

LODO DE CURTUME COMO ADUBO ALTERNATIVO NA PRODUÇÃO DE RABANETE

SÁVIO DA SILVA BERILLI¹, ENZA FIGUEIRA CAZAROTTI¹, RAPHAEL MAGALHÃES GOMES MOREIRA¹, RAMON AMARO DE SALES², ANA PAULA CÂNDIDO GABRIEL BERILLI¹

¹Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina, BR 259, KM 70, Colatina-ES, Brasil, berilli@gmail.com, enzafigueira@hotmail.com, raphael.moreira@ifes.edu.br, anapaulacg@gmail.com.

²Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP: 36570 900, Viçosa - MG, Brasil, ramonamarodesales@hotmail.com.

RESUMO: O rabanete é uma planta herbácea de porte reduzido da família brassicaceas, que apresenta ciclo rápido de crescimento. Devido essa característica, é uma planta exigente em nutrientes, devendo ser cultivada em solos férteis. Uma potencial alternativa na fertilização do rabanete é o lodo de curtume, um resíduo de origem animal rico em nutrientes minerais essenciais as plantas. Com intuito de aproveitar os nutrientes contidos nesse resíduo e de conferir uma destinação adequada a esse material, este trabalho objetivou avaliar o lodo de curtume desidratado como adubo alternativo na produção de rabanete. O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Itapina. Utilizou-se um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e seis tratamentos, contendo diferentes proporções de lodo de curtume misturado ao substrato (10%, 25%, 50%, 75% e 100%). O experimento teve duração de 45 dias, onde as plantas atingiram tamanho comercial e foram avaliadas as características de crescimento, matéria seca e os teores de clorofila. O lodo de curtume apresentou potencial de utilização na produção de rabanete como fonte alternativa de fertilização. O intervalo de recomendação desse resíduo na produção de rabanete está situado entre 32,1 e 47,0%, apresentando ganho nas principais características.

Palavras-chave: *Raphanus sativus* L., nutrição de plantas, olericultura, sustentabilidade.

CURTUME SLUDGE AS AN ALTERNATIVE FERTILIZER IN THE RADISH PRODUCTION

ABSTRACT: Radish is a small herbaceous plant in the brassicaceas family, which has a rapid growth cycle. Due to this characteristic, it is a nutrient-demanding plant and should be cultivated in fertile soils. A potential alternative for fertilizing radish is tannery sludge, an animal residue rich in essential mineral nutrients for plants. In order to take advantage of the nutrients contained in this residue and to provide an appropriate destination for this material, this work aimed to evaluate the dehydrated tannery sludge as an alternative fertilizer in the production of radish. The experiment was carried out at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo, Campus Itapina. A randomized block design with four replications and six treatments was used, containing different proportions of tannery sludge mixed with the substrate (10%, 25%, 50%, 75% and 100%). The experiment lasted 45 days, where the plants reached commercial size and the growth characteristics, dry matter and chlorophyll contents were evaluated. The tannery sludge showed potential for use in the production of radish as an alternative source of fertilization. The recommendation interval for this residue in the production of radish is between 32.1 and 47.0%, showing a gain in the main characteristics.

Keywords: *Raphanussativus*L., plant nutrition, olericulture, sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é um vegetal comestível da família Brassicaceae, originário da região mediterrânea (BASÍLIO et al., 2018). Algumas de suas características podem ser pontuadas como uma hortaliça de ciclo curto, tendo a sua colheita entre 20 a 40 dias após a semeadura, onde o ambiente de cultivo exerce grande influência sobre suas raízes, que é a parte da planta que será consumida ou comercializada.

Essa cultura destaca-se pelas suas propriedades medicinais, vitamínicas, elevada quantidade de nutrientes como potássio, cálcio, fósforo e fibras alimentares e atividade antioxidante (CAMARGO et al., 2007; LIM et al., 2019). Constituindo-se uma cultura de simples manuseio, ela é indicada para qualquer tipo de horta, podendo ser plantada durante todo o ano.

Para um plantio bem sucedido de rabanete, deve-se levar em consideração a fertilização da cultura. De acordo com Basha e El-Aila, (2015), essa cultura não tolera solos de baixa fertilidade, sendo muito importante a incorporação de fertilizantes orgânicos ao solo para permitir um bom desenvolvimento.

Uma alternativa para o uso de fertilizantes na produção de rabanete é a utilização de lodo de curtume. Esse resíduo possui alto teor de matéria orgânica e de nutrientes essenciais para as plantas, tais como o N, P, K, S, Ca e Mg (BERILLI et al., 2014; SALES et al., 2018a). Diversos experimentos encontrados na literatura vêm mostrando a eficácia deste resíduo na agricultura,

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, *Campus* Itapina, localizado no distrito de Itapina em Colatina – ES, 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 segundo a classificação de Köppen é Tropical Aw, apresentando uma estação

principalmente na produção de mudas (QUARTEZANI et al., 2018a; SILVA et al., 2019; BERILLI et al., 2020).

Considerando o alto custo dos insumos agrícolas, essa seria uma alternativa atraente na fertilização do solo, promovendo, assim, maior produtividade e custos mais baixos de produção (MALAFAIA et al., 2016; SALES et al., 2018b). Além disso, alguns dos resíduos de curtume são descartados no meio ambiente de maneira errônea, e sua utilização na agricultura se torna um meio de diminuir o impacto ambiental causado por eles (SALES et al., 2018a; SILVA et al., 2019).

Apesar de possuir elementos essenciais às plantas, a aplicação desse resíduo na agricultura deve ser realizada com critérios técnicos, pois seu uso inadequado pode levar a altos valores de pH do solo e a maiores teores de sais solúveis e cromo, o que pode comprometer a sustentabilidade agrícola e o uso futuro desses solos (SANTOS et al., 2014; RATKE et al., 2019). Algumas das consequências encontradas nas plantas com a aplicação desse resíduo são o aumento de compostos de defesa e alteração nos cloroplastos (SALES et al., 2018c; BERILLI et al., 2018).

Na literatura, são escassas informações sobre a aplicação de lodo de curtume na produção de rabanete. Assim, busca-se com essa pesquisa avaliar o uso de diferentes proporções de lodo de curtume na produção do rabanete “Crimson gigante”, e identificar uma faixa ideal de aplicação de lodo de curtume. chuvosa bem definida entre outubro e janeiro e precipitação média climatológica de 1029,9 mm (PEEL, FINLAYSON & MCMAHON, 2007; SALES et al., 2018d).

Utilizou-se um delineamento de blocos casualizados com quatro blocos e seis tratamentos, no qual cada tratamentos apresentou três parcelas experimentais, totalizando 18 plantas por bloco e 72 plantas no total do experimento. Na Tabela 1 é possível observar os tratamentos utilizados.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados.

Tratamento	Componente do Substrato (v/v)
T1	100% de solo
T2	10% de lodo de curtume + 90% solo
T3	25% de lodo de curtume + 75% solo
T4	50% de lodo de curtume + 50% solo
T5	75% de lodo de curtume + 25% solo
T6	100% de lodo de curtume

O plantio do rabanete (*Raphanus sativus* L.) foi realizado uma semana após o descanso da mistura dos tratamentos, sendo utilizado sacolas plásticas com dimensão de 30 x15 cm. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, coberto com sombrite de 50% de luminosidade, dotado do sistema de irrigação por micro aspersão automática desde o descanso do substrato orgânico até o fim das avaliações. As sementes utilizadas foram da cultivar *Crimson Gigante* da marca Topseed Garden®, sendo uma de suas características a

germinação entre 85% e 99% de pureza, e se dá entre 4 a 6 dias após o plantio.

A semeadura foi feita diretamente na sacola, utilizando-se três sementes por saco plástico com profundidade de plantio de 1 cm seguindo as recomendações do fabricante, com posterior desbaste realizado aos 10 dias após a semeadura, deixando-se apenas uma planta por sacola. No momento do preparo das mudas, foram realizadas análises químicas do solo (Tabela 2) e do lodo de curtume (Tabela 3) para quantificar os elementos que estavam presentes em ambos.

Tabela 2. Características químicas do solo.

pH	P	K	S	Fe	Cu	B	Ca	Mg	Al	Na
-----mg dm ⁻³ -----						-----cmol _c dm ⁻³ -----				
5,0	5,0	48,0	112,0	7,0	0,6	0,4	0,8	1,3	0,0	0,03

O lodo de curtume desidratado foi disponibilizado pela empresa Capixaba Couros LTDA, situada no município de Baixo Guandu

- ES. As características químicas encontram-se abaixo na Tabela 3.

Tabela 3. Características químicas do lodo de curtume sólido.

MO	C _{org}	N	P	K	Ca	Mg	S	Cr	Na	B
-----%		-----g kg ⁻¹ -----								
29,3	6,1	17,3	7,6	0,6	230,2	21,3	13,2	40,0	8,0	0,3

MO: matéria orgânica total; C_{org}: carbono orgânico.

O experimento teve duração de 45 dias, onde as plantas atingiram tamanho comercial e foram realizadas as seguintes avaliações: altura da planta (cm) e diâmetro de copa (cm) com o auxílio de uma régua graduada, número de folhas, através da contagem manual, área foliar (cm²), índice SPAD, matéria seca do tubérculo (bulbo) e matéria seca total da planta. Também foram feitas as extrações do teor de clorofila *a* e *b* (mmol m⁻²). Para a determinação da matéria seca, as amostras

foram acondicionadas em sacos de papel para evitar contaminação e levadas para a estufa de ventilação forçada a 70° C por 72 horas, sendo pesadas posteriormente através de uma balança digital.

A área foliar foi obtida pelo medidor LI-3100C e a determinação do índice SPAD pelo equipamento SPAD-502-PLUS, onde foram feitas as leituras em três pontos na face adaxial de cada folha. Após as leituras, foram retirados discos foliares de 5 mm de diâmetro

sendo escolhida aleatoriamente uma folha de cada tratamento.

A extração do teor absoluto de clorofila foi feita pelo método de Arnon (ARNON, 1949), utilizando acetona 80% (10 mL/amostra). As amostras foram maceradas e levadas ao banho-maria por cerca de 20 min. A absorbância da clorofila foi medida em 480 nm (A480), 649 nm (A649) e 665 nm (A665) utilizando um espectrofotômetro (Spectrum SP-2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos quadrados médios para todas as características avaliadas estão apresentados na Tabela 4. A análise estatística dos dados revelou efeitos significativos das proporções de lodo de curtume em todas as

Os dados obtidos foram submetidos a testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade e, em seguida, foi realizada análise de variância pelo teste F. Quando significativo, foram desdobradas regressões das doses de lodo de curtume, levando em consideração os seguintes critérios na seleção dos modelos: explicação biológica do fenômeno e o valor do coeficiente de determinação. Todo o procedimento estatístico foi realizado com o auxílio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2016).

características, exceto para o índice SPAD. Levando em consideração os critérios adotados para seleção dos modelos, foram utilizados ajustes quadráticos para representar o efeito do lodo de curtume sobre as plantas de rabanete.

Tabela 4. Quadrado médio das características avaliadas do rabanete.

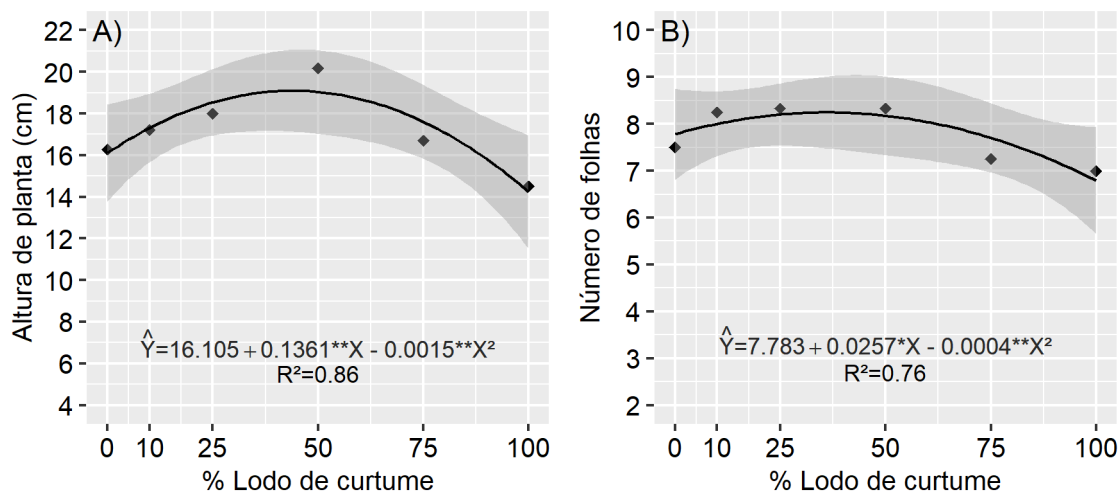
Quadrado Médio						
Fator Variação	GL	AP	NF	DCO	AF	MSTU
Regressão Linear	1	8,06*	2,65 ^{ns}	33,23**	8940,9 ^{ns}	0,33**
Regressão Quadrática	1	53,24**	2,80**	48,24**	165840,8**	0,22**
(Tratamento)	5	14,25	1,43	24,96	49361,0	0,15
Bloco	3	3,63	0,98	5,43	16832,0	0,06
Resíduo	15	1,58	0,59	3,30	5775,0	0,01
CV%	-	7,35	9,89	7,96	18,66	11,12
Fator Variação	GL	SPAD	MST	Clh <i>a</i>	Clh <i>b</i>	
Regressão Linear	1	4,97 ^{ns}	0,002 ^{ns}	9215,5*	1,60 ^{ns}	
Regressão Quadrática	1	12,44 ^{ns}	7,33**	8498,8*	28332,1**	
(Tratamento)	5	4,58	1,93	5320,5	5990,7	
Bloco	3	12,94	0,24	2130,2	718,9	
Resíduo	15	6,51	0,22	1206,9	962,7	
CV%	-	7,51	15,41	13,38	24,17	

** : Significativo a 1% de probabilidade; * : Significativo a 5% de probabilidade; ns: não significativo; GL: Grau de Liberdade; CV: Coeficiente de Variação; AP: altura de planta; NF: Número de folha; DCO: Diâmetro de copa; AF: Área foliar; MSTU: Matéria seca do tubérculo; MST: Matéria seca total; Clh *a*: Clorofila *a*; Clh *b*: Clorofila *b*.

Para a característica altura de planta (Figura 1A), a proporção de lodo de curtume que maximizou o crescimento das plantas de rabanete foi de 45,3% de lodo de curtume ao substrato, atribuindo um ganho de 19,2 cm de altura. O uso de proporções superiores a de 45,3% de lodo de curtume ao substrato proporcionam decréscimo no ganho em altura de plantas.

Quando avaliado a emissão de folhas pelo rabanete (Figura 1B), nota-se que a proporção de lodo de curtume que manteve a melhor emissão de folhas foi de 32,1%, com emissão de 8,2 folhas. Apesar de o uso do lodo de curtume na maior proporção (100% de lodo de curtume) apresentar um ganho de 6,3 folhas, esse ganho foi inferior em 23% quando comparado com ao uso apenas de solo como substrato (0% de lodo de curtume).

Figura 1. Altura de plantas (A) e número de folhas (B) de rabanete ao longo de 45 dias após o plantio em função da proporção do lodo de curtume ao substrato.



Linha sombreada representa o intervalo de 95% de confiança em torno da linha de regressão. Significativo a * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Portanto, nota-se que existe um ganho inicial das características (Figura 1) com o aumento da proporção de lodo de curtume e, posteriormente, ocorre um decréscimo. Esse mesmo padrão de resposta também foi observado em mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) e de pimenta biquinho (*Capsicum chinense* Jacq.) quando cultivadas em substrato com lodo de curtume (ALMEIDA et al., 2017; BERILLI et al., 2019).

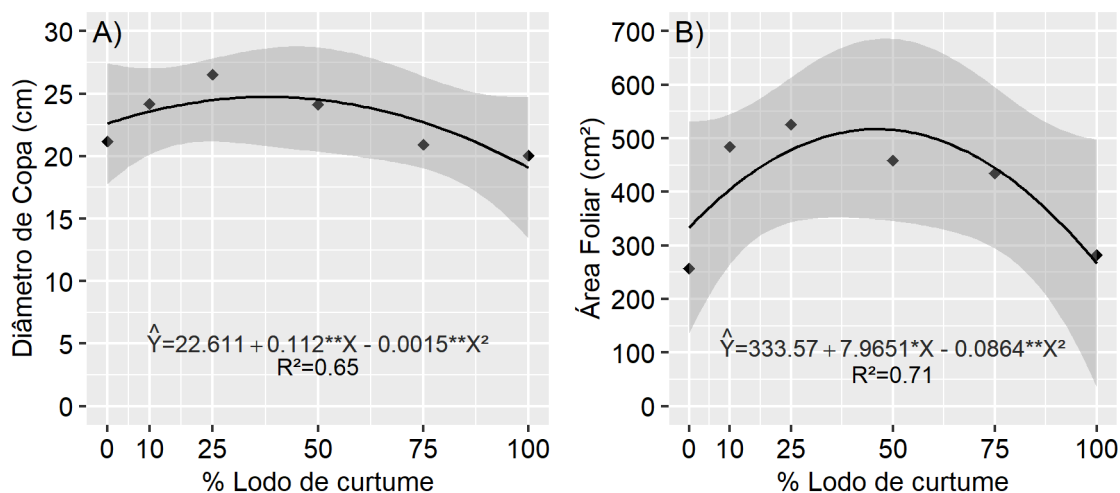
Tal fato pode estar relacionado ao aumento de salinidade ou excesso de Cr presentes no lodo de curtume (Tabela 3), que aumentam gradativamente com a elevação das

Ao avaliar o diâmetro de copa (Figura 2A), observa-se que a curva estimada aponta para valores ótimos na proporção de 37,3% de lodo de curtume. Possivelmente, a adição de lodo em níveis inferiores a esse leva a condições de insuficiente disponibilidade de nutrientes e, adições de lodo em proporções

doses. A toxicidade por Cr perturba a fisiologia das plantas pela produção de espécies reativas de oxigênio (ERO) e provoca alterações na absorção de elementos minerais, ao passo que o acúmulo de íons intracelulares de Na em excesso afeta os processos bioenergéticos da fotossíntese, provoca peroxidação de membranas, aumentando o conteúdo de flavonoides como forma de combater o estresse oxidativo causado pela salinidade (MASTALERCZUK, BORAWSKA-JARUŁOWICZ & KALAJI, 2019; RAMOS-SOTELO et al., 2019; DIN et al., 2020).

superiores podem causar toxicidade às plantas de rabanete. Os autores Almeida et al. (2017), observaram em mudas de pimenta biquinho proporção ideal de lodo de curtume em 54,4% desse resíduo misturado ao substrato contendo bioplant[®] para a característica diâmetro de copa.

Figura 2. Diâmetro de copa (A) e área foliar (B) de rabanete ao longo de 45 dias após o plantio em função da proporção do lodo de curtume ao substrato.



Linha sombreada representa o intervalo de 95% de confiança em torno da linha de regressão. Significativo a * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

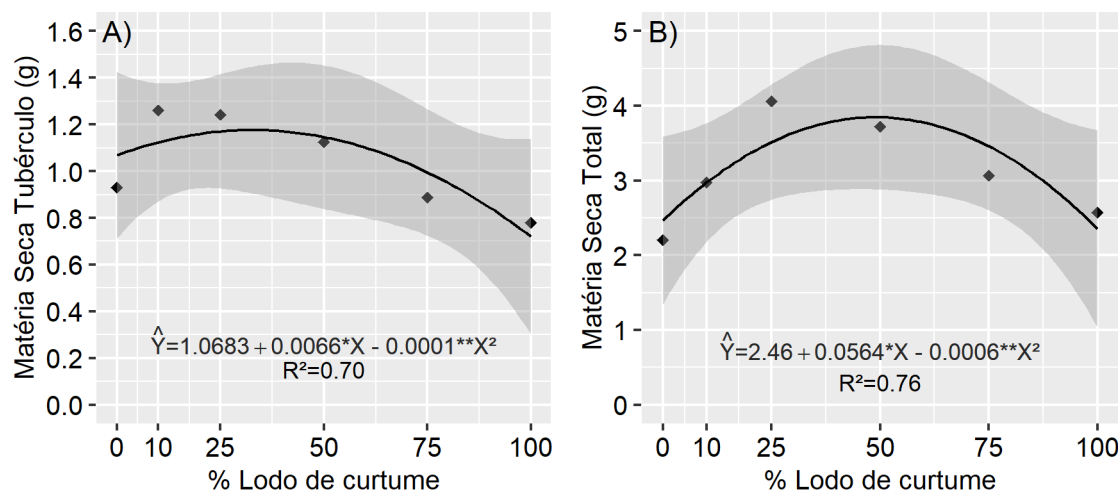
Para a área foliar (Figura 2B) observa-se ajuste quadrático, com coeficientes de determinação R^2 de 0,71. Ao estimar a dose ótima da equação, encontrou-se o valor de 46,0% de lodo de curtume, sendo que nesta proporção, o valor obtido de área foliar foi de 517,1 cm². Uma das possíveis causas para a diminuição da área foliar nas doses superiores a 46,0% de lodo de curtume pode estar associada ao estresse salino causado pelo alto teor de Na, além de que esse resíduo eleva o pH do solo, podendo prejudicar a absorção de diversos nutrientes essenciais. A área foliar é um importante mecanismo adaptativo das plantas que estão sob excesso de sais e estresse hídrico, ocasionado assim redução na sua área fotossintética (ROSTAMI, SADEGHI & HOSSEINI, 2016).

Todavia, houve resultado benéfico para a área foliar (Figura 2B) até 46,0% de lodo de curtume. Isso está atrelado aos diversos nutrientes essenciais proporcionados pela utilização desse resíduo (Tabela 3), demonstrando que deve existir um equilíbrio entre a nutrição e a toxidez que esse resíduo pode proporcionar.

Por esse motivo, estudos relacionados ao uso do lodo de curtume estão se intensificando na literatura, como observado em mudas da espécie florestal aroeira vermelha (SALES et al., 2017), mudas de café conilon (QUARTEZANI et al., 2018b) e na produção de milho e feijão-caupi (SOUSA et al., 2018). Essas pesquisas visam auxiliar na nutrição dessas plantas e ao mesmo tempo contribuir para um descarte adequado desse resíduo, dando um destino apropriado ao composto.

Para a matéria seca do tubérculo (Figura 3A) em função das proporções de lodo de curtume, é observado um modelo polinomial quadrático. A partir da equação obtida verificou-se que a proporção que maximizou o ganho em matéria seca (1,2 g) foi a proporção de 33,0% de lodo de curtume. Ao analisar os dados de matéria seca total das plantas (Figura 3B), observa-se ajuste de função quadrática. Ao derivar a equação estimada, percebe-se que a proporção de lodo de curtume que contribuiu para o maior peso total das plantas de rabanete foi 47,0% de lodo de curtume ao substrato, atribuindo um ganho de 3,7 g.

Figura 3. Matéria seca do tubérculo (A) e matéria seca total (B) de rabanete ao longo de 45 dias após o plantio em função da proporção do lodo de curtume ao substrato.



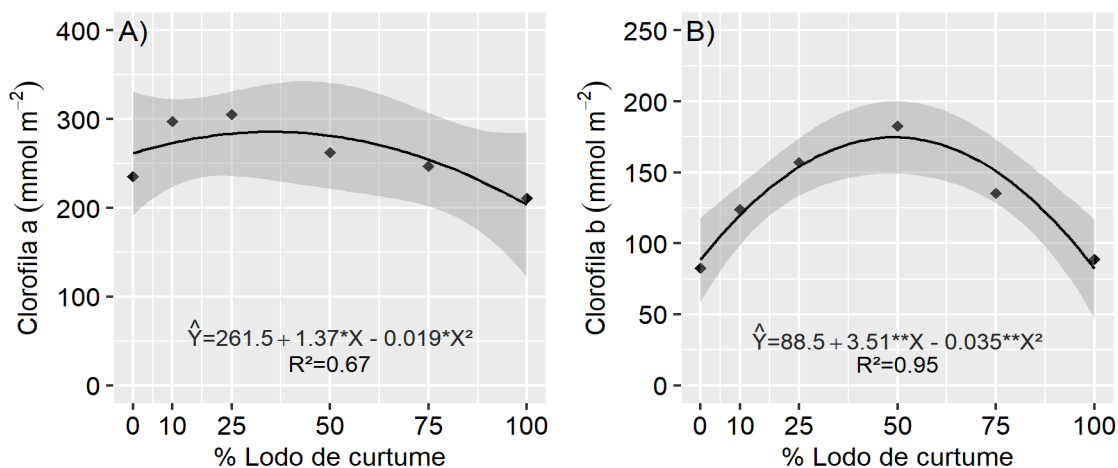
Linha sombreada representa o intervalo de 95% de confiança em torno da linha de regressão. Significativo a * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Quando avaliado a Figura 4, é notório que houve um alto ajuste para a função de estimativa da característica teor de clorofila *b* (Figura 4B), com coeficiente de determinação de 0,95. A proporção que maximizou a síntese desse pigmento foi de 50,0% de lodo de curtume, com produção de 176 mmol m^{-2} . Todavia, a clorofila *a* (Figura 4A) apresentou proporção ideal de 36,1%, podendo inferir que a síntese de clorofila *a* é prejudicada com maior facilidade quando sujeita a condições desfavoráveis por elementos causando toxicidade, como o Cr e Na.

A concentração de clorofila nas plantas é um bom indicador de toxicidade para

diferentes metais pesados (BURTON, KING & MORGAN, 1986; HADAD et al., 2007). A redução do teor de clorofila em plantas submetidas a metais pesados está relacionada à inibição direta da síntese de pigmentos de clorofila (DHEEBA; SAMPATHKUMAR, 2012). O Cr possui a capacidade de degradar o ácido aminolevulínico desidratase, uma enzima importante envolvida na biossíntese da clorofila, afetando, assim, a utilização do ácido aminolevulínico (ALA), isso resulta no acúmulo de ALA e na redução do nível de clorofila (VAJPAYEE et al., 2000; DHEEBA; SAMPATHKUMAR, 2012).

Figura 4. Teores de clorofila *a* (A) e clorofila *b* (B) de rabanete ao longo de 45 dias após o plantio em função da proporção do lodo de curtume ao substrato.



Linha sombreada representa o intervalo de 95% de confiança em torno da linha de regressão. Significativo a * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Apesar das equações quadráticas entre as diferentes características avaliadas terem apresentado proporções ideais diferentes, podemos perceber uma faixa que corresponde aos melhores ganhos para as principais características avaliadas, variando de 32,1% para o número de folhas (Figura 1B) até 47,0% para a matéria seca total das plantas (Figura 4A). Deste modo, a utilização do lodo de curtume como fonte de adubação alternativa na produção de rabanete pode ser uma alternativa potencialmente viável, visto que esse resíduo industrial apresenta relativa disponibilidade de nutrientes, tais como o N,

P, K, S, Mg e Ca, assim como de matéria orgânica (Tabela 3).

4 CONCLUSÕES

O lodo de curtume apresenta potencial de utilização na produção de rabanete como fonte alternativa de fertilização, contribuindo para a nutrição das plantas e sustentabilidade do meio ambiente.

O intervalo para o uso de lodo de curtume na produção de rabanete está entre 32,1 e 47,0%, apresentando ganho nas principais características.

5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. N.; FERRAZ, D. R.; SILVA, A. S.; CUNHA, E. G.; VIEIRA, J. C.; SOUZA, T. D. S.; BERILLI, S. D. S. Utilização de lodo de curtume em complementação ao substrato comercial na produção de mudas de pimenta biquinho. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 18, n. 1, p. 20-33, 2017.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in *Beta Vulgaris*. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.

BASÍLIO, A. G. S.; SOUSA, L. V.; SILVA, T. I.; MOURA, J. G.; GONÇALVES, A. C. M.; MELO FILHO, J. S.; LEAL, Y. H.; DIAS, T. J. Radish (*Raphanus sativus* L.) morphophysiology under salinity stress and ascorbic acid treatments. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v. 36, n. 3, p. 257-265, 2018.

BASHA, D. M. R. A.; EL-AILA, H. I. Response of foliar spraying with amino acids and integrated use of nitrogen fertilizer on radish (*Raphanus sativus* L.) plant. **International Journal of ChemTech Research**, Coden, v. 8, n. 11, p. 135-140, 2015.

BERILLI, S. D. S.; QUIUQUI, J. P. C.; REMBINSKI, J.; SALLA, P. H. H.; BERILLI, A. P. C. G.; LOUZADA, J. M. Utilização de lodo de curtume como substrato alternativo para produção de mudas de café conilon. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 472-479, 2014.

BERILLI, S. S.; PIREDA, S.; TRINDADE, F. G.; ZOOCA, A. A. F.; BERILLI, A. P. C. G.; CUNHA, M.; SALES, R. A. Effect of Substrate Treated with Tannery Sludge on Growth and Anatomy of Conilon Coffee Cuttings. **Journal of Experimental Agriculture International**, Tarakeswar, v. 22, n. 4, p. 1-10, 2018.

BERILLI, S. S.; VALADARES, F. V.; SALES, R. A.; LISSES, A. F.; PEREIRA, R. M.; DUTRA, G. J. A.; SILVA, M. W.; BERILLI, A. P. C. G.; SALLES, R. A.; ALMEIDA, R. N. Use of Tannery Sludge and Urban Compost as a Substrate for Sweet Pepper Seedlings. **Journal of Experimental Agriculture International**, Tarakeswar, v. 34, n. 4, p. 1-9, 2019.

BERILLI, S. S.; SALES, R. A.; RIBEIRO, H. R.; ZOOCA, A. A. F.; SALLES, R. A.; BERILLI, A. P. C. G.; RIBEIRO, W. R.; FREITAS, S. J.; COSTA, T. S. Foliar fertilization in the propagation of

conilon coffee in alternative substrates. **International Journal of Agriculture and Natural Resources**, Santiago, v. 47, n. 1, p. 58-68, 2020.

BURTON, K. W.; KING, J. B.; MORGAN, E. Chlorophyll as an indicator of the upper critical tissue concentration of cadmium in plants. **Water, Air, and Soil Pollution**, Dordrecht, v. 27, n.1-2, p. 147-154, 1986.

CAMARGO, G. A.; CONSOLI, L.; LELLIS, I. C. S.; MIELI, J.; SASSAKI, E. K. Bebidas naturais de frutas perspectivas de mercado, componentes funcionais e nutricionais. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Tupã, v. 1, n.2, p. 181-195, 2007.

DHEEBA, B.; SAMPATHKUMAR, P. A comparative study on the phytoextraction of five common plants against chromium toxicity. **Oriental Journal of Chemistry**, Bhopal, v. 28, n. 2, p. 867-879, 2012.

DIN, B. U.; RAFIQUE, M.; JAVED, M. T.; KAMRAN, M. A.; MEHMOOD, S.; KHAN, M.; SULTAN, T.; MUNIS, M. F. H.; CHAUDHARY, H. J. Assisted phytoremediation of chromium spiked soils by *Sesbania Sesban* in association with *Bacillus xiamenensis* PM14: A biochemical analysis. **Plant Physiology and Biochemistry**, Amsterdam, v. 146, p. 249-258, 2020.

HADAD, H. R.; MAINE, M. A.; NATALE, G. S.; BONETTO, C. The effect of nutrient addition on metal tolerance in *Salvinia herzogii*. **Ecological Engineering**, Amsterdam, v. 31, n. 2, p. 122-131, 2007.

LIM, H. W.; SONG, K. Y.; CHON, J. W.; JEONG, D.; SEO, K. H. Antimicrobial Action of *Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus* (radish) Extracts against Foodborne Bacteria Present in Various Milk Products: A Preliminary Study. **Journal of Milk Science and Biotechnology**, Seoul, v. 37, n. 3, p. 187-195, 2019.

MALAFIA, G.; ARAÚJO, F. G.; ESTRELA, D. C.; GUIMARÃES, A. T. B.; LEANDRO, W. M.; RODRIGUES, A. S. L. Corn production in soil containing in natura tannery sludge and irrigated with domestic wastewater. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 163, p. 212-218, 2016.

MASTALERCZUK, G.; BORAWSKA-JARMOŁOWICZ, B.; KALAJI, H. M. How Kentucky bluegrass tolerate stress caused by sodium chloride used for road de-icing? **Environmental Science and Pollution Research**, Heidelberg, v. 26, n. 1, p. 913-922, 2019.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology Earth and System Sciences**, Germany, v. 11, n. 5, p. 1633-1644, 2007

QUARTEZANI, W. Z.; SALES, R. A.; PLETSCHE, T. A.; BERILLI, S. S.; NASCIMENTO, A. L.; HELL, L. R.; MANTOANELLI, E.; BERILLI, A. P. C. G.; SILVA, R. T. P.; TOSO, R. Conilon plant growth response to sources of organic matter. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 13, n. 4, p. 181-188, 2018a.

QUARTEZANI, W. Z.; SALES, R. A.; BERILLI, S. S.; PLETSCHE, T. A.; RODRIGUES, W. P.; CAMPOSTRINI, E.; BERNADO, W. P.; OLIVEIRA, E. C.; HELL, L. R.; MANTOANELLI, E. Effect of different sources of organic matter added to the substrate on physiological parameters of

clonal plants of conilon coffee. **Australian Journal of Crop Science**, Collingwood, v. 12, n. 8, p. 1328-1334, 2018b.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna: The R Foundation, 2016. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 02 jun. 2018.

RAMOS-SOTELO, H.; VALDEZ-ORTIZ, Á.; GERMÁN-BÁEZ, L. J.; FIERRO-SAÑUDO, J. F.; LEÓN-CAÑEDO, J. A.; ALARCÓN-SILVAS, S. G.; REYES-MORENO, C.; PÁEZ-OSUNA, F. Quality of lettuce *Lactuca sativa* (var. Tropicana M1) grown with two low-salinity shrimp effluents. **Food chemistry: X**, London, v. 2, p. 100027, 2019.

RATKE, R. F.; CASTRO, M. L. L.; CAMPOS, A. B.; ROCHA, C.; BARBOSA, J. M.; VERGINASSI, A.; ZUFFO, A. M. Sorption and desorption of chromium from applied tannery sludge in soils under pastures and Cerrado vegetation. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 2, p. 358-368, 2019.

ROSTAMI, L.; SADEGHI, H.; HOSSEINI, S. Response of caper plant to drought and different ratios of calcium and sodium chloride. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 259-266, 2016.

SALES, R. A.; SALES, R. A.; NASCIMENTO, T. A.; SILVA, T. A.; BERILLI, S. S.; SANTOS, R. A. Influência de diferentes fontes de matéria orgânica na propagação da *Schinus Terebinthifolius* Raddi. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 18, n. 4, p. 99-106, 2017.

SALES, R. A.; ROSSINI, F. P.; BERILLI, S. S.; GALVÃO, E. R.; MENDES, T. P.; BERILLI, A. P. C. G.; SALLES, R. A.; SALES, R. A.; QUARTEZANI, W. Z.; FREITAS, S. J. Foliar Fertilization Using Liquid Tannery Sludge in Conilon Coffee Seedlings Production. **Journal of Experimental Agriculture International**, Tarakeswar, v. 22, n. 2, p. 1-8, 2018a.

SALES, R. A.; SALES, R. A.; PRANDO, J. F.; BERILLI, S. S.; BERILLI, A. P. C. G.; COELHO, M. B. Lodo de curtume como fonte alternativa na composição de substrato de mudas de *Passiflora edulis*. **Revista Ifes Ciência**, v. 4, n. 1, p. 104-114, 2018b.

SALES, R. A.; SALES, R. A.; SANTOS, R. A.; QUARTEZANI, W. Z.; BERILLI, S. S.; OLIVEIRA, E. C. Influência de diferentes fontes de matéria orgânica em componentes fisiológicos de folhas da espécie *Schinus Terebinthifolius* Raddi. (ANACARDIACEAE). **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 132-141, 2018c.

SALES, R. A.; OLIVEIRA, E. C.; DELGADO, R. C.; LEITE, M. C. T.; RIBEIRO, W. R.; BERILLI, S. S. Sazonal and interannual rainfall variability for Colatina, Espírito Santo, Brazil. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 186-196, 2018d.

SANTOS, J. L.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; OLIVEIRA, M. L. J.; MELO, W. J. Chromium, Cadmium, Nickel, and Lead in a Tropical Soil after 3 Years of Consecutive Applications of Composted Tannery Sludge. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 45, n. 12, p. 1658-1666, 2014.

SILVA, L. G. F.; SALES, R. A.; ROSSINI, F. P.; VITÓRIA, Y. T.; BERILLI, S. S. Emergência e desenvolvimento de plântulas de maracujá-amarelo em diferentes substratos. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 34, n. 1, p. 18-27, 2019.

SOUSA, R. S. D.; NUNES, L. A. P. L.; LIMA, A. B. D.; MELO, W. J. D.; ANTUNES, J. E. L.; ARAUJO, A. S. F. D. Chromium accumulation in maize and cowpea after successive applications of composted tannery sludge. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 40, p. e35361, 2018.

VAJPAYEE, P.; TRIPATHI, R. D.; RAI, U. N.; ALI, M. B.; SINGH, S. N. Chromium (VI) accumulation reduces chlorophyll biosynthesis, nitrate reductase activity and protein content in *Nymphaea alba* L. **Chemosphere**, Oxford, v. 41, n. 7, p. 1075-1082, 2000.