - 102, 2005.

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.

RIBEIRO, R. V. et al. Early photosynthetic responses of sweet orange plants infected with *Xylella fastidiosa*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 62, n. 3, p. 167-173, 2003.

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. Influência de diferentes fontes de matéria orgânica em componentes fisiológicos de folhas da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi.(anacardiaceae). **Scientia Agraria**, v. 19, n. 1, p. 132-141, 2018 b.

SIEBENEICHLER, S. C. et al. Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (vell.) tol. em condições de luminosidade. **Acta amaz**, v. 38, n. 3, p. 467-472, 2008.

SILVA, L. R. et al. Flavonóides: constituição química, ações medicinais e potencial tóxico. **Acta toxicológica argentina**, v. 23, n. 1, 2015.

VAN KOOTEN, O.; SNEL, J. F. H. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. **Photosynthesis research**, v. 25, n. 3, p. 147-150, 1990.