

ÁREA TEMÁTICA: GESTÃO AMBIENTAL

## INFLUÊNCIA DO USO DE VINHOTO ASSOCIADO AO LODO DE CURTUME COMO FERTILIZANTE EM COMPONENTES FISIOLÓGICOS DE FOLHAS DO CAFÉ CONILON

*Lucas Alves Rodrigues (rodriguesdelazari.edu@gmail.com), Sávio da Silva Berilli (berilli@gmail.com), Ana Paula Candido Gabriel Berilli<sup>1</sup> (ana.berilli@ifes.edu.br), Vinicius Rodrigues Ferreira (rodrigues.ufes@gmail.com), Leonardo Martineli (leonardo.martineli@ifes.edu.br)*

*Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes – campus Alegre)*

### RESUMO

Os resíduos agrícolas e industriais são cada vez mais utilizados nas atividades agrícolas, principalmente na produção de mudas, como é o caso do vinhoto associado ao lodo de curtume como fertilizante foliar alternativo, além de diminuir os custos de produção dos agricultores e viveiristas, pode gerar sustentabilidade na produção desde que esses resíduos não comprometam o crescimento e a fisiologia das mudas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes proporções de vinhoto associadas ao lodo de curtume como fertilizante foliar alternativo sobre os componentes fisiológicos em folhas de café conilon. Foram utilizadas mudas de café conilon cultivar clonal Vitória Incaper 8142 (clone 8). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dez repetições, seis tratamentos e dez plantas por tratamento. Os tratamentos consistiram em diferentes concentrações de vinhoto e lodo de curtume líquido diluído em água. Foram avaliados os níveis de clorofilas a, b, total, e a medição indireta de nitrogênio e clorofila pelo dispositivo SPAD. Com base no comportamento da curva de regressão, em geral os melhores resultados para as características fisiológicas, quando comparado ao tratamento com nitrogênio + potássio, foram estimados entre 42% V + 58% L e 46% V + 54% L.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Fluorimetria; Nitrogênio orgânico.

## INFLUENCE OF THE USE OF VINHOTO ASSOCIATED WITH CURTUME SLUDGE AS A FERTILIZER IN PHYSIOLOGICAL COMPONENTS OF CONILON COFFEE LEAVES

### ABSTRACT

Agricultural and industrial residues are increasingly used in agricultural activities, mainly in the production of seedlings, as is the case of vinasse associated with tannery sludge as an alternative foliar fertilizer, in addition to reducing the production costs of farmers and nurseries, it can generate sustainability in production as long as these residues do not compromise the growth and physiology of the seedlings. In this sense, the objective of this work was to evaluate the effect of different proportions of vinasse associated with tannery sludge as an alternative foliar fertilizer on the physiological components in conilon coffee leaves. Conilon coffee seedlings of the clonal cultivar Vitória Incaper 8142 (clone 8) were used. The experimental design used was completely randomized, with ten replications, six treatments and ten plants per treatment. The treatments consisted of different concentrations of vinasse and liquid tannery sludge diluted in water. The levels of chlorophylls a, b, total, and indirect measurement of nitrogen and chlorophyll by the SPAD device were evaluated. Based on the behavior of the regression curve, in general the best results for physiological characteristics, when compared to treatment with nitrogen + potassium, were estimated between 42% V + 58% L and 46% V + 54% L.

**Keywords:** Sustainability; Fluorimetry; Organic nitrogen.

1.

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no cenário mundial a cafeicultura brasileira é uma das mais atentas às relações ambientais e sociais, isso é devido aos investimentos para a produção de um café mais sustentável.

Baseado nos dados do 1º Levantamento da Safra de Café em 2020, divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento, a safra brasileira prevê 62,02 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, em destaque como principais produtores do país estão os estados de Minas Gerais e Espírito Santo (CONAB, 2020).

Para manter e garantir esse crescimento na produção de café no Brasil a produção de mudas é uma etapa muito importante. Matiello et al. (2005) afirmam que a utilização de mudas de qualidade é um fator primordial para aumentar a produtividade e a longevidade de uma lavoura cafeeira. Para a produção de mudas de café sadias e com qualidade superior, a fertilização é de extrema importância, pois além de afetarem o crescimento e o desenvolvimento das mudas no viveiro, afetam também na implantação e produção da lavoura (MARCUIZZO et al., 2005).

Nesse contexto a demanda por materiais alternativos, que sejam capazes de constituir e/ou substituir fertilizantes e substratos utilizados no preparo de mudas de café, tem sido tema de diversos estudos já realizados, a fim de reduzir custos e promover a sustentabilidade da atividade, atendendo a um princípio básico da agroecologia que tem como base a ciclagem de nutrientes e o melhor aproveitamento energético (SAGRILLO et al., 2009).

Nesse sentido, a busca por resíduos industriais e agrícolas com potencial para o uso na produção de mudas tem sido palco de vários estudos, devido às altas concentrações de nutrientes essenciais às plantas que estes apresentam em suas composições, como é o caso do lodo de curtume e do vinhoto, esses vêm sendo objeto de estudos, referentes ao uso na agricultura (Lodo: BERILLI et al., 20016; ALMEIDA et al., 2017; BERILLI et al., 2018; SALES et al., 2018; Vinhoto: NOGUEIRA et al., 2007; FREITAS et al., 2010; MORO et al., 2013; SOTTOMAIOR, 2017).

Em relação a qualidade de mudas uma característica importante a se observar é a capacidade fotossintética, essa identificada na área foliar, sendo que SILVA (2014) relatou que a elevação da taxa fotossintética complementa o aumento da produção de fotoassimilados. As clorofilas possuem importância na eficiência fotossintética, influenciam no crescimento e adaptabilidade da planta, são responsáveis pela captura de luz solar que é usada na fotossíntese através dos pigmentos cloroplastídicos e essenciais na conversão da radiação luminosa em energia química, na forma de ATP e NADPH (SILVA et al., 2013; SILVA, 2014).

De acordo com Lopes et al. (2010) e Silva et al. (2015), as folhas além de serem responsáveis pela fotossíntese, são de grande importância para a produção de metabólitos secundários, onde o grupo de flavonóides é considerado um dos maiores, por serem pigmentos naturais importantes, cuja principal função é proteger as plantas contra agentes oxidantes.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes proporções de vinhoto associado ao lodo de curtume como fertilizante foliar alternativo sobre os componentes fisiológicos, relacionando com os teores de clorofila em folhas de café conilon.

## 3. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus Itapina, localizado no município de Colatina, região noroeste do Espírito Santo, com coordenadas geográficas de 19 ° 32'22 "de latitude sul; 40 ° 37'50 "de longitude oeste e altitude de 71 metros. Realizado em viveiro de propagação de mudas, a produção foi realizada com estacas de café conilon da cultivar clonal Vitória Incaper 8142 (clone 8), o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com dez repetições, seis tratamentos e dez plantas por tratamento, totalizando 60 plantas por repetição e 600 plantas ao longo do experimento.

Os tratamentos consistiram em diferentes concentrações de vinhoto e lodo de curtume líquido diluído em água. As concentrações foram determinadas em função da quantidade de nitrogênio presente em cada resíduo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise química do vinhoto e lodo de curtume

<b>Parâmetro Analisado</b>	<b>Amostra Vinhoto (mg/L)</b>	<b>Amostra Lodo de Curtume (mg/L)</b>
Nitrogênio	483,00	2.233,00
Fósforo	47,00	559,00
Potássio	1.258,00	122,00
Cálcio	210,00	9.000,00
Magnésio	127,00	1.718,00
Enxofre	275,00	3.697,00
Ferro	19,00	-
Zinco	4,00	-
Cobre	2,00	-
Manganês	9,00	-
Boro	2,00	61,00
Sódio	-	3.500,00
Cromo	-	1.875,00

*Fonte: próprio autor.*

Inicialmente foi calculada a quantidade (em gramas) de nitrogênio presente em 1 litro de ureia, utilizando-se a concentração de 0,45 g N/L, como tratamento convencional. O cálculo da quantidade (em gramas) de nitrogênio repetiu-se para cada resíduo, constatando-se 2,23 g N/L no lodo de curtume e 0,483 g N/L no vinhoto. Em seguida para a realização das soluções adotou-se a fórmula:

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$$

C<sub>i</sub> - Concentração inicial (nitrogênio presente nos resíduos);

V<sub>i</sub> - Volume inicial (1 litro);

C<sub>f</sub> - Concentração final (Ureia = 0,45gN/L);

V<sub>f</sub> - Volume final (quantidade total da solução resíduo + água).

Após a realização desse cálculo para todas as concentrações, obtém-se o volume final de todos os tratamentos, sendo assim subtraindo o volume final do inicial encontra-se a quantidade de água a ser acrescentada para cada tratamento.

$$V_a = V_f - V_i$$

V<sub>a</sub> – Volume de água;

V<sub>f</sub> – Volume final (quantidade total da solução resíduo + água);

V<sub>i</sub> – Volume inicial (nitrogênio presente nos resíduos).

Além dos tratamentos com os resíduos, também foi aplicada uma solução de ureia e KCl (adubação química nitrogenada e potássica) tida como adubação foliar convencional (FONSECA, 2012), conforme descrito na Tabela 2.

**Tabela 2.** Descrição dos tratamentos

<b>Tratamentos</b>	<b>Descrição</b>
T1 (N + K)	Tratamento com adubação química nitrogenada e potássica
T2 (90%V+10%L)	Tratamento com 90 % de vinhoto + 10 % de lodo de curtume
T3 (75%V+25%L)	Tratamento com 75 % de vinhoto + 25 % de lodo de curtume
T4 (50%V+50%L)	Tratamento com 50 % de vinhoto + 50 % de lodo de curtume

T5 (25%V+75%L)	Tratamento com 25 % de vinhoto + 75 % de lodo de curtume
T6 (10%V+90%L)	Tratamento com 10 % de vinhoto + 90 % de lodo de curtume

Fonte: próprio autor.

Ao fim do experimento, 150 dias após a plantio, as mudas atingiram o tamanho de plantio no qual foram feitas as avaliações de extração de clorofilas, além dos índices de clorofila e compostos secundários com equipamentos de colorimetria (SPAD-502® - Minolta).

Para a avaliação indireta do teor de clorofila, foi utilizado o aparelho SPAD, realizando em três pontos de medições na folha, e utilizando a média delas, sendo esta etapa realizada em campo na parte da manhã, entre as 8h e 11h. Ainda, foi realizada uma amostragem foliar para ser quantificado os teores foliares de clorofila, com base na metodologia proposta por PORRA et al. (1989), onde serão quantificados os teores de clorofila total, clorofila a e clorofila b em função dos tratamentos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, e havendo significância, foram realizadas as regressões para as doses de lodo de curtume associada ao vinhoto. Não havendo significância na regressão, realizaram-se os testes de médias, esses foram comparados pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade em relação ao tratamento convencional. Todo o procedimento estatístico foi realizado pelo programa estatístico R (R core team, 2016).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, para o teor de clorofila, as misturas entre os resíduos na proporção de 25% V + 75% L e 50% V + 50% L apresentaram os melhores resultados, indicando que os benefícios do vinhoto associado ao lodo de curtume geraram ganhos de clorofila em mudas de café conilon, esse resultado provavelmente está influenciado com os nutrientes presentes na composição desses resíduos (Tabela 1).

Os resultados podem ser vistos mais claramente nas curvas de regressão linear de segunda ordem (Figuras de 1 a 4). Valores altos foram obtidos para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), demonstrando que as curvas de regressão linear de segunda ordem são representativas para os dados deste experimento.

**Tabela 3.** Concentrações ótimas estimadas para o vinhoto  $X_v$  (%Vinhoto) e lodo de curtume  $X_v$  (%Lodo de curtume) e valores máximos ( $Y_v$ ) estimados para cada parâmetro avaliado

	Chl a	Chl b	Chl t	SPAD
	----- (mmol.m <sup>-2</sup> ) -----			índice
<b>Xv Vinhoto</b>	42,0	46,0	43,0	43,0
<b>Xv Lodo de curtume</b>	58,0	54,0	57,0	57,0
<b>Yv</b>	390	107	496	21

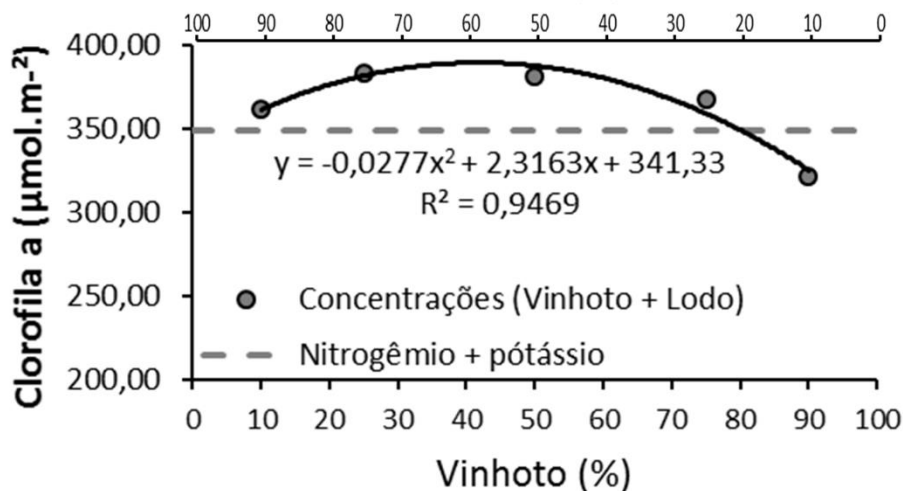
Fonte: próprio autor.

##### 4.1 Clorofila a

Para o teor de clorofila a (Chl a), resultados mais promissores em relação ao tratamento convencional (N + P), se estabeleceram nas concentrações mais próximas do valor máximo estimado para curva de tendência 42% V + 58% L conforme mostra o pico da curva de tendência (Figura 1).

Observa-se na tabela 3 que o uso de diferentes concentrações entre a vinhoto e o lodo de curtume não influenciou grandes discrepância entre os resultados para os teore de clorofila. Geralmente, são encontradas maiores diferenças entre esses pigmentos fotossintéticos, quando expostos a diferentes níveis de luminosidade ou a compostos tóxicos, conforme observado pelos autores Siebeneichler et al. (2008).

Figura 1. Regressão linear de segunda ordem para o parâmetro clorofila a  
Lodo de curtume (%)



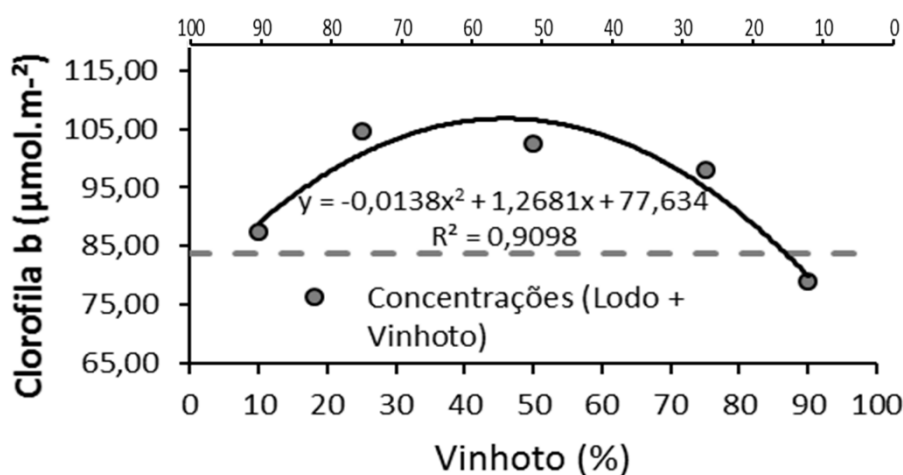
Fonte: próprio autor.

É possível observar na figura 1 que apenas o tratamento com concentração de 90% vinhoto + 10% lodo permaneceu abaixo dos valores encontrados para o tratamento convencional, uma possível explicação é o alto teor de potássio presente no vinhoto, o mesmo é essencial para cultura do café, porém em maior quantidade para plantas mais velhas, sendo assim pode ter ocorrido um desequilíbrio entre o potássio e o cálcio gerando um estresse nas mudas gerando assim menor produção de clorofila a nessa concentração.

#### 4.2 Clorofila b

O pico da curva de tendência foi estimado na concentração de 46% de vinhoto + 54% de lodo de curtume (Figura 2) para clorofila b, sendo que esse comportamento se apresenta acima do tratamento com N + K, assim é possível afirmar que para o teor de clorofila b os melhores resultados se estabeleceram nas concentrações que se aproximam do pico estimado para curva de tendência, fato esse já observado para clorofila a e que demonstram valores semelhantes em relação Chl b.

Figura 2. Regressão linear de segunda ordem para o parâmetro clorofila b  
Lodo de curtume (%)



Fonte: próprio autor.

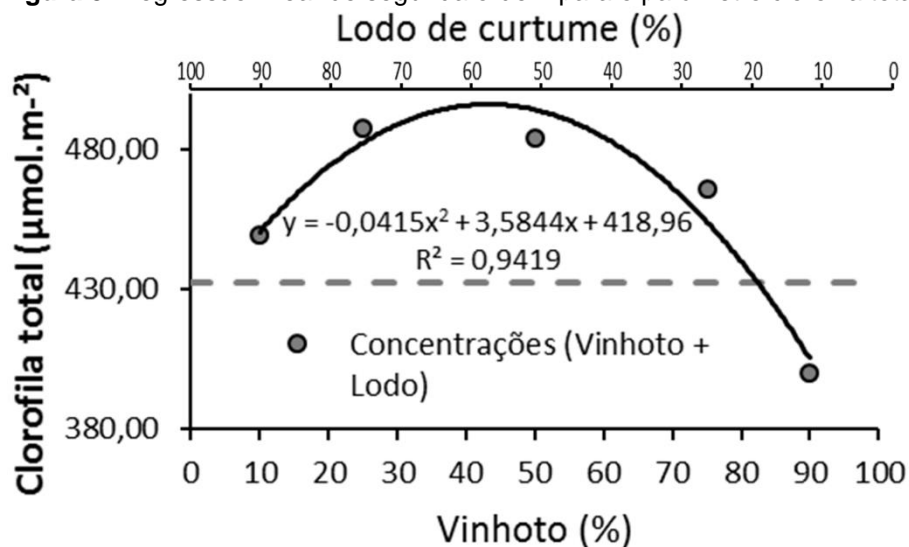
De acordo com Siebeneichler et al. (2008), é comum encontrar maiores diferenças entre esses pigmentos fotossintéticos, quando expostos a diferentes níveis de luminosidade ou mesmo na presença de elementos considerados tóxicos para as plantas, como é o caso do cromo e do sódio presentes no lodo de curtume (Tabela 1).

A maior proporção de clorofila b encontrada em relação ao N + K é de grande importância, pois permite capturar uma quantidade maior de luz incidente no local de ação dos fotossistemas e, assim, proporcionar uma maior formação de ATP e NADPH que serão utilizados pela planta no processo de fotossíntese, aumentando assim seu rendimento quântico (WHATLEY; WHATLEY, 1982).

### 4.3 Clorofila total

A clorofila total possui relação direta com a clorofila a e clorofila b, representa o somatório das mesmas, sendo assim os resultados expressados pela curva de tendência possui características semelhantes às já identificadas anteriormente na Chl a e Chl b, sendo observados os melhores teores nas concentrações que se aproximam do pico estimado para curva de tendência em 43% de vinhoto + 57% de lodo de curtume, quando comparadas ao tratamento convencional (N + P) (Figura 3).

Figura 3. Regressão linear de segunda ordem para o parâmetro clorofila total



Fonte: próprio autor.

Os tratamentos envolvendo os resíduos que demonstraram os menores níveis de clorofila total foram estimados para concentrações a partir de 75% V + 25% L, com valores superiores apenas em relação à água pura. Ao se comparar o conteúdo de Chl t para os tratamentos envolvendo as misturas entre resíduos (V e L) em relação ao N + K, valores mais baixos foram observados apenas nas concentrações estimadas acima de 80% V + 20% L, com valores mais altos para as demais concentrações.

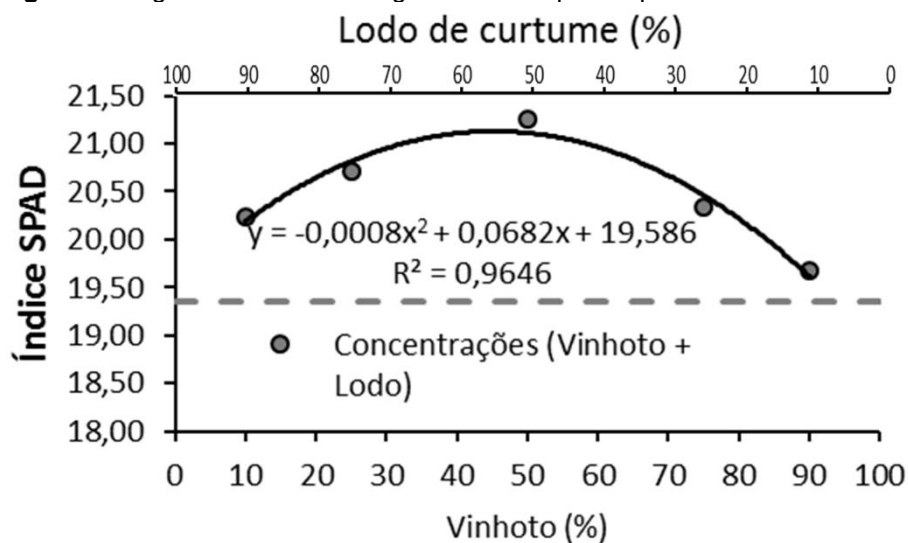
Vale ressaltar que os resultados encontrados para os teores totais de clorofila em todos os tratamentos foram semelhantes aos já observados nas figuras 1 e 2, onde os teores de clorofila a e b foram avaliados respectivamente.

Para clorofila total, foram observados resultados promissores nessa comparação entre clorofila a e b, este resultado indica que o teor de clorofila da folha também se correlaciona positivamente com o teor de carotenoide (Netto et al., 2001).

#### 4.4 Índice SPAD

A curva de regressão em relação ao índice SPAD se comportou de maneira semelhante aos já observados para a clorofila a, clorofila b e clorofila total, o pico da curva foi estimado na concentração de 43% vinhoto + 57% lodo de curtume, sendo que até esse pico estimado a curva se comportou de forma crescente com posterior decréscimo, esse comportamento mostra que, entre os tratamentos testados, destacam-se as proporções que se aproximam do ponto máximo estimado para curva de tendência (Figura 4).

Figura 4. Regressão linear de segunda ordem para o parâmetro índice SPAD



Fonte: próprio autor.

O medidor portátil de clorofila permite leituras instantâneas da intensidade da cor verde da folha (teor relativo de clorofila) sem destruí-la. Os valores são calculados pelo equipamento com base na quantidade de luz transmitida pela folha, em dois comprimentos de onda, com diferentes absorvâncias de clorofila. (TORRES NETTO et al., 2005; AMARANTE et al., 2010).

Como o conteúdo de clorofila é o material que define o índice SPAD, justifica-se a semelhança entre os resultados observados para os conteúdos de clorofila (Chl a, Chl b e Chl t) em relação ao SPAD, o equipamento serviu ao objetivo de dar confiabilidade à técnica de estimativa de conteúdo de clorofila (SPAD) para diferenciar cultivares.

De acordo com Panda e Choudhury (2005), presença de cromo nos tecidos foliares, em quantidades relativamente altas, fornece um comprometimento da estrutura fotossintética causada pela degradação das clorofilas, devido à atividade oxidativa do cromo na célula, esse é uma explicação plausível para os comportamentos das curvas nesse experimento, onde que para todos os parâmetros analisados as concentrações com maior quantidade de lodo de curtume permaneceram próximo do tratamento convencional, não apresentando diferenças significativas.

#### 5. CONCLUSÃO

Para os teores de clorofilas, as misturas entre os resíduos baseados nos valores máximos estimados para tendência da curva foram entre a proporção de 42% V + 58% L e 46% V + 54% L, indicando que os benefícios do vinhoto associado ao lodo de curtume geraram ganhos de clorofila em mudas de café conilon.

A variação apresentada pelo índice SPAD foi a mesma encontrada para os níveis de clorofila total (Chl t), revelando a eficiência do equipamento nas análises de clorofila e confirmando os resultados encontrados na análise destrutiva.

## AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), a Empresa Capixaba Couros LTDAME e a Cachaçaria Artesanal Torrezani, pelo apoio financeiro e parceria.

## 2. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Rafael Nunes *et al.* Utilização de lodo de curtume em complementação ao substrato comercial na produção de mudas de pimenta biquinho. **Scientia agraria**, v. 18, n. 1, p. 20-33, 2017.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; SANGOI, L.; ZANARDI, O. Z.; MIQUELOTO, A.; SCHWEITZER, C. Quantificação de clorofilas em folhas de milho através de métodos ópticos não destrutivos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 1, p. 39-50, 2010.

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.* Componentes fisiológicos e crescimento inicial de mudas de palmeira-garrafa em resposta a substratos com lodo de curtume. **Scientia Agraria**, v. 19, n. 1, p. 94-101, 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento safra brasileira de café**, v. 4, Safra 2018. Brasília, p. 21, dez. 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB (janeiro, 2020). **Acomp. safra brasileira de café**, v. 6– Safra 2020, n. 1- Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-62, janeiro 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe/item/12829-1-levantamento-de-cafe-safra-2020>> Acesso em: 26/02/2020.

FONSECA, A. F. A. da. *et al.* **Produção de mudas clonais**. In: FERRÃO, R. G. et al. **Café conilon – Técnicas de produção com variedades melhoradas**. 4. ed. revisada e ampliada. Vitória, ES: Incaper, 2012. Capítulo 4. Página 23.

FREITAS, Gerson *et al.* Fertirrigação com Vinhaça no Município de São Roque do Canaã-ES. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 13, n. 1, p. 158-165, 2010.

FREITAS, M. S. M. Flavonóides e nutrientes minerais em folhas de maracujazeiro amarelo e deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro doce. 2006, 106 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2006.

KEILIG, K.; LUDWIG-MÜL, J. Effect of flavonoids on heavy metal tolerance in *Arabidopsis thaliana* seedlings. **Botanical Studies**, v. 50, n. 3, p. 311-318, 2009.

LOPES R. M.; OLIVEIRA T. D.; NAGEM T. J.; PINTO A. D. S. Flavonóides. **Biotechnologia Ciência & Desenvolvimento**. v. 3, n. 14. 2010.

MARCUZZO, K. V. *et al.* Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes substratos e doses de fertilizante de liberação gradual. **Bioscience Journal**, v. 21, n. 1, 2005.

MATIELLO, Jose Braz, *et al.* **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento, Brasília, DF (Brasil), 2005.

MICHALAK. A. Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. **Polish Journal of Environmental Studies, Olsztyn**, v. 15, n. 4, 523-530, 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Café no Brasil - 2017**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>>, acesso em: 31/08/2019.

MORO, Carla Cristina; RODRIGUES, Jaine Andressa; DA SILVA, Marisa Carla. **Utilização da vinhaça como fertilizante no cultivo da cana de açúcar**. COGNITIO/PÓS-GRADUAÇÃO UNILINS, n. 1, 2013.

NOGUEIRA, Natiéla O., *et al.* Teor de nitrogênio, clorofila e relação clorofila-carotenoide em café arábica em solo submetido a diferentes corretivos de acidez. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 2013, 8.3: 390-395.

NOGUEIRA, T. A. R; MARQUES, M. O.; FONSECA, I. M.; MENDONÇA, L. Q. H. Nutrientes em cana-de-açúcar de 5.º corte cultivada em solo tratado com lodo de esgoto e vinhaça por quatro anos consecutivos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.7, n.2, p.7-19, 2007.

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 of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v. 17, n. 2, p.191-197, 2005.

PORRA, R.J. *et al.* Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectrometry. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.975 n.3, p.384-394, 1989.

RÊGO, Gizelda Maia; POSSAMAI, Edilberto. Avaliação de teores de clorofila no crescimento de mudas do jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*). Embrapa Florestas-**Comunicado Técnico** (INFOTECA-E), 2004.

Richardson, A. D.; Duigan, S. P.; Berlyn, G. P. An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. **New Phytologist**, Lancaster, v. 153, p. 185-194, 2002.

SAGRILO, Edvaldo Sagrilo, *et al.* **Manejo agroecológico do solo: os benefícios da adubação verde**. Embrapa Meio-Norte, 2009.

SALES, Ramon Amaro, *et al.* Influência de diferentes fontes de matéria orgânica em componentes fisiológicos de folhas da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi.(Anacardiaceae). **Scientia Agraria**, 2018, 19.1: 132-141.

SHANKER, A. K.; CERVANTES, C.; LOZA-TAVERA, H.; AVUDAINAYAGAM, S. Chromium toxicity in plants. **Environment international**, v. 31, n. 5, p. 739-753, 2005.

SILVA, M. L. S.; RESENDE, J. T. V.; TREVIZAM, A. R.; FIGUEIREDO, A. S. T.; SCHWARZ, K. Influência do silício na produção e na qualidade de frutos do morangueiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6Supl1, p. 3411-3424, 2013.

SIEBENEICHLER, S. C.; FREITAS, G. A. D.; SILVA, R. R. D.; ADORIAN, G. C.; CAPELLARI, D. Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (vell.) tol. em condições de luminosidade. **Acta amazonica**, v. 38, n. 3, p. 467-472, 2008.

SILVA, D. V. **Métodos não destrutivos para estimativas de clorofilas como indicadores da qualidade de mudas de espécies florestais**. 2014, 62p. Dissertação (Mestre em Produção Vegetal), Ilhéus, Universidade Estadual de Santa Cruz, 2014.

SILVA, R. L.; MARTINS, L. D. V.; BANTIM FELICIO CALOU, I.; MEIRELES DE DEUS, M. D. S.; FERREIRA, P. M. P.; PERON, A. P. Flavonóides: constituição química, ações medicinais e potencial tóxico. **Acta toxicológica argentina**, v. 23, n. 1, 2015.

SINGH, H. P.; MAHAJAN, P.; KAUR, S.; BATISH, D. R.; KOHLI, R. K. Chromium toxicity and tolerance in plants. **Environ Chem Lett**, v. 11, p.229–254, 2013.

SOTTOMAIOR, F. H. Estudo bibliográfico sobre produção de fertilizantes a partir de resíduos da indústria sucroalcooleira. **Relatório Técnico Científico** (Título de Especialista), Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2017.

TAIZ L., ZEIGER E. *Fisiologia Vegetal*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 848p.

TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J.G.; BRESSAN-SMITH, R.E. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 104, n. 2, p. 199-209, 2005.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: EPU-EDUSP, 1982. 101 p.

ZENG, F.; ALI, S.; QIU, B.; WU, F.; ZHANG, G. Effects of chromium stress on the subcellular distribution and chemical form of Ca, Mg, Fe, and Zn in two rice genotypes. **Journal Plant Nutrition Soil Science**. v.173, n.1, p.135-148, 2010.