v7.n7.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

VIABILIDADE DO USO DE CARVÃO VEGETAL TRITURADO COMO SUBSTRATO NO CULTIVO DE TOMATE EM SISTEMA HIDROPÔNICO

FEASIBILITY OF USING CRUSHED CHARCOAL AS A SUBSTRATE IN TOMATO CULTIVATION IN A HYDROPONIC SYSTEM

FAISABILITÉ DE L'UTILISATION DE CHARBON DE BOIS CONCASSÉ COMME SUBSTRAT DANS LA CULTURE DE TOMATES EN SYSTÈME HYDROPONIQUE

Rubens de Oliveira Meireles[1], Sady Salomão da Silva Alves[2], Vinicius Mendes Meireles[3], James Leão de Araújo[4], Antônio Roberto de Oliveira Meireles[5], Welliton de Lima Sena[6]

e778438

https://doi.org/10.47820/recima21.v7i7.8438

PUBLICADO: 07/2026

RESUMO

A busca por substratos alternativos para sistemas hidropônicos tem se intensificado em função da necessidade de redução de custos de produção e do aproveitamento sustentável de resíduos agroflorestais. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade do uso de carvão vegetal triturado como substrato no cultivo hidropônico de tomate cereja *(Solanum lycopersicum L.),* comparando seu desempenho com a fibra de coco. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, utilizando delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e três repetições, constituídos por diferentes combinações de substrato (carvão vegetal triturado e fibra de coco) e manejo da solução nutritiva (com e sem recirculação). Foram avaliados o diâmetro do caule, o número de frutos por planta e o peso de frutos por planta. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os resultados evidenciaram diferenças significativas entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas. O substrato à base de carvão vegetal com recirculação da solução nutritiva proporcionou o maior número de frutos por planta (103 frutos), enquanto o carvão vegetal sem recirculação apresentou o maior peso de frutos (1.267 g planta^{-1}). De modo geral, os tratamentos com carvão vegetal apresentaram desempenho superior aos tratamentos com fibra de coco, demonstrando maior eficiência produtiva. Os resultados indicam que o carvão vegetal triturado constitui uma alternativa tecnicamente viável para utilização como substrato em sistemas hidropônicos de tomate cereja, contribuindo para o aproveitamento sustentável de resíduos vegetais e para a redução da dependência de substratos comerciais.

PALAVRAS-CHAVE: Cultivo sem solo; substratos alternativos; fertirrigação; agricultura sustentável.

ABSTRACT

The search for alternative substrates for hydroponic systems has increased due to the need to reduce production costs and promote the sustainable use of agroforestry residues. In this context,

[1]Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Campus Belém.

[2] Doutor em Química pela Universidade Federal do Pará, UFPA. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Campus Belém.

[3]Doutor em Ciências Agrárias pela Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Campus Castanhal.

[4]Doutorando em Biotecnologia pela Universidade Federal do Pará, UFPA. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Campus Belém.

[5]Graduando em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Belém.

[6]Doutor em Química pela Universidade Federal do Pará, UFPA. Professor do Colégio Tenente Rego Barros.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

the present study aimed to evaluate the feasibility of using crushed charcoal as a substrate for cherry tomato (Solanum lycopersicum L.) cultivation under hydroponic conditions, comparing its performance with coconut fiber. The experiment was carried out in a greenhouse under a completely randomized design with four treatments and three replications, consisting of different combinations of substrates (crushed charcoal and coconut fiber) and nutrient solution management (with and without recirculation). Stem diameter, number of fruits per plant, and fruit weight per plant were evaluated. Data were subjected to analysis of variance and Tukey's test ($p \leq 0.05$). Significant differences were observed among treatments for all evaluated variables. The treatment using crushed charcoal with nutrient solution recirculation resulted in the highest number of fruits per plant (103 fruits), whereas crushed charcoal without recirculation produced the highest fruit weight (1,267 g plant^{-1}). Overall, treatments based on crushed charcoal outperformed those using coconut fiber, demonstrating greater productive efficiency. The results indicate that crushed charcoal is a technically viable alternative substrate for hydroponic cherry tomato production, contributing to the sustainable use of lignocellulosic residues and reducing dependence on commercial substrates.

KEYWORDS: *Soilless cultivation. Alternative substrates. Fertigation. Sustainable agriculture.*

RESUMEN
La búsqueda de sustratos alternativos para sistemas hidropónicos se ha intensificado debido a la necesidad de reducir costos de producción y promover el aprovechamiento sostenible de residuos agroforestales. El objetivo de este estudio fue evaluar la viabilidad del uso de carbón vegetal triturado como sustrato en el cultivo hidropónico de tomate cereza, comparando su desempeño con la fibra de coco. El experimento fue realizado en ambiente protegido utilizando un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron el diámetro del tallo, el número de frutos por planta y el peso de los frutos por planta. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos para todas las variables analizadas. El tratamiento con carbón vegetal asociado a la recirculación de la solución nutritiva presentó el mayor número de frutos por planta, mientras que el carbón vegetal sin recirculación produjo el mayor peso de frutos. En general, los tratamientos con carbón vegetal mostraron mejor desempeño que aquellos con fibra de coco. Los resultados indican que el carbón vegetal triturado constituye una alternativa técnicamente viable para su uso como sustrato en sistemas hidropónicos de tomate cereza.

PALABRAS CLAVE*: Hidroponía. Tomate cereza. Sustratos alternativos. Carbón vegetal. Sostenibilidad.*

1. INTRODUÇÃO

A hidroponia é uma técnica agrícola que permite o cultivo de plantas sem o uso do solo, utilizando soluções nutritivas balanceadas para suprir todas as necessidades fisiológicas das espécies vegetais (Furlani, 2001). Entre as hortaliças cultivadas nesse sistema, o tomate (Solanum lycopersicum) destaca-se pela alta demanda no mercado e pelo bom desempenho produtivo quando cultivado sob condições controladas (FERREIRA *et al.*, 2012).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Um dos elementos-chave nos sistemas hidropônicos baseados em substratos é a escolha do material que dará suporte às raízes. O substrato deve apresentar boa capacidade de retenção de água, drenagem eficiente, porosidade adequada e estabilidade físico-química (Kämpf; Fermino, 2005). Atualmente, substratos como fibra de coco, perlita e argila expandida são amplamente utilizados. No entanto, esses materiais, além de apresentarem custo elevado em algumas regiões, podem estar associados a impactos ambientais em sua produção ou descarte (SOUZA; LIMA, 2020).

O carvão vegetal, por outro lado, é um material abundante, de baixo custo e que apresenta propriedades como elevada porosidade, boa capacidade de retenção de água e relativa estabilidade química (Silva *et al.*, 2017). Estudos demonstram que o carvão pode ser um substrato viável para a produção de mudas e cultivo de algumas hortaliças, porém, sua aplicação em sistemas hidropônicos ainda é pouco explorada.

Do ponto de vista sanitário, o carvão vegetal possui propriedades antimicrobianas naturais, o que ajuda a reduzir a incidência de patógenos no substrato, diminuindo a necessidade de tratamentos químicos e promovendo uma produção mais sustentável e ecológica. Esse efeito sanitizante auxilia também na prevenção de doenças radiculares, como as causadas por fungos do solo (ex. Fusarium, Pythium, Rhizoctonia), que são comuns em cultivos de tomate e podem comprometer significativamente o desempenho da cultura.

Segundo dados da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca – SEDAP-PA, o abastecimento de hortifrutigranjeiros no Pará é dependente da oferta dos cultivos de outras regiões do país devido à baixa produção desses alimentos no estado. Culturas como repolho, batata-doce, pimentão e tomate são importadas em grande volume todos os anos.

A sustentabilidade na agricultura tem se tornado uma pauta prioritária frente às crises ambientais e econômicas. A substituição de insumos convencionais por materiais alternativos e de menor impacto ambiental representa uma estratégia viável para a construção de sistemas produtivos mais resilientes (EMBRAPA, 2020). Diante disso, a utilização de resíduos orgânicos, como o carvão vegetal, no lugar de substratos comerciais na hidroponia, pode trazer benefícios tanto econômicos quanto ecológicos.

O carvão vegetal, obtido da carbonização de biomassa vegetal, apresenta características físicas vantajosas como porosidade elevada e boa retenção de água, podendo favorecer o desenvolvimento das raízes em cultivos hidropônicos (Silva *et al.*, 2017). Além disso, por ser um resíduo de ampla disponibilidade, o seu uso pode reduzir os custos de produção, sobretudo em regiões rurais e periurbanas com acesso à matéria-prima (GONÇALVES *et al.*, 2021).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O uso de substratos alternativos tem sido foco de diversos estudos, especialmente em sistemas hidropônicos e semissolo. Substratos ideais devem apresentar boa capacidade de retenção e drenagem de água, alta porosidade, pH próximo da neutralidade, ausência de fitotoxinas e baixo custo (KÄMPF; FERMINO, 2005; FURLANI, 2001).

A fibra de coco é um dos substratos mais utilizados na produção de tomate em hidroponia, principalmente por sua boa disponibilidade hídrica e propriedades físico-químicas adequadas (Ferreira *et al.*, 2012). No entanto, seu preço elevado em determinadas regiões pode tornar sua utilização inviável, especialmente em cultivos de pequeno porte.

O carvão vegetal, por sua vez, tem sido testado em diversas culturas como substrato ou condicionador de solo. Em estudo com mudas de alface, Silva *et al.* (2017) observaram que o carvão proporcionou bom desenvolvimento vegetativo quando comparado a substratos comerciais. Souza e Lima (2020) destacaram que, quando misturado a outros materiais, o carvão melhora a porosidade e o pH do substrato.

Contudo, seu uso em sistemas hidropônicos ainda é incipiente, sendo necessário investigar sua interação com a solução nutritiva, capacidade de adsorção de nutrientes e impacto sobre a produtividade das plantas (Gonçalves *et al.*, 2021). Pesquisas recentes sugerem que o carvão pode reter íons da solução, alterando a disponibilidade nutricional para as plantas (RODRIGUES *et al.*, 2022).

Dessa forma, o presente estudo propôs avaliar a viabilidade do uso de carvão vegetal como substrato em sistema hidropônico de cultivo de tomate, analisando seu desempenho em comparação com a fibra de coco.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em ambiente controlado, na estufa do Campus Belém durante o período de setembro de 2025 a janeiro de 2026, em bancada, utilizando um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos consistiram em dois tipos de substratos: carvão vegetal triturado e fibra de coco comercial com e sem retorno da solução nutritiva e adição de 8 g de NPK (10 28 20) a cada 15 dias, a partir de 50 dias após o transplantio das mudas. A solução nutritiva utilizada foi a de Furlani (1998).

Cada unidade experimental foi composta por vasos de 8 litros, preenchidos com substrato (fibra de coco e carvão vegetal triturado) e equipados com um sistema de irrigação por

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

gotejamento automatizado. Foi utilizado um timer analógico programado para durante o dia a partir das 07:00 h da manhã ligar com intervalos de 30 minutos ligado e 15 parado. E, às 18:00 h, eram desligados completamente.

Tratamentos:

T1: Carvão vegetal como substrato e recirculando a solução nutritiva;

T2: Carvão vegetal como substrato e sem recircular a solução nutritiva + NPK (10 28 20);

T3: Fibra de coco como substrato e recirculando a solução nutritiva;

T4: Fibra de coco como substrato e sem recircular a solução nutritiva + NPK (10 28 20).

As mudas de tomate da cultivar utilizadas foram 'Santa Clara'. Foram transplantadas para os vasos quando apresentaram de três a quatro folhas definitivas. O manejo da irrigação nutritiva incluiu a troca semanal ou conforme necessidade, com monitoramento constante do pH (mantido entre 5,8 e 6,5) e da condutividade elétrica (CE entre 1,5 e 2,5 mS/cm). A adição de NPK (10 28 20) foi aplicada a cada 15 dias. Nos tratamentos em que não houve recirculação da solução nutritiva, esperava-se até o término da solução nutritiva, após isso, era feita a irrigação com somente água, assim que terminasse a água, novamente era feita com a solução nutritiva.

As avaliações foram realizadas periodicamente, abrangendo:

• Crescimento vegetativo: altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas.

• Produtividade: número de frutos por planta e peso médio dos frutos.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando significativos, complementados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) utilizando o software AgroEstat.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciam efeito significativo dos tratamentos sobre todas as variáveis analisadas, para diâmetro do caule, número de frutos por planta e peso de frutos, conforme indicado pelo teste F, significativo a 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$) (Tabela 1). Isso demonstra que tanto o tipo de substrato quanto o manejo da solução nutritiva influenciaram diretamente o desenvolvimento e a produtividade das plantas de tomate cereja.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Tabela 1. Diâmetro do caule (mm), Números de frutos por planta e Peso dos frutos (g), de plantas de tomate cereja em função dos tratamentos

Tratamento	Diâmetro do Caule	Número de Frutos por planta	Peso dos Frutos por planta
Substrato com carvão vegetal com retorno da solução nutritiva	0,470 ab	103 a	1160 b
Substrato com carvão vegetal sem retorno da solução nutritiva +NPK(10 28 20)	0,571 a	77 b	1267 a
Substrato com fibra de coco com retorno da solução nutritiva	0,533 a	66 c	1048 c
Substrato com fibra de coco sem retorno da solução nutritiva +NPK(10 28 20)	0,411 b	42 d	625 d
Teste F	5,42**	758,62**	1748,95**
CV (%)	0,09	2,86	21,29

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem a 1% de probabilidade pelo teste de Scott Knott. CV- Coeficiente de variação

Em relação ao diâmetro do caule, observou-se que os tratamentos com substrato à base de carvão vegetal sem retorno da solução nutritiva (0,571 mm) e fibra de coco com retorno (0,533 mm) apresentaram os maiores valores, não diferindo estatisticamente entre si. Por outro lado, o menor diâmetro foi registrado no tratamento com fibra de coco sem retorno da solução nutritiva (0,411 mm), indicando menor vigor vegetativo. O tratamento com carvão vegetal com retorno apresentou comportamento intermediário (0,470 mm), não diferindo dos tratamentos superiores nem do inferior. Sendo que, referente ao carvão, o sem retorno foi 21,5% maior em relação ao com retorno. Já na fibra de coco, calcula-se que o com retorno foi superior em 22,9% a mais do que o sem retorno.

Para o número de frutos por planta, verificou-se diferença significativa entre todos os tratamentos. O maior número de frutos foi observado no substrato com carvão vegetal com retorno da solução nutritiva (103 frutos por planta), seguido pelo carvão sem retorno (77 frutos), fibra de coco com retorno (66 frutos) e, por último, fibra de coco sem retorno (42 frutos por planta). Se tratando de diferenciação percentual, o tratamento do carvão com retorno teve 25,2% de

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

superioridade em comparação com o sem retorno. No tratamento da fibra de coco, o com retorno teve 36,4% a mais do que o sem retorno.

No que se refere ao peso de frutos por planta, também houve diferença significativa entre todos os tratamentos. O maior valor foi obtido no substrato com carvão vegetal sem retorno da solução nutritiva (1267 g), seguido por carvão com retorno (1160 g), fibra de coco com retorno (1048 g) e fibra de coco sem retorno (625 g). Em termos percentuais, no carvão sem retorno teve 9,2% a mais do que com o retorno. Agora na da fibra de coco, obteve-se que o com retorno teve 40,4% a mais do que a sem retorno.

O coeficiente de variação (CV) foi baixo para diâmetro do caule (0,09%) e número de frutos (2,86%), indicando alta precisão experimental. Para o peso dos frutos, o CV foi moderado (21,29%), refletindo maior variabilidade natural dessa característica, o que é comum em variáveis relacionadas à produção.

O diâmetro do caule, frequentemente utilizado como indicador indireto do vigor vegetativo, apresentou maiores valores nos tratamentos com carvão vegetal sem recirculação e fibra de coco com recirculação da solução nutritiva. Esse resultado sugere que tanto a qualidade física do substrato quanto a disponibilidade contínua de nutrientes podem compensar limitações específicas do sistema.

No caso do carvão vegetal, seu desempenho pode ser atribuído à elevada porosidade, que favorece a aeração e reduz a compactação do substrato, promovendo maior crescimento radicular. Além disso, sua estrutura altamente porosa contribui para a retenção de água, garantindo maior estabilidade hídrica ao sistema. Essas características são amplamente descritas na literatura como fundamentais para o sucesso de substratos alternativos (KÄMPF; FERMINO, 2005; MELO; SILVA, 2018).

Não obstante, o desempenho da fibra de coco com recirculação indica que, embora esse substrato possua boa capacidade de retenção de água, sua eficiência depende fortemente do manejo da solução nutritiva. A ausência de recirculação nesse substrato resultou em menor desenvolvimento vegetativo, evidenciando possíveis limitações na disponibilidade contínua de nutrientes. Resultados semelhantes foram reportados por estudos que destacam a importância da interação entre substrato e manejo hídrico-nutricional, indicando que substratos com menor capacidade tampão tendem a ser mais dependentes de sistemas de recirculação para manutenção do equilíbrio nutricional (FERREIRA *et al.*, 2010).

O número de frutos por planta foi significativamente superior no tratamento com carvão vegetal associado à recirculação da solução nutritiva, evidenciando que a disponibilidade contínua de nutrientes desempenha papel central na fase reprodutiva da cultura. Esse resultado

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

reforça o conceito de que a frutificação é altamente sensível a variações nutricionais, sendo favorecida por sistemas que mantêm equilíbrio constante de macro e micronutrientes.

A recirculação da solução nutritiva permite maior eficiência no uso de nutrientes, reduzindo perdas e garantindo fornecimento contínuo às plantas. Esse aspecto é particularmente relevante em sistemas hidropônicos, nos quais pequenas variações na composição da solução podem impactar significativamente a produtividade (FURLANI, 1998).

Em compensação, o menor número de frutos observado nos tratamentos sem recirculação, especialmente na fibra de coco, indica que a descontinuidade no fornecimento de nutrientes pode limitar a formação de estruturas reprodutivas. Esse comportamento também foi observado por Oliveira *et al.* (2024), que destacam a importância do manejo nutricional na produção de tomate em substratos alternativos.

Em relação ao peso dos frutos, o melhor desempenho foi observado no tratamento com carvão vegetal sem recirculação da solução nutritiva. Esse resultado evidencia um padrão clássico de compensação fisiológica, no qual a redução no número de frutos resulta em maior alocação de assimilados por fruto, aumentando sua massa individual.

Isso pode estar diretamente relacionado à relação fonte-dreno, que regula a distribuição de fotoassimilados na planta. Quando o número de drenos (frutos) é reduzido, há maior disponibilidade de recursos para cada unidade, resultando em frutos maiores. Esse comportamento é amplamente descrito na literatura (Léchaudel, 2007; Silva, 2021). Portanto, reforça a necessidade de interpretar a produtividade de forma integrada, considerando tanto número quanto massa dos frutos.

Entretanto, o tratamento com carvão vegetal com recirculação apresentou melhor desempenho produtivo global, ao combinar elevado número de frutos com peso satisfatório, evidenciando maior eficiência do sistema como um todo.

A superioridade do carvão vegetal em relação à fibra de coco, observada neste estudo, pode ser explicada por diferenças nas propriedades físicas e químicas desses materiais. Enquanto a fibra de coco apresenta boa retenção de água, pode apresentar limitações quanto à aeração e à estabilidade estrutural ao longo do tempo, especialmente quando não associada a manejo adequado da solução nutritiva.

O carvão vegetal, por sua vez, apresenta maior estabilidade, elevada porosidade e potencial de adsorção de nutrientes, atuando como um reservatório temporário que pode melhorar a disponibilidade nutricional para as plantas. Estudos recentes destacam que o biocarvão pode aumentar a capacidade de troca catiônica do substrato e melhorar a eficiência do uso de nutrientes (SOUZA & LIMA, 2020).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Além disso, Freitas *et al.* (2014) observaram que substratos contendo carvão vegetal promovem melhor desenvolvimento radicular, o que contribui diretamente para maior absorção de água e nutrientes, refletindo em melhor desempenho agronômico.

A fibra de coco apresenta, em geral, maior capacidade de troca de cátions (CTC) que o carvão vegetal triturado, devido à sua elevada concentração de compostos orgânicos, especialmente lignina, celulose e grupos funcionais carboxílicos e fenólicos, que fornecem numerosas cargas negativas capazes de adsorver e trocar nutrientes com a solução nutritiva.

Essa característica confere à fibra de coco maior capacidade de retenção de cátions essenciais, como potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e amônio (NH_4^+), favorecendo a disponibilidade desses nutrientes para as plantas. Por outro lado, o carvão vegetal recém-produzido possui estrutura predominantemente carbonácea, com menor quantidade de grupos funcionais superficiais ativos, resultando em menor CTC inicial. Estudos demonstram que a capacidade de troca catiônica do biocarvão aumenta progressivamente com o envelhecimento e a oxidação de sua superfície, processos que promovem a formação de novas cargas negativas e ampliam sua capacidade de retenção de nutrientes. Segundo Cheng *et al.* (2008), Major *et al.* (2010) e Andrade *et al.* (2015), a oxidação superficial e a atividade microbiana são responsáveis pelo aumento gradual da CTC do biochar ao longo do tempo. Entretanto, mesmo apresentando menor CTC inicial, o carvão vegetal possui elevada porosidade, favorecendo a aeração radicular e a colonização microbiana, características importantes para o desenvolvimento das plantas. Dessa forma, a fibra de coco tende a apresentar maior eficiência na retenção imediata de nutrientes, enquanto o carvão vegetal atua principalmente como condicionador físico do substrato, podendo adquirir maior capacidade de retenção nutricional após processos de envelhecimento e interação com matéria orgânica.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desempenho do tomate cereja no substrato com carvão vegetal triturado foi superior ao de fibra de coco em relação ao peso de frutos e números de frutos e diâmetro do caule nos dois tipos de sistemas de manejo.

O carvão vegetal triturado se mostrou viável como alternativa de uso como substrato para sistemas hidropônicos.

Faz-se necessário mais estudos sobre a eficiência do uso do carvão vegetal triturado como substrato, principalmente, no manejo da fertirrigação e condutividade da solução.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. V.; MENDONÇA, E. S.; ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F. Adição de biocarvão e seus efeitos sobre atributos químicos do solo e disponibilidade de nutrientes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, n. 1, p. 232-242, 2015.

CHENG, C. H.; LEHMANN, J.; ENGELHARD, M. H. Natural oxidation of black carbon in soils: changes in molecular form and surface charge along a climosequence. Geochimica et Cosmochimica Acta, v. 72, n. 6, p. 1598-1610, 2008. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gca.2008.01.010

EMBRAPA. Boas práticas agrícolas e sustentabilidade na produção de hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2020.

FERREIRA, J. M.; SILVA, R. A.; COSTA, M. R. Avaliação de substratos na produção de mudas de hortaliças. Série Informações Técnicas Online, PESAGRO-RJ, 2012.

FERREIRA, M. E. *et al.* (2012). Cultivo de tomate em sistema hidropônico: produtividade e qualidade. Revista Brasileira de Horticultura, 30(1), 45-52.

FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. Nutrição mineral e adubação de hortaliças. Piracicaba: POTAFOS, 2010.

FURLANI, P. R. Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia. Campinas: IAC, 2001.

GONÇALVES, C. V. *et al.* (2021). Aproveitamento de resíduos florestais como substratos alternativos para a agricultura. Ciência Agronômica, 52(3), 515-523.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênesis, 2005.

LÉCHAUDEL *et al.* Uma revisão dos fatores pré-colheita que influenciam o crescimento, qualidade e comportamento pós-colheita de frutos de manga. Brazilian Journal of Plant Physiology, v. 19, n. 4, 2007. DOI: 10.1590/S1677-04202007000400004. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bjpp/a/qNVMBxq5XM5h6CgQyWWjtXN/abstract/?format=html&lang=pt. Acesso em: 9 jun. 2026.

MAJOR, J.; RONDON, M.; MOLINA, D.; RIHA, S. J.; LEHMANN, J. Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. *Plant and Soil*, v. 333, p. 117-128, 2010. DOI: https://doi.org/10.1007/s11104-010-0327-0

MELO, R.; SILVA, R. Características físicas e químicas de substratos compostos para produção de mudas. Revista Contemporânea, v. 5, n. 2, p. 112-125, 2018.

OLIVEIRA BRITO, W. R.; SANTOS, A. C.; FERREIRA, J. P. Utilização de substratos alternativos na compostagem e produção vegetal: revisão sistemática. Revista JRG de Estudos Acadêmicos, v. 7, n. 14, p. 1-15, 2024.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

RODRIGUES, J. L.; SILVA, M. A.; FREIRE, J. L. O. Efeitos do carvão vegetal na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. Principia, v. 61, p. 1-11, 2022.

RODRIGUES, J. P. *et al.* (2022). Capacidade de adsorção de nutrientes pelo carvão vegetal em sistemas hidropônicos. Revista de Agricultura Sustentável, 12(1), 65-72.

SILVA, A. P. da *et al.* (2017). Utilização de carvão vegetal como componente de substrato para produção de mudas de hortaliças. Revista Brasileira de Agricultura Sustentável, 7(1), 91-97.

SOUZA, R. T.; LIMA, A. A. Caracterização física e química de substratos alternativos para produção vegetal. In: Produção de mudas e substratos agrícolas. Viçosa: UFV, 2020.

SOUZA, R. T.; LIMA, R. A. (2020). Características físicas e químicas de substratos à base de carvão vegetal para hortaliças. Horticultura Brasileira, 38(2), 200-206.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.