

Uso de biocarvão como substrato na produção de mudas a partir de duas biomassas diferentes

RESUMO

Jenifer Lima da Silva;
Andriele Brizzola Bueno;
Débora Machado de Souza;
Regina Célia Espinosa Modolo;
Genyr Kappler;
Carlos Alberto Mendes Moraes

Este trabalho teve como objetivo comparar o efeito da adição de dois biocarvões diferentes em um substrato no desenvolvimento de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.). Os biocarvões foram obtidos a partir da pirólise de resíduos de cascas de arroz e cascas de coco verde, realizada em forno mufla na temperatura de 450 °C. Os experimentos foram conduzidos na Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Campus São Leopoldo, RS. As sementes de alface foram plantadas em 3 amostras, que consistiram em tubetes contendo: somente substrato; amostra utilizando 95 % de substrato incorporados a 5 % de biocarvão, produzido a partir da carbonização de cascas de arroz; e amostra contendo 95 % de substrato incorporados a 5 % de biocarvão produzido a partir da carbonização de fibras de cascas de coco verde. As mudas foram cultivadas durante 6 semanas e após este período analisadas quanto ao número de mudas germinadas, crescimento das mudas, potencial hidrogeniônico, tamanho dos poros e área superficial.

PALAVRAS-CHAVE: Biocarvão. Substrato. Biomassa.

INTRODUÇÃO

O solo, que está presente na extensão terrestre, é um material essencial para os seres vivos. É de elevada importância para o crescimento de plantas, estrutura para águas superficiais e subterrâneas, manutenção de ciclos biogeoquímicos, abrigo para a biodiversidade e seus habitats, sustentação para construções (COELHO et al., 2013). Em vista disso, sua qualidade e preservação são imprescindíveis para diferentes ambientes e para a agricultura. Tanto os ecossistemas agrícolas quanto os ecossistemas naturais são locais em que a qualidade do solo pode ser analisada (BÜNEMANNA et al., 2018). Solos com composições originais presentes em ecossistemas naturais, nos quais prevalecem a vegetação nativa, geralmente possuem propriedades físicas favoráveis para o crescimento de plantas (ANDREOLA et al., 2000). Por outro lado, em ecossistemas agrícolas, é necessário um adequado manejo e conservação do solo para protegê-lo contra a compactação, erosão e evitar a redução da produtividade (CANILLAS; SALOKHE, 2002; RADFORD et al., 2001).

Estudos sobre o uso de diferentes biomassas carbonizadas têm sido realizados, como uma alternativa mais sustentável para recuperação de solos agrícolas. A biomassa é todo material orgânico originado de diversos organismos, como resíduos de plantas, animais, safras, madeiras e microrganismos (VOLOSHIN et al., 2016). O produto da carbonização dessas biomassas através da pirólise, denominado como biocarvão (GALINATO et al., 2011), possui propriedades as quais podem ser aplicadas como condicionadores de solo, como a correção do pH e aumento da porosidade do solo (GALINATO et al., 2011; JIEN; WANG, 2013), capacidade de ampliação da produtividade, redução de emissões de gases de efeito estufa, e sequestro de carbono. Também contribui para o uso de resíduos orgânicos agropecuários e domésticos que podem gerar impactos ambientais negativos quando são descartados (TEIXEIRA, 2015). Pesquisas com aplicação de biomassa carbonizada em solo têm apresentado bons resultados na absorção e retenção de água, influenciado diretamente pela estrutura e tamanho dos poros do biocarvão (OGAWA et al., 2010). Propriedades como elevada área superficial, capacidade de troca catiônica (CTC), baixa densidade aparente, variações de pH entre neutro e alcalino, alta concentração de carbono e alta resistência a deterioração, torna o biocarvão ideal como condicionador de solo para solos argilosos e arenosos (GWENZI et al., 2015).

Neste contexto, o estudo teve como objetivo comparar os parâmetros de potencial hidrogeniônico (pH), tamanho dos poros, área superficial, número de mudas germinadas e dados de crescimento de mudas de alface obtidas através de três combinações: a) 100 % de substrato; b) 95 % de substrato incorporados a 5 % de biocarvão produzido a partir da carbonização de cascas de arroz (BCA); e c) 95 % de substrato incorporados a 5 % de biocarvão produzido a partir da carbonização de fibras de cascas de coco verde (BCCV).

METODOLOGIA

Biomassa carbonizada foi misturada a um substrato, em que foi plantado sementes de alface para observar o desenvolvimento das mudas em relação as características dos biocarvões. As etapas do experimento foram: i) Selecionar, coletar e preparar as amostras de biomassa; ii) carbonizar as biomassas; iii)

misturar os biocarvões com o substrato; iv) adicionar sementes de alface nas bandejas com a mistura (biocarvão e substrato); analisar as características (pH, área superficial e tamanhos dos poros) das combinações; v) após o período estipulado de crescimento das mudas, caracterizar as plantas e comparar os resultados.

Materiais

As amostras de biomassa consistiram em resíduos da agroindústria e foram cascas de arroz, obtidas com uma beneficiadora de arroz branco da cidade de Santo Antônio da Patrulha, no estado do Rio Grande do Sul - RS e cascas de coco verde, adquiridas de um comércio local na cidade de Porto Alegre, RS. Para o plantio foi escolhida a alface da espécie *Lactuca sativa* L., conhecida popularmente como alface americana. O substrato utilizado no experimento apresenta-se como parâmetro no estudo, pois possui propriedades ideais para o cultivo de mudas. A carbonização foi realizada em um equipamento de leito fixo com aquecimento elétrico, composto por um reator horizontal de bancada, de quartzo, disposto em um forno mufla bipartido, da marca Sanchis (SANCHIS, 2017), na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos).

Parâmetros de obtenção dos biocarvões

A carbonização consistiu em adicionar, para cada batelada, a massa das biomassas in natura conforme segue: i) cascas de arroz 25,35 g; ii) casca de coco verde processada (fibras secas e picadas com tamanho médio de 3 mm) 42,98 g. Durante o aquecimento, os voláteis que se formam durante a pirólise foram removidos com um fluxo de nitrogênio, que se manteve até o final do processo. O aquecimento ocorreu à taxa de 10 °C min⁻¹ e, após o reator atingir a temperatura de pico, o processo foi mantido em banho térmico por mais 30 minutos (imersão). A Tabela 1 resume todas as condições operatórias. O rendimento dos biocarvões pode ser obtido por meio da Equação 1 (Protásio et al., 2014), como:

$$RE = \left(\frac{Mc}{Mb} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde *RE* é o rendimento obtido; *Mc* é a massa do carbonizado (final); e *Mb* é a massa da biomassa (inicial).

Tabela 1 - Parâmetros selecionados para a combustão das cascas de arroz

Parâmetros	Dados
Atmosfera	Gás inerte - N ₂
Temperatura	450 °C
Tempo de imersão	30 min
Vazão de nitrogênio	0,2 L/min
Taxa de aquecimento	10 °C/min

Fonte: Autores (2020)

Preparação do cultivo

A proporção estipulada para cada material foi de 95 % de substrato e 5 % de biocarvão, quantificado em volume. Conforme o método para determinar a densidade aparente através de um volume conhecido (TEIXEIRA, 2017), foram dimensionados os valores de massa das porcentagens de cada material. A massa de cada material utilizada está representada na Tabela 2. As amostras foram distribuídas em bandeja polimérica com 40 tubetes. Em outra bandeja, com as mesmas proporções, foi colocado somente substrato (S), totalizando 100 % do volume.

Tabela 2 – Quantia de massa resultante para cada material

Amostra	Massa (g)
BCA	5,22
BCCV	7,04
Substrato 95 %	724,64
Substrato 100 %	762,78
BCA	5,22

Fonte: Autores (2020)

Plantio das sementes

Foram utilizadas duas sementes para cada tubete. A introdução das sementes na mistura de cada tubete foi realizada através de abertura de “cova” rasa, após cobertura com pano de textura porosa e estrutura leve, para criar um ambiente favorável para a germinação. Posteriormente foi efetuada a rega, por meio de dispersão de água na superfície coberta com pano, até que o material ficasse úmido. As bandejas permaneceram cobertas com os panos até o início da germinação. A rega foi realizada diariamente entre 17h30 e 18h.

Coleta dos dados de crescimento

Nessa etapa foram realizados alguns procedimentos para avaliar o crescimento das mudas. Esse processo foi iniciado após a germinação até a 6ª semana de experimento, para haver uma data padrão de finalização. Foi contabilizado o número de sementes germinadas como também a medição da altura com o uso de uma fita métrica, desde o solo até a folha mais comprida.

Análise de potencial hidrogeniônico - pH

A análise para obtenção do pH foi realizada de acordo com a Instrução Normativa nº 17 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2007). O método consiste em extrair uma amostra, com água deionizada na temperatura de 25 °C, em uma razão de extração de 1 + 5 (volume/volume), ou seja, a cada 60 ml da amostra 300 ml de água deionizada. O pH da suspensão é determinado a seguir usando aparelho medidor de pH. Este ensaio foi realizado no Laboratório de Química e Farmácia da Unisinos.

Análise de área superficial e tamanho dos poros

A determinação da área superficial dos materiais foi realizada conforme o método Brunauer-Emmett-Teller (BET) pela adsorção de nitrogênio e para a identificação do percentual preenchido pelos microporos, mesoporos e macroporos, foi utilizado o método de Barrett-Joyner-Halenda (BJH). Ambas as análises foram realizadas no Laboratório de Caracterização e Valorização de Materiais (LCVMat) na Unisinos.

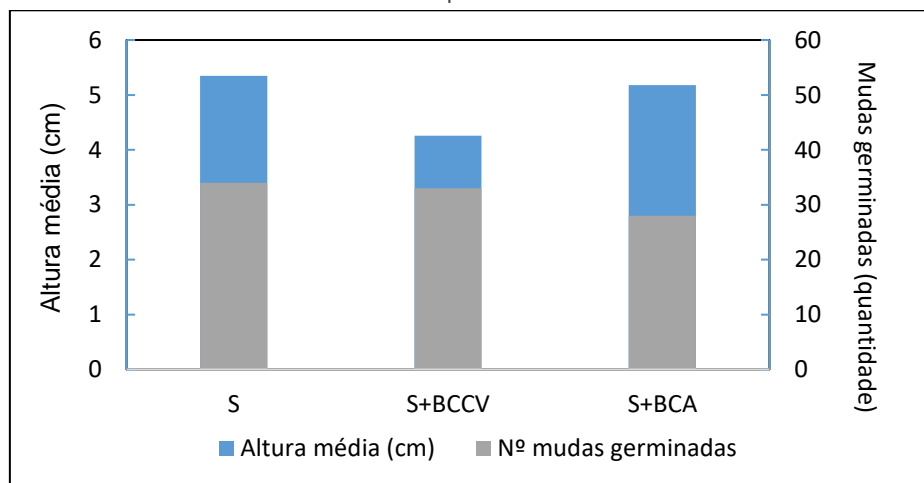
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos pela caracterização das amostras contendo somente substrato, substrato + BCA e substrato + BCCV podem ser conferidos nesta sessão.

Avaliação do crescimento

As sementes das 3 amostras estudadas (S, S+BCA e S+BCCV) germinaram em 5 dias. Durante o período de monitoramento, foi constatado que na bandeja de somente substrato germinaram 34 mudas, seguido pela bandeja S+BCCV com 33 plantas e por fim S+BCA com 28 (gráfico 1). A medição da altura média das mudas de cada bandeja foi realizada no término do experimento (6ª semana) em que os resultados estão apresentados no Gráfico 1.

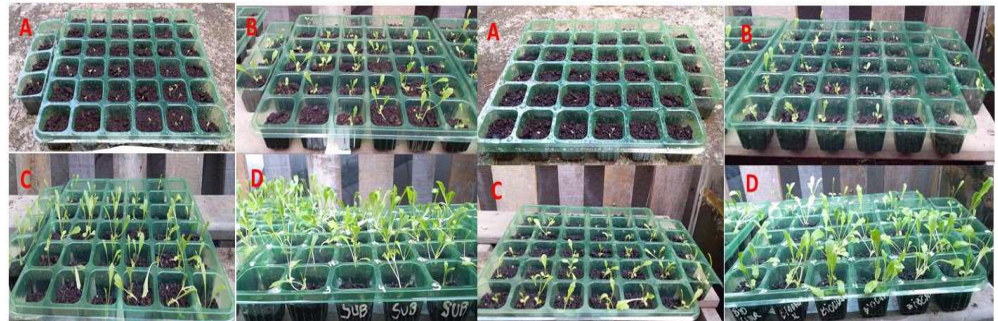
Gráfico 1 - Nº de sementes germinadas e altura média das mudas contidas nas bandejas do experimento



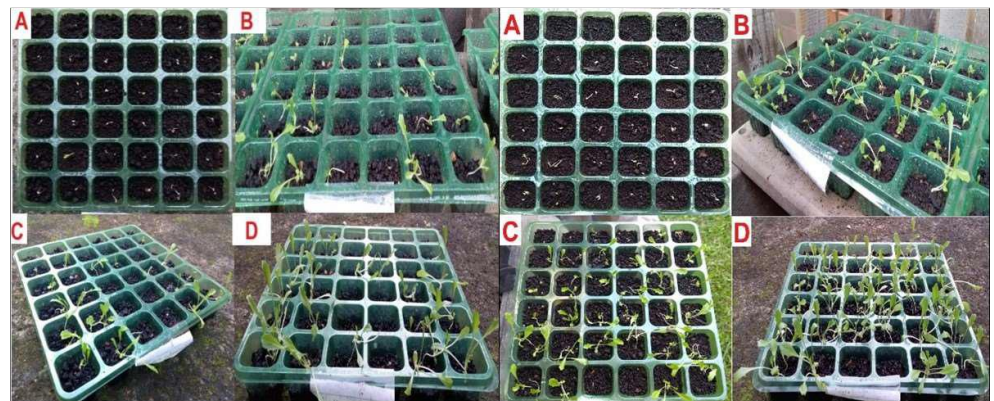
Fonte: Autores (2020)

Os resultados de crescimento das mudas de alface contendo substrato em comparativo com as amostras com adição de biocarvão, para os dois tipos de biocarvão, BCCV e BCA, podem ser conferidas e comparadas na figura a seguir, sendo que a legenda A, B, C, D são referentes ao tempo de germinação, correspondendo a 1 semana, 2 semanas, 3 semanas e 4 semanas, respectivamente (Figura 1).

Figura 1 - Comparativo de desenvolvimento das mudas de alface com adição dos biocarvões



(1) Amostras de plantio com substrato (esquerda) e amostras com plantio de alface em substrato + BCCV (direita).



(2) Amostras contendo substrato (esquerda) e amostras contendo substrato + BCA (direita).

Fonte: Autores (2020)

Com os valores descritos no gráfico 1 nota-se que a altura média nas mudas com a adição do BCA foi maior do que das mudas com BCCV. Entretanto, o número de mudas que germinaram na bandeja S+BCCV foi maior do que da bandeja S+BCA, evidenciando que apesar da altura média ser menor, houve uma melhor incorporação do BCCV ao substrato para as sementes da hortaliça do que com o BCA. No estudo de Singh et al. (2018) foi verificado que o uso de cinzas de cascas de arroz no solo promoveu o aumento de elementos como N, C e P considerados macronutrientes. Zhang et al. (2014) utilizaram cinzas de cascas de coco para o cultivo de uma espécie vegetal e constataram que o biocarvão acrescentou além de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg), também micronutrientes como Fe, Cu, Mn, Zn, e B ao solo, favorecendo a germinação da planta.

Fatores físicos e químicos

O rendimento das biomassas carbonizadas foi de 41,42 % para BCA e de 34,36 % para BCCV, mostrando que a BCA possuiu maior aproveitamento de material dado que foi utilizado aproximadamente a metade da quantidade utilizada para BCCV nos valores iniciais. Os resultados obtidos na análise de potencial hidrogeniônico para as amostras de biocarvões produzidos a partir de cascas de

arroz (BCA) e a partir de fibras de cascas de coco verde (BCCV), constam na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados do potencial hidrogeniônico

Amostra	pH
BCA	7,6
BCCV	8,4
Substrato	7,7
Substrato + BCA	8,1
Substrato + BCCV	7,9

Fonte: Autores (2020)

Os resultados encontram-se dentro de parâmetros vistos em outros trabalhos de caracterização (CARNEIRO et al., 2014), em que o biocarvão obtido de cascas de arroz carbonizadas apresentam pH próximos a neutralidade. Houve pequeno aumento no valor de pH da amostra contendo substrato + BCCV, ficando próximo ao valor medido para o substrato.

O pH básico encontrado em ambas as combinações de biocarvão + substrato é propício ao uso em solos ácidos, por exemplo, tornando esses ambientes favoráveis a cultivos (MASULILI et al., 2010). A faixa de valores de referência de pH ideal para o cultivo de mudas em geral está entre 4,4 a 6,2 (BAILEY et al., 2004). Isso demonstra que o pH encontrado na bandeja S + BCCV é o valor que mais se aproxima ao pH obtido da bandeja somente com substrato, o qual apresenta-se como um dado de referência para o estudo.

Os valores de área superficial das amostras analisadas estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 3 – Resultados do potencial hidrogeniônico

Componentes	Área Superficial (m ² /g)	Tamanho dos poros (%)		
		Microporos (0-5 nm)	Mesoporos (5-50 nm)	Macroporos (>50 nm)
Substrato	25,8200	8,7399	71,3913	19,8686
Substrato + BCA	28,6000	9,3582	72,5522	18,0895
Substrato + BCCV	26,8747	10,6640	89,3359	0

Fonte: Autores (2020)

Como visto anteriormente a temperatura de pirólise é o parâmetro mais importante, com influência não somente no pH do biocarvão, como em sua área superficial. Os valores encontrados na análise de área superficial pelo método Brunauer-Emmett-Teller (BET) para as amostras de cascas de coco verde encontram-se dentro dos parâmetros, visto que há um incremento da área superficial com o aumento da temperatura de pirólise. As amostras de substrato agregadas com biocarvão de cascas de arroz tiveram um maior incremento na área superficial, tendo em vista que, aumentos na área superficial do substrato tem relação direta a adsorção de nutrientes.

Sobre a análise de porosidade, segundo Barbosa et al. (2018), quanto maior a proporção de partículas grandes (macroporos), menor é a retenção de água e mais aerado será o meio. E, portanto, materiais com granulometria mais fina e poros

menores retém mais água. Assim, tem-se um acréscimo na porosidade do substrato para mesoporos, na mistura de substrato com biocarvão de casca de coco verde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A combinação de biocarvão de cascas de arroz incorporado ao substrato obteve algumas características favoráveis no experimento como um rendimento de carbonização de biomassa maior do que alcançada pelas fibras de cascas de coco verde carbonizada, maior área superficial (na qual relaciona-se com a absorção de nutrientes), valores próximos ao de substrato para tamanho dos poros e maior altura média de crescimento da hortalíça. Entretanto, a combinação de biocarvão de fibras de cascas de coco verde se mostrou um conjunto mais propício ao uso, pois possui resultados que favorecem a germinação das mudas; valores esses que se aproximam aos encontrados para a combinação somente substrato, como o número de sementes germinadas, pH, área superficial e tamanhos dos microporos. Característica também vista para essa combinação é o valor de mesoporos no qual possuiu maior resultado comparado com o conjunto BCA + S e que está relacionado com a retenção de água. Contudo, são necessários experimentos mais aprofundados e com mais análises laboratoriais para ter um panorama mais claro sobre o potencial dos biocarvões como substrato, servindo esse estudo como uma avaliação preliminar para trabalhos posteriores.

Use of biochar as a complement in production of plant seedlings using two different biomass types

ABSTRACT

This work aimed to compare the effect of two different biochars added to a substrate on the growth of lettuce (*Lactuca sativa*) seedlings. The different biochars were produced with wastes of coconut shell and rice husks, and the pyrolysis was performed in a muffle furnace at low temperature (450°C) with a heating rate of 10°C/min for 1 hour. The experiment occurred in the laboratory of university, *campus* São Leopoldo, in the Rio Grande do Sul state. The lettuce seeds were planted in three sample vessels, one receiving just substrate (control sample), one sample with 95% of a substrate, and 5% of rice husk biochar and one sample with 95% of a substrate with 5% of coconut husk biochar. The seedlings were cultivated for 6 weeks, and later on, the 3 samples were measured on the growing size of the seedlings, analysed the hydrogenic potential, the pore-sizes, and the e area.

KEYWORDS: Biochar. Substrate. Biomass.

AGRADECIMENTOS [opcional]

Agradecimentos: Os autores agradecem às agências governamentais brasileiras de pesquisa CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), em especial Programa de Doutorado Acadêmico em Inovação – DAI, a bolsa de pesquisa DT 315573/2018-0, e a bolsa de pesquisa PQ2 307592/2021-9.

REFERÊNCIAS

ANDREOLA, F., COSTA, L. M., OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. R. Bras. Ci. Solo, v. 24, p. 857-865, 2000.

BAILEY, Douglas A. et al. Greenhouse substrates and fertilization. Department of Horticultural Science - NCSU, 2004. Disponível em: <https://www.hort.vt.edu/ghvegetables/documents/Irrigation%20Fertility%20Me dia/NcSUSubstrateFert.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2020.

BARBOSA, José. et al. Caracterização de atributos físicos de substratos para fins de produção de mudas. Revista Cultivando o Saber, v 11, n. 1, p. 13-25, 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. Instrução normativa nº 17, de 21 de maio de 2007. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/fertilizantessubstratos/copy_of_INSTRUONORMATIVASDAN17DE21DEMAIODE2007.pdf/view. Acesso em: 26 maio 2019.

BÜNEMANNA, Else K. et al. Soil quality – A critical review. Soil Biology and Biochemistry, v. 120, p. 105-125, 2018.

CANILLAS, Emmanuel C; SALOKHE, Vilas M. A decision support system for compaction assessment in agricultural soils. Soil & Tillage Research, v. 65, p. 221-230, 2002.

CARNEIRO, Jefferson. et al. Influência de substratos na produção de mudas e no ciclo de cultivo da alface Elba. Horticultura Brasil, v. 31, n. 2, p. 2933-2940, 2014.

COELHO, M. R. et al. Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. Anais eletrônicos [...]. São Paulo: Embrapa Solos (CNPq), 2013. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94212/1/Ecosistemacap3C.pdf>. Acesso em: 6 maio 2019.

GALINATO, Suzette P.; YODER, Jonathan K.; GRANATSTEIN, David. The economic value of biochar in crop production and carbon sequestration. *Energy Policy*, v. 39, p. 6344–6350, 2011.

GWENZI, W. et al. Biochar production and applications in sub-Saharan Africa: Opportunities, constraints, risks and uncertainties. *Journal of Environmental Management*. p. 250-261, 2015.

JIEN, Shih-Hao; WANG, Chien-Sheng. Effects of biochar on soil properties and erosion potential in a highly weathered soil. *Catena*, v. 110, p. 225-233, 2013.

MASULILI, Agusalim et al. Rice Husk Biochar for Rice Based Cropping System in Acid Soil 1. The Characteristics of Rice Husk Biochar and Its Influence on the Properties of Acid Sulfate Soils and Rice Growth in West Kalimantan, Indonesia. *Journal of Agricultural Science*, v. 2, n. 1, 2010.

OGAWA, Makoto; OKIMORI, Yasuyuki. Pioneering works in biochar research, Japan. CSIRO PUBLISHING: *Australian Journal of Soil Research*, Japan, v. 48, p. 489–500, 2010.

PROTÁSIO, Tiago P. et al. Mass and energy balance of the carbonization of babassu nutshell as affected by temperature. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, n. 3, 2014.

RADFORD, B. J. et al. Crop responses to applied soil compaction and to compaction repair treatments. *Soil & Tillage Research*, v. 61, p. 157-166, 2001.

SANCHIS. Fornos eletrônicos. Forno mufla e tubular bipartido, 2017.

SINGH, Chhatarpal et al. The effect of rice husk biochar on soil nutrient status, microbial biomass and paddy productivity of nutrient poor agriculture soils. *Catena*, v. 171, p. 485-493, 2018.

SOUZA, D. M. Avaliação das propriedades do biocarvão obtido por carbonização a partir de cascas de arroz, visando sua aplicação em solos agrícolas. São Leopoldo, 2019. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Unisinos, São Leopoldo. 2019.

TEIXEIRA, Paulo César. Manual de Métodos de Análise de Solo. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Embrapa Solos, abr. 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/176633/1/Densidade-solo.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2020.

TEIXEIRA, Wenceslau et al. Potencialidades do uso do biocarvão como condicionador de solo no Brasil. Nota Técnica, Rio de Janeiro, p. 4, set. 2015. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/152801/1/2016-112.pdf>. Acesso em: 6 maio 2019.

VOLOSHIN, A. et al. Review: Biofuel production from plant and algal biomass. International Journal of Hydrogen Energy, v. 41, p. 17257-17273, 2016.

ZHANG, Lu. Biochar and humic acid amendments improve the quality of composted green waste as a growth medium for the ornamental plant Calathea insignis. Scientia Horticulturae, v. 176, p. 70- 78, 2014.

Recebido: 26/07/2022

Aprovado: 28/07/2022

DOI: 10.3895/rts.v18n53.15768

Como citar: DA SILVA, J.L. et al. Uso de biocarvão como substrato na produção de mudas a partir de duas biomassas diferentes. *Rev. Technol. Soc.*, Curitiba, v. 18, n. 53, p. 237-248, seção temática, 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/15768>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

