



EFEITO DA APLICAÇÃO DE BIOCHAR PROVENIENTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COMO SUBSTRATO PARA CULTIVO DE MUDAS DE *Lactuca sativa*

EFFECT OF USING BIOCHAR FROM URBAN SOLID WASTE AS A SUBSTRATE FOR THE GROWTH OF *Lactuca sativa* SEEDLINGS

Vanessa Susana Rech Bisi¹; Wendel Paulo Silvestre²; Marcelo Godinho³; Gabriel Fernandes Pauletti⁴.

¹Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos e Tecnologias (PGEPROTEC), Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul – RS. Brasil. Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, bloco 74, sala 206, Petrópolis, Caxias do Sul, RS, Brasil. CEP: 95070-560. E-mail: vsrbisi@ucs.br. Apresentador do trabalho.; ²Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos e Tecnologias (PGEPROTEC), Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul – RS. Brasil. Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, bloco 74, sala 206, Petrópolis, Caxias do Sul, RS, Brasil. CEP: 95070-560. E-mail: wpsilvestre@ucs.br; ³Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos e Tecnologias (PGEPROTEC), Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul – RS. Brasil. Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, bloco 74, sala 206, Petrópolis, Caxias do Sul, RS, Brasil. CEP: 95070-560. E-mail: mgodinho@ucs.br; ⁴Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos e Tecnologias (PGEPROTEC), Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul – RS. Brasil. Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, bloco 74, sala 206, Petrópolis, Caxias do Sul, RS, Brasil. CEP: 95070-560. E-mail: gfpaulet@ucs.br.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alternativas de produção agrícola que reduzam os impactos ao meio ambiente exige o emprego de tecnologias de gestão, reciclagem e valorização da utilização de resíduos, principalmente no que tange áreas mais antropizadas (TASKIN et al., 2019).

A destinação inadequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é uma problemática de âmbito mundial, isso porque a destinação inadequada dos RSU gera um passivo ambiental de grandes proporções. No ano de 2022, o Brasil atingiu a marca de 81,8 milhões de toneladas de RSU, o que representa 224,1 mil toneladas diárias de RSU e, em média, 1,043 kg de RSU é gerada por habitante. Para destinação dos RSU, a coleta seletiva está presente em 75,1 % do total de municípios do país (ABRELPE, 2022). A reciclagem de resíduos orgânicos em produtos visando aplicação no solo possui na compostagem e na pirólise alternativas tecnológicas de utilização (MUJTABA et al., 2021).

O biochar é um produto originado da conversão termoquímica de diferentes biomassas ou materiais de diferentes matrizes sob condições anóxicas (pirólise), em temperaturas que variam entre 200 °C e 800 °C (GASCÓ; PAZ- FERREIRO; MÉNDEZ, 2011; KAVITHA et al., 2018; LEHMANN; JOSEPH, 2009). O material obtido apresenta estrutura amorfa, grafitica, estável e porosa, composta majoritariamente por carbono aromático e, em menor escala, elementos como, potássio, magnésio, cálcio, entre outros, dependendo da matéria-prima empregada na obtenção do biochar (KAVITHA et al., 2018; KOCISIS; RINGER; BIRÓ, 2022). A incorporação de biochar no solo vem apresentando bom desempenho quanto ao aumento do rendimento das culturas ao utilizá-lo como condicionador de solo, pois permite alterar o pH e melhorar as propriedades físico-químicas do solo agrícola (GASCÓ; PAZ- FERREIRO; MÉNDEZ, 2011; KAVITHA et al., 2018).



A utilização de biochar associado a substratos pode ser uma estratégia econômica viável na produção de mudas. Substratos com propriedades físico-químicas adequadas possibilitam o desenvolvimento de mudas de qualidade pela retenção adequada de água e aeração, potencializando a qualidade genética das plantas (MELO; SILVA, 2018). Na produção de hortaliças, a *Lactuca sativa* (alface) se destaca entre a mais consumida no Brasil, sendo a produção de mudas uma das principais etapas da cadeia produtiva desta cultura por interferir na disponibilidade de mudas para cultivo e a qualidade do produto final (FREITAS et al., 2013).

Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da incorporação de diferentes concentrações de biochar de RSU em substratos para a produção de mudas de *Lactuca sativa* a partir da análise dos parâmetros biométricos de comprimento de planta e de raiz e massa fresca e seca das plantas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra utilizada de RSU foi obtida em quarenta e dois municípios contendo 80 % de material orgânico e 20 % de rejeitos (plástico, papel, laminados). Esta amostra de RSU foi submetida à pirólise lenta em um reator tipo Auger (reator de rosca infinita), à temperatura final de pirólise de 450 °C, com taxa de aquecimento de 10 °C·min⁻¹ e tempo de residência no reator de aproximadamente 90 min.

O experimento agrônômico foi conduzido a partir da incorporação de diferentes concentrações de biochar de RSU em substrato comercial Carolina Soil®, sendo preparados sete tratamentos, compostos por cinco repetições cada, contendo 10 plantas por repetição, totalizando 50 plantas de *Lactuca sativa* por tratamento. Em bandejas de isopor, foi acondicionado o substrato e biochar de RSU de acordo com os seus respectivos tratamentos. O substrato para semeadura das sementes de *Lactuca sativa* foi preparado conforme codificação e detalhamento dos tratamentos, compilados na Tabela 1.

TABELA 1 - Codificação e descrição dos tratamentos utilizados no experimento com mudas de *Lactuca sativa*.

Codificação	Tratamento
T1	Controle (somente substrato)
T2	Substrato e solução nutritiva
T3	Substrato e 5,0 % m/m de biochar
T4	Substrato e 7,5 % m/m de biochar
T5	Substrato e 10,0 % m/m de biochar
T6	Substrato e 20,0 % m/m de biochar
T7	Substrato, 5,0 % m/m de biochar e solução nutritiva

Solução nutritiva preparada conforme método proposto por Hoagland e Arnon (1950). Fonte: autores (2023).

Durante os meses de outubro e novembro de 2022, as plantas foram cultivadas por 40 dias em casa-de-vegetação com sistema de irrigação por aspersão. Os tratamentos T2 e T7 receberam dosagem de 3 mL de solução nutritiva, conforme solução estoque de Hoagland e Arnon (1950), aplicada individualmente em



cada planta, após 15 dias da germinação das sementes, duas vezes por semana até o final do experimento. Ao fim do experimento, as plantas foram avaliadas conforme os parâmetros biométricos de comprimento de planta, comprimento de raiz e massa fresca e seca das plantas.

O experimento seguiu delineamento do tipo inteiramente casualizado, sendo os resultados submetidos à análise de variância (ANOVA). Os parâmetros que apresentaram significância estatística foram analisados pelo teste de comparação múltipla de médias de Duncan a 5 % de probabilidade de erro ($\alpha = 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa AgroEstat[®].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das medições dos parâmetros biométricos de comprimento de planta e comprimento de raiz e de massa fresca e seca das plantas estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 - Resultados referentes aos parâmetros biométricos de comprimento de planta, comprimento de raiz e massa fresca e seca de plantas de *Lactuca sativa* cultivadas em substratos contendo biochar de RSU em diferentes concentrações.

Tratamento	Comprimento de planta (cm)	Comprimento de raiz (cm)	Massa fresca de planta (g)	Massa seca de planta (g)
T1	4,14 c	9,20 a	8,16 b	0,86 b
T2	9,86 a	8,90 a	19,66 a	1,10 a
T3	3,58 c	8,78 a	4,90 c	0,52 c
T4	2,72 d	8,66 a	3,12 c	0,30 d
T5	2,30 d	8,28 a	2,10 d	0,20 d
T6	2,24 d	8,30 a	2,30 d	0,24 d
T7	8,40 b	8,30 a	19,10 a	1,10 a
Média	4,75	8,63	8,48	0,62
Desvio padrão	0,36	0,49	1,01	0,06
Coefficiente de variação (%)	7,58	5,65	11,89	10,25

Médias em coluna seguidas da mesma letra não apresentam diferença estatística significativa quando comparadas pelo teste de de Duncan a 5 % de probabilidade de erro. T1: controle (somente substrato). T2: substrato e solução nutritiva. T3: substrato e 5 % m/m de biochar RSU. T4: substrato e 7,5 % m/m de biochar RSU. T5: substrato e 10 % m/m de biochar RSU. T6: substrato e 20 % m/m de biochar RSU. T7: substrato, 5 % m/m de biochar RSU e solução nutritiva. Fonte: autores (2023).

Os resultados para o parâmetro de comprimento de raiz não diferiram entre os tratamentos, indicando que as diferentes concentrações do biochar de RSU não inibiram o crescimento radicular quando comparados à testemunha (T1).

A análise dos resultados evidenciou um melhor desempenho em todos os parâmetros verificados para T2, onde não houve aporte de biochar de RSU. Em relação ao T7, as plantas não apresentaram diferença estatística quando comparadas ao T2 para as massas fresca e seca de planta. Tal observação permite verificar a possibilidade de utilização do biochar de RSU, na concentração de 5 % m/m no substrato, como um condicionador para o cultivo de mudas de *Lactuca sativa* mediante aporte de solução nutritiva. A



necessidade de aporte de solução nutritiva é observada no T3 em relação ao T7, onde houve somente o aporte de 5 % m/m de biochar de RSU e as plantas apresentaram desenvolvimento estaticamente inferior ao T7, no qual, além da presença de 5 % m/m de biochar de RSU, foi fornecido solução nutritiva às plantas. Petter et al. (2012) salienta a possibilidade da absorção de nutrientes pelo biochar em razão de estruturas aromáticas presentes em sua superfície e comenta sobre o potencial de uso do biochar como agente condicionador em substratos.

Em concentrações a partir de 7,5 % m/m (T4 a T6), as plantas de *Lactuca sativa* apresentaram desenvolvimento inferior, com comprimento de planta e massas fresca e seca de plantas estatisticamente inferiores aos demais tratamentos. A menor massa seca e comprimento das mudas de *Lactuca sativa* foi verificado também por Rozas et al. (2023), que testou concentrações de 5 % m/m e 10 % m/m de biochar em diferentes substratos contendo turfa, composto orgânico e perlita. Petter et al. (2012) observou que a tendência de ocorrer menor desenvolvimento das plantas em concentrações maiores de biochar pode estar associada a uma maior presença de matéria orgânica e também ao desequilíbrio da proporção entre os teores de água e ar no substrato, promovido pela maior capacidade de retenção de água do meio provocado pelo biochar.

Foi observado que não houve diferença estatística entre os tratamentos para o comprimento das raízes, o que demonstra que, independentemente da concentração de biochar de RSU, as plantas de *Lactuca sativa* apresentaram bom desenvolvimento radicular. Rozas et al. (2023) observou que, em substrato composto por 70 % m/m de turfa, 5 % m/m de composto orgânico, 20 % m/m de perlita e 5 % m/m de biochar, houve o maior crescimento radicular. Os mesmos autores comentaram que o mesmo desempenho ocorreu no substrato composto por 70 % m/m de turfa, 10 % m/m de composto orgânico e 20 % m/m de perlita.

A sensibilidade de *Lactuca sativa* aos diferentes substratos também foi observada por Monteiro et al. (2020), salientando que a cultura apresentou resposta sensível às diferentes concentrações de biochar de lodo de esgoto em substratos, ocasionando desempenhos distintos. Rozas et al. (2023) evidenciou a possibilidade de utilização de biochar como uma alternativa sustentável a ser empregada em substratos para cultivo de mudas. Por se tratar de uma planta de desenvolvimento rápido, se verifica a necessidade de estudos robustos referentes as formas de liberação de nutrientes do biochar de RSU para o sistema substrato/planta.

CONCLUSÕES

A utilização de substrato contendo biochar de RSU apresentou viabilidade de utilização como condicionador na produção de mudas de *Lactuca sativa* em concentrações de até 5 % m/m, uma vez que não ocorreram alterações deletérias nos parâmetros biométricos das mudas cultivadas, especialmente



referente ao comprimento de raiz. No entanto, são necessários mais estudos referentes às interações do biochar de RSU com o sistema substrato – planta e o seu emprego em concentrações maiores.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. 2022. Disponível em: <https://https://abrelpe.org.br/download-panorama-2022/>. Acesso em: 06/05/2023.

FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; BARROS, H. B.; VAZ-DE-MELO, A.; ABRAHÃO, W. A. P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, 2013.

GASCO, G.; PAZ-FERREIRO, J.; MÉNDEZ, A. Thermal analysis of soil amended with sewage sludge and biochar from sewage sludge pyrolysis. **J Therm Anal Calorim**, v. 108. p. 769–775, 2012.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil**. Circular 347. California Agricultural Experiment Station, Berkeley, 1950.

KAVITHA, B.; VENKATA, P.; REDDY, L.; KIM, B.; LEE, S. S.; PANDEY, S. K.; KIM, K. Benefits and imitations of biochar amendment in agricultural soils: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 227, p. 146–154, 2018.

KOCSIS, T.; RINGER, M.; BIRÓ, B. Characteristics and Applications of Biochar in Soil–Plant Systems: A Short Review of Benefits and Potential Drawbacks. **Applied Sciences**, v. 12, 4051, 2022.

LEHMANN, J.; JOSEPH, S. **Biochar for Environmental Management: Science and Technology**, Editora Earthscan, London, 2009, 416 p.

MELO, I. M.; SILVA, L. F. V. Biocarvão como condicionador de substrato para produção de mudas de alface. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 39, p. 107–111, 2018.

MONTEIRO, A. B.; PEREIRA, I. S.; BAMBERG, A. L.; STOCKER, C. M.; TIMM, L. C. Substrates for seedlings with sewage sludge and biochar. **Revista Ceres**. v. 67. 2020.

MUJTABA, G.; HAYAT, R.; HUSSAIN, Q.; AHMED, M. Physio-Chemical Characterization of Biochar, Compost and Co-Composted Biochar Derived from Green Waste. **Sustainability**, v. 13, n. 9, 4628, 2021.

PETTER, F. A.; MARIMON JUNIOR, B. H.; ANDRADE, F. R.; SCHOSSLER, T. R.; GONÇALVES, L. G.; MARIMON, B. S. Biochar como condicionador de substrato para a produção de mudas de alface. **Agrarian**. n. 17, p. 243-250, 2012.

ROZAS, A.; APONTE, H.; MALDONADO, C.; CONTRERAS-SOTO, R.; MEDINA, J.; ROJAS, C. Evaluation of Compost and Biochar as Partial Substitutes of Peat in Growing Media and Their Influence in Microbial Counts, Enzyme Activity and *Lactuca sativa* L. Seedling Growth. **Horticulturae**, v. 9, n. 2, 168, 2023.

SOUSA, A. A. T. C. **Biochar de lodo de esgoto: efeitos no solo e na planta no cultivo de rabanete**. Dissertação de Mestrado. 63 p. 2015. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.



TASKIN, E; BUENO, C. C.; ALLEGRETTA, I.; TERZANO, R.; ROSA, A. H.; LOFFREDO, E.
Multianalytical characterization of biochar and hydrochar produced from waste biomasses for
environmental and agricultural applications. **Chemosphere**, v. 233, p. 422-430, 2019.