



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

THIAGO RODRIGUES DA SILVA TORRES

**A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DO CARVÃO VEGETAL NA PRODUÇÃO DE
MUDAS**

**ARAGUATINS
2023**

THIAGO RODRIGUES DA SILVA TORRES

**A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DO CARVÃO VEGETAL NA PRODUÇÃO DE
MUDAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Agrônômica da Unidade Araguatins, do Instituto Federal do Tocantins, como exigência à obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Me. Marcio Rogerio Pereira Leite

ARAGUATINS
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

T693u Torres, Thiago Rodrigues da Silva
 A utilização de resíduos do carvão vegetal na produção de mudas /
 Thiago Rodrigues da Silva Torres. – Araguatins, TO, 2023.
 21 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus
Araguatins, Araguatins, TO, 2023.

Orientador: Me. Márcio Rogério Pereira Leite

1. Adubo orgânico. 2. Substrato alternativo. 3. Produção de mudas. I.
Leite, Márcio Rogério Pereira. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma

1. FOLHA DE APROVAÇÃO

2. TÍTULO: “A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DO CARVÃO VEGETAL NA PRODUÇÃO DE MUDAS”

AUTOR (A): **Thiago Rodrigues da Silva Torres**

ORIENTADOR (A): **Marcio Rogerio Pereira Leite**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma.

Aprovado em 24 de fevereiro de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Marcio Rogerio Pereira Leite, docente**, em 24/02/2023, às 10:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Samuel de Deus da Silva, docente**, em 24/02/2023, às 10:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lucinalva Ferreira, docente**, em 24/02/2023, às 10:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1879600** e o código CRC **E1F35671**.

RESUMO

Normalmente, o processo de produção de mudas é oneroso devido à necessidade do uso de substratos comerciais, por isso tem se buscado adubos orgânicos capazes de suprir tais demandas. Um adubo orgânico que adquire cada vez mais espaço na agricultura são os provenientes da produção carvão vegetal. Este é um material orgânico com grande capacidade de retenção de água e baixa densidade. A adição de biocarvão ao solo pode alterar os atributos físicos relativos à retenção de água e melhorar o desenvolvimento das mudas. Com o intuito de produzir mudas de qualidade elevada, levando em consideração a composição e disponibilidade de substratos da alternativos objetivou-se com a presente revisão, avaliar a influência da aplicação de biocarvão como condicionador de substrato para a produção de mudas. A literatura consultada conclui que a utilização dos resíduos de carvão vegetal para formação de mudas traz benefícios consideráveis para a nutrição das plantas, apresentando desempenho equivalente a substratos comerciais.

Palavras-chave: Biocarvão. Carvão vegetal. Substrato.

ABSTRACT

Usually, the seedling production process is costly due to the need to use commercial substrates, so organic fertilizers capable of meeting such demands have been sought. An organic fertilizer that acquires more and more space in agriculture are those from charcoal production. This is an organic material with high water holding capacity and low density. The addition of biochar to the soil can change the physical attributes related to water retention and improve seedling development. With the aim of producing high quality seedlings, taking into account the composition and availability of alternative substrates, the aim of this review was to evaluate the influence of applying biochar as a substrate conditioner for the production of seedlings. The consulted literature concludes that the use of charcoal residues for the formation of seedlings brings considerable benefits to plant nutrition, presenting performance equivalent to commercial substrates.

Key words: Biochar. Charcoal. Substrate.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
2.1.	Adubação com resíduos orgânicos	8
2.2.	Terra Preta de Índio (TPI)	8
2.3.	Carvão Vegetal.....	9
3.	COMPILAÇÃO DE RESULTADOS.....	111
3.1.	Carvão vegetal na produção de mudas olerícolas	11
3.2.	Carvão vegetal na produção de mudas florestais	111
3.3.	Carvão vegetal na fruticultura	13
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	16
	REFERÊNCIAS	177

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados do Balanço Energético Nacional elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE vinculada ao Ministério de Minas e Energia – MME, o Brasil é o maior produtor mundial de carvão vegetal. Só em 2021, o país produziu mais de 6 milhões de toneladas deste insumo energético, sendo 4,255 milhões de toneladas destinadas à produção de ferro-gusa e de aço. Cerca de 94% da produção nacional de carvão vegetal é proveniente de florestas plantadas com eucalipto, sendo os 6% restantes obtidos a partir de manejo florestal sustentável e legalizado, de acordo com dados da Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ).

Os subprodutos de carvão têm o potencial de abordar um dos grandes problemas globais crescentes: a degradação dos solos agrícolas. Como alternativa à compensação de carbono (C) devido à substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis renováveis, o carvão vegetal usado como corretivo do solo é uma abordagem promissora para melhorar a qualidade do solo, a produtividade das culturas e a sustentabilidade geral dos sistemas de produção de alimentos (WANG *et al*, 2019)

Esta abordagem para o manejo sustentável do solo é modelada nos solos antropogênicos ricos em C conhecidos como “Terra Preta do Índio” (Terra Negra Indígena) encontrados na Amazônia e associados a locais de habitação de populações ameríndias pré-contato que datam de 7000 anos a.C. A característica definidora dos solos da Terra Preta é a presença de grandes quantidades de carvão na matéria orgânica do solo até profundidades de 1 m ou mais. Esses solos permanecem férteis e enriquecidos em C em comparação com solos florestais adjacentes, apesar de séculos de cultivo (MONGELÓ, 2020).

A adição de carvão vegetal mostra, através de recentes esforços para replicar o fenômeno da Terra Preta, que pode ter um efeito benéfico em solos tropicais inférteis altamente intemperizados, aumentando o suprimento de nutrientes para as plantas, a capacidade de troca catiônica e, reduzindo a acidez do solo e a toxicidade de Al e melhorando a eficiência dos fertilizantes (MARTINS, 2018).

Apesar dos inúmeros benefícios, a utilização do fino de carvão na composição de substratos para produção de mudas tem mostrado resultados controversos. Baseado nisso, o presente trabalho teve por objetivo fazer uma revisão de literatura sobre a utilização de resíduos do carvão vegetal na produção de mudas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Adubação com resíduos orgânicos

As ações antrópicas inadequadas têm intensificado o processo de degradação dos solos nas últimas décadas, especialmente àquelas provocadas pelo avanço da fronteira agrícola no Brasil Central (SOUCHIE *et al.*, 2011).

O uso contínuo de adubos químicos no solo tem causado sérios problemas, provocando uma rápida redução do teor de matéria orgânica, salinização, erosão, leva ao empobrecimento da quantidade de nutrientes da solução do solo, que estarão prontamente disponíveis para a cultura (SILVA *et al.*, 2007).

Além, dos problemas citados anteriormente, devido ao uso contínuo de adubos químicos, está em pleno crescimento a demanda por produtos orgânicos.

Ao longo dos anos, substratos comerciais já vêm sendo empregados no processo produtivo, contudo, devido ao seu alto custo, muitos produtores não conseguem ter acesso a esses insumos. Dessa forma, acabam recorrendo ao uso de substratos alternativos que apresentam características semelhantes aos substratos comerciais, porém, a falta de informações acerca dos materiais que compõem tais substratos pode acarretar na produção de mudas de baixa qualidade, afetando todo o processo produtivo (TRESMANN, 2021).

Segundo Freire (2016), a utilização de resíduos orgânicos nos cultivos agrícolas pode ser considerada uma medida sustentável, visto que esses atuam na melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo, e ainda, reduzem os custos de produção, além de atenuar a contaminação da água e solo.

2.2. Terra Preta de Índio (TPI)

Dentro do território amazônico foram encontradas manchas de solos com características bastantes peculiares e atrativas aos pesquisadores da área agrícola. Apresentando coloração preta e grandes quantidades de carbono, em média, 150 g por quilo de solo, o que representa cinco vezes mais que os outros solos da região (MANGRICH *et al.*, 2011). Estima-se que as mesmas sejam datadas de 2500 anos, aproximadamente, e que tenha sido formado pelos índios pré-colombiano (CUNHA *et al.*, 2009).

Indícios da presença indígena, como artefatos e restos de cerâmicas, além de muitos carvões incorporados ao solo dessas áreas, culminou na terminologia “Terra Preta de Índio” (TPI) (MORALES, 2010). Esses solos são altamente férteis, apresentando altos teores de

matéria orgânica (MO) e nutrientes (nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), e outros (CUNHA *et al.*, 2009).

Acredita-se que foram criados “lixões orgânicos” próximos das comunidades, destinados ao descarte de restos de comidas, cinzas e excretas da comunidade (WOODS, 2003). A grande diversidade de itens descartados nessas áreas explica os altos teores de CaO (1819 mg kg⁻¹), P₂O₅ (4900 mg kg⁻¹) e MO (MORALES, 2010). Segundo o mesmo autor, grande parte dessa matéria orgânica é constituída de carvão vegetal, garantindo ao sistema maior atividade biológica, elevados valores de pH, P disponível, Ca⁺⁺⁺ Mg⁺⁺, capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V), se comparado com os solos adjacentes.

Assim sua formação se deve a adição de resíduos de origem animal (fezes, sangue, gordura, ossos, carapaças de quelônios e conchas), de origem vegetal (restos de plantas como: raízes, troncos, folhas e talos de palmeiras diversas, cascas de mandioca e sementes) e grandes quantidades de carvão vegetal (cinzas e resíduos de fogueiras) ao solo dessas áreas. (KERN; KÄMPF, 1989; KERN, 1996). Alguns pesquisadores calculam que esses fragmentos de solos ocupem entre 1 a 10% do território da floresta amazônica, subdivididos em áreas de 2 a 100 ha de extensão, localizados principalmente em sítios arqueológicos.

2.3. Carvão Vegetal

O carvão vegetal, também conhecido como pirogênico é o principal constituinte da matéria orgânica do solo (MOS) da Terra Preta de Índio (ZECH *et al.*, 1990; GLASER *et al.*, 2001). E é o resultado da combustão incompleta de restos de material orgânico como resíduos orgânicos urbanos sólidos (restos de podas de árvores), resíduos agrícolas (restos de culturas), resíduos industriais (da indústria de papel e celulose, por exemplo), ou materiais de origem animal (ossos, esterco) (MANGRICH *et al.*, 2011).

O carvão não apresenta padrão específico, suas características físico-químicas divergem conforme o processo de queima, tipo e granulometria da biomassa e seus desdobramentos (tipo de pirólise, temperatura, tempo de retenção, adição de oxigênio) e etc. Possui ainda compostos orgânicos resistentes à decomposição e grupos funcionais capazes de reterem água e substâncias orgânicas, melhorando a estruturação do solo, reduzindo a lixiviação dos nutrientes e aumentando a Capacidade de Troca Catiônica (CTC) (ZECH *et al.*, 1990; GLASER *et al.*, 2001).

O carvão vegetal possui elevado teor de carbono concentrado devido ao aquecimento, a temperatura atingida durante a carbonização influencia diretamente na composição do mesmo. Contrapondo-se ao elevado teor de carbono, ele apresenta baixo teor de nitrogênio, resultando

em elevada relação C:N. O segundo elemento mais abundante é o oxigênio e seu teor está inversamente relacionado à temperatura final de carbonização praticada. As cinzas, por sua vez, apresentam composição química fortemente relacionada à origem da madeira utilizada, predominando, entretanto, o potássio, o cálcio, o fósforo e o sódio (TROMPOWSKY *et al.*, 2005).

O Brasil é um dos maiores produtores de carvão do mundo, contudo, sua finalidade é essencialmente comercial focado na indústria, gerando resíduos (como o fino de carvão) que são descartados na natureza (ZANETTI *et al.*, 2003).

O fino do carvão ou biocarvão, obtido através da termo-decomposição de materiais orgânicos (biomassa como madeira, estrume ou folhas) sob oferta limitada de oxigênio (O₂) e temperaturas relativamente baixas (<700 °C) (INTERNATIONAL BIOCHAR INITIATIVE, 2018). Os meios de decomposição termoquímica incluem pirólise, gaseificação, torrefação, carbonização hidrotérmica e aquecimento por micro-ondas, variando em temperatura termoquímica e duração (MOHAN *et al.*, 2014; GONZÁLEZ *et al.*, 2017; FANG *et al.*, 2018).

O fino de carvão apresenta a) estabilidade em relação à decomposição e b) habilidade em reter nutrientes, muitas vezes superiores a solos ricos em MO. A soma dessas características resulta em: a) melhoria na fertilidade dos solos; e b) redução da poluição ambiental (LEHMANN, 2007). Devido a essas características, sua introdução na agricultura colabora para o aumento na retenção e disponibilidade de água e nutrientes do solo para a planta, e consequentemente, melhora o crescimento, nutrição e produtividade das culturas (LEHMANN *et al.*, 2003; STEINER *et al.*, 2007).

3. COMPILAÇÃO DE RESULTADOS

3.1. Carvão vegetal na produção de mudas olerícolas

Para produção de mudas olerícolas há um destaque ao uso de substratos orgânicos, diante disso, trabalhos com o intuito de buscar os materiais que melhor se adequam a cada espécie são cada vez mais frequentes. Tresmann (2021) realizou um trabalho com biocarvão na composição de substratos para produção de mudas de hortaliças, no delineamento em blocos casualizados com 6 tratamentos, sendo eles: substrato comercial (testemunha) e cinco tratamentos com diferentes proporções de biocarvão (10, 20, 30, 40 e 50%) adicionados à mistura de terra de barranco e esterco bovino na proporção de 2:1. , e constatou que entre os tratamentos com uso de biocarvão, quando avaliada a emergência das plântulas, merece destaque o tratamento que foi utilizado 40% de moinha, pois o mesmo apresentou valores de índice de velocidade de emergência (IVE) superiores aos observados aos dos demais tratamentos.

Abordando a utilização de substratos alternativos oriundos de vermicompostagem a base de esterco bovino, fino de carvão (moinha) e torta de mamona para a produção orgânica Oliveira et al. (2011), observaram resultados promissores desses resíduos como mercado para produção de hortaliças folhosas, fruto e tuberosas, podendo ser uma alternativa para redução de custos de produção.

Avaliado por Fontes et al. (2006) o uso do carvão na produção de tomate, quando cultivaram a espécie em ambiente protegido, observaram que a utilização da serragem + carvão ($724,06 \text{ t ha}^{-1}$) como substrato para implantação da cultura, apresentou produção comercial apenas 4,36% e 1,69% inferior a testemunha (Argissolo Vermelho-Amarelo) ($757,14 \text{ t ha}^{-1}$) e substrato comercial ($736,54 \text{ t ha}^{-1}$), respectivamente.

Portanto, há viabilidade quanto ao uso de resíduos de carvão na composição de substratos para produção de mudas de olerícolas. Considerando que geralmente seu descarte é indevido na natureza, isso torna-se viável pois pode ser reaproveitado e beneficiado agronomicamente, proporcionando um modelo de produção agrícola sustentável com redução dos custos de produção.

3.2. Carvão vegetal na produção de mudas florestais

Em pesquisa realizada por Chidumayo (1994), utilizando-se solos com a presença de carvão, avaliou-se sete espécies de plantas lenhosas nativas, e encontrou melhora de 30% na germinação das sementes, 24% no crescimento e de 13% na produção de biomassa. Glaser

(2001) explica que a adição de carvão vegetal ao solo eleva os níveis de matéria orgânica e a capacidade de retenção física e química de nutrientes e reduz as perdas por lixiviação, aumentando a disponibilidade de nutrientes.

Quanto à adição do biocarvão ao substrato, Raabe et al. (2016) avaliaram que proporcionou maior taxa de sobrevivência em mudas de diferentes clones de *Eucalyptus* spp. De modo semelhante, a sua utilização melhorou o desenvolvimento de mudas de *Tachigali vulgaris* (SOUCHIE et al., 2011). Contudo, a sua utilização em substratos para a produção de mudas de *Magonia pubescens*, não obteve resultados significativos (LIMA et al., 2016).

Em estudos realizados com mudas de crajirú (*Arrabidaea chica* H&B), ao testar diferentes substratos, Souza et al. (2006), constataram que houve melhor desenvolvimento em crescimento nos substratos contendo carvão com terriço e que o substrato com proporção de 1:1 de carvão mais esterco de galinha pode substituir substratos comerciais e obter resultados semelhante, contudo, menos oneroso. Resultados semelhantes foram encontrados por Arruda et al. (2007), constatando-se a similaridade entre o esterco de galinha mais carvão e o substrato comercial Plantimax no enraizamento de guaraná (*Paullinia cupana* Duke).

Neste sentido, analisando o efeito da interação do carvão vegetal e a adubação potássica, Medeiros (2007) observou que apenas 5 ton/ha⁻¹ de carvão sem adubação potássica foi capaz de aumentar consideravelmente a produtividade chegando a aproximadamente 100% de aumento quando comparada com o tratamento controle (O-O).

Em relação ao aumento da produtividade, Oguntude et al. (2004) obtiveram aumentos significativos na cultura do milho. De forma semelhante, Topliantz et al. (2005), ao desenvolveram trabalhos com feijão de corda (*Vigna unguiculata* sesquipedalis) em solos de baixa fertilidade natural, tiveram maiores produtividades com a aplicação de carvão misturado com raspas de mandioca.

Da mesma forma, Lehmann et al. (2003) obtiveram resultados positivos na cultura do arroz, elevação de 17% na produção de biomassa, ao incorporar carvão vegetal ao solo.

Além disso, a utilização do carvão vegetal juntamente com o bioestimulante vegetal proporcionou maior desenvolvimento da parte aérea em mudas de angico vermelho (*Parapiptadenia rigida*). Sem a utilização do bioestimulante vegetal, encontrou-se valores excelentes ao utilizar 15,8% de biocarvão (MISSIO; MORO, 2016). Efeitos análogos foram encontrados no cultivo de mudas de *Corymbia citriodora*, onde o desenvolvimento da arte aérea elevou-se ao incluir 7,5% de biocarvão ao substrato. Contudo, para o cultivo *Eucalyptus urophylla* o efeito foi negativo para todas as proporções testadas (PETTER et al., 2012).

Também foram encontrados resultados promissores em um trabalho desenvolvido com mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*), sinalizando que em pequenas proporções, a adição de biocarvão no substrato tem se mostrado. Do mesmo modo, Souchie et al. (2011) em um ensaio com mudas de tachi-branco (*Tachigali vulgaris*), concluíram que os melhores índices foram obtidos através da adição de carvão vegetal ao substrato.

. “Este resultado pode estar relacionado às propriedades da moinha, tais como a maior capacidade de retenção de água e nutrientes, proporcionando um melhor desenvolvimento das mudas produzidas” (COIMBRA, et al., 2021).

Sobre os benefícios proporcionados pela biocarvão no sistema radicular:

Foram observados por Julio (2013), onde afirma que a maior taxa de enraizamento em mudas de azaleia ocorreu na presença do material vegetal, e isso ocorre porque o biocarvão possui uma estrutura altamente porosa e, ao ser misturado com substrato pode aumentar sua porosidade e a capacidade de retenção de água (ZANETTI et al., 2003), favorecendo o desenvolvimento das raízes (COIMBRA, et al, 2021, p. 33).

Para a variável massa seca parte aérea (MSPA) observou-se a influência apenas do biocarvão onde, essa variável aumentou com a adição da moinha ao substrato até a proporção de 14,5%, resultando em 0,64 g de MSPA por muda. A partir dessa proporção (14,5%) houve redução na MSPA de mudas de *Toona ciliata*. Diferentemente do que foi observado por Souchie et al. (2011) onde o carvão vegetal começou a produzir efeito significativo sobre a parte aérea a partir da dose de 12,5% em mudas de *Tachigali vulgaris*.

3.3. Carvão vegetal na fruticultura

Avaliando o efeito do biocarvão no desenvolvimento de mudas do maracujazeiro amarelo, Maia (2018) adotou tratamentos constituídos de seis doses de biocarvão (0, 10, 20, 40, 60 e 100%) e três fontes de N (N orgânico, N mineral e sem N). As fontes orgânica e mineral foram cama de aviário e sulfato de amônio, respectivamente. A testemunha utilizada foi Vivatto Slim Plus®, um substrato comercial.

Nos substratos onde foi adicionada a cama de aviário como fonte orgânica de N, observaram-se que para muitas variáveis, com exceção da altura de planta, não houve diferença significativa quando comparadas à média da testemunha. Estes resultados sugerem que a combinação do biocarvão com a cama de aviário é capaz de produzir mudas com uma qualidade tão boa quanto àquelas produzidas com o substrato comercial (MAIA, 2018, p. 26).

Lima et al. (2016) afirmam que a adição isolada de fontes minerais de N e P implica negativamente na qualidade da muda causando o estiolamento. A associação do biocarvão, por

sua vez, melhora as relações alométricas das plantas formando mudas de melhor qualidade. Diferente do presente trabalho, estudos realizados por Boechat et al. (2010) concluíram, principalmente na dose de 50%, que o diâmetro do caule de mudas do maracujazeiro sofreu aumento diretamente proporcional com a elevação das doses de biocarvão presentes nos substratos.

Similarmente, Laurentino (2021), avaliou o comportamento de mudas de frutíferas com a aplicação de doses distintas de biocarvão obtido a partir de cama de aviário como elemento condicionante do substrato.

Para as mudas de meloeiro foi observado interação entre doses e variedades afetaram significativamente quase todas as variáveis, com exceção da taxa de crescimento absoluto da altura da planta aos 15-23 DAS quando houve efeito significativo apenas para o fator isolado da dose.

A altura das plantas da variedade Amarelo se destacou em todas as avaliações, apresentando resultados melhores que a variedade Hales Best Jumbo indicando que, a primeira respondeu de maneira mais efetiva em função das doses de biocarvão.

No caso das mudas de mamoeiro, em relação a taxa de crescimento absoluto da altura da planta (TCAAp), se teve efeito significativo para as doses de biocarvão e para as variedades, com valor máximo estimado de $0,66 \text{ cm dia}^{-1}$ na dose $10,83 \text{ t ha}^{-1}$ para o intervalo de 30-60 DAS e o menor valor de $0,24 \text{ cm dia}^{-1}$ na dose de $10,83 \text{ t ha}^{-1}$ para 60-90 DAS. Na comparação entre variedade, a variedade Ouro se destacou nos dois períodos de tempo (30-60 e 60-90 DAS), com diferença de 33,33% e 20,41%, respectivamente, em comparação às mudas da variedade Formosa.

Cavalcante et al. (2012), trabalhando com o biocarvão como substrato para produção de mudas de maracujazeiro amarelo, demonstraram influência positiva do biocarvão na produção de mudas, sendo caracterizado pelo aumento médio das variáveis altura de plântula, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e clorofila foliar nas maiores concentrações de biocarvão adicionadas ao substrato base.

Com base no trabalho de Maia (2018), o uso do biocarvão do tipo ‘fino de carvão’ para compor substratos para produção de mudas de qualidade de maracujazeiro-amarelo é viabilizado somente se associado à adição de cama de aviário na proporção de 2:1 (substrato: fonte orgânica). Esses resultados são corroborados pelos resultados obtidos por Laurentino (2021), onde o uso do biocarvão advindo da cama de aviário não causou influência na emergência de sementes de melão e de mamão, contudo, beneficiou as suas características

químicas, propiciando um crescimento satisfatório das mudas de melão e de mamão, sendo as doses de 8 e 12 t ha⁻¹ as com melhores resultados.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por novos substratos para a produção de mudas é de grande importância na evolução do setor de viveiros, assim, com base na literatura consultada, é possível afirmar que a utilização de resíduos de carvão vegetal apresenta grande potencial para ser adicionado ao solo como substrato na produção de mudas.

No entanto, o uso do carvão vegetal e seus subprodutos como alternativa sustentável de adubação apresenta diferentes resultados, essa divergência de resultados revela uma resposta diferenciada das espécies à adição de moinha ao substrato, reforçando a necessidade de estudos envolvendo seu uso em outras espécies.

Assim, para que a utilização do biocarvão se torne uma prática bastante difundida na produção de mudas, é interessante que se desenvolvam novos estudos sejam desenvolvidos com maiores doses, a fim de tornar a recomendação de tais composições de substratos mais precisa para culturas específicas.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, M. R.; PEREIRA, J. C. R.; MOREIRA, A.; TEIXEIRA, W. G. Enraizamento de estacas herbáceas de guaranazeiro em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 236-241, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/tGhQkznjch6L3McZLZMQFL/?lang=pt>. Acesso em: 20 Set. 2022.
- BOECHAT, C. L.; TEIXEIRA, A. M.; COSTA, A. S. V.; SOUZA, A. P. S. B. 2010. Influência de substratos associados à adubação mineral sobre o crescimento inicial de duas cultivares de maracujazeiro-amarelo. **Revista Caatinga** 23:19-25. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/1605>. Acesso em: 16 Jan. 2023.
- CAVALCANTE, L.; HEBERT, I.; PETTER F. A.; ALBANO, F. G.; SILVA, R. R. S. de; JÚNIOR, G. B. de S. Biochar no substrato para produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 111, p. 41-47, 2012. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5718111.pdf>. Acesso em: 16 Jan. 2023.
- COIMBRA, et al., 2021. Moinha de carvão e bioestimulante vegetal na formação de mudas de cedro australiano. **Revista Concilium**. Disponível em: <https://cliium.org/index.php/edicoes/article/download/59/57>. Acesso em: 14 Jan. 2023.
- COLANTONI et al., 2016. A. Colantoni, N. Evic, R. Lord, S. Retschitzegger, A.R. Proto, F. Gallucci, D. Monarca. Characterization of biochars produced from pyrolysis of pelletized agricultural residues. **Renew. Sustain. Energy Rev.**, 64 (2016), pp. 187-194. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032116302192>. Acesso em: 02 Jan. 2023.
- CHIDUMAYO, E. N. Effects of wood carbonization on soil and initial development of seedlings in miombo woodland, Zambia. **Forest Ecology and Management**, Netherlands, v. 70, p. 353-357, 1994. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0378112794901015.pdf>. Acesso em: 16 Jan. 2023.
- CUNHA, T. J. F.; NOVOTNY, E. H.; MADARI, B. E.; BENITES, V. M.; MARTIN NETO, L.; SANTOS, G. A. In TEIXEIRA, W. G.; KERN, D. C.; MADARI, B. E.; LIMA, E. N.; Woods, W. I. **As Terras Pretas de Índio da Amazônia: Sua Caracterização e Uso deste Conhecimento na Criação de Novas Áreas**. 1º ed. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 2009. p. 263-284. Disponível em: https://www.academia.edu/50560215/As_terras_pretas_de_%C3%ADndio_da_Amaz%C3%B4nia_sua_caracteriza%C3%A7%C3%A3o_e_uso_este_conhecimento_na_cria%C3%A7%C3%A3o_de_novas_%C3%A1reas. Acesso em: 02 Jan. 2023.
- FANG et al., 2018 J. Fang, L. Zhan, Y.S. Ok, B. Gao. **Minireview of potential applications of hydrochar derived from hydrothermal carbonization of biomass**. J. Ind. Eng. Chem., 57 (2018), pp. 15-21. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226086X17304458>. Acesso em: 02 Jan. 2023.
- FONTES, P. C.; NOVO, A. A.; SILVA, D. J.; CECON, P. R. Produtividade do tomateiro em ambiente protegido no solo e em substratos. **Revista Ceres**, vol. 53, n. 305, 2006, p. 99-106.

Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3052/305226787014.pdf>. Acesso em: 02 Jan. 2023.

FREIRE, M. M. **Resposta de plantas de rúcula (*Eruca sativa* Miller) a doses crescentes de carvão vegetal e manipueira**. 2016. Monografia (Graduação em Agronomia) – Escola Agrícola de Jundiaí, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2016.

GLASER, B.; HAUMAIER, L.; GUGGENBERGER, G.; ZECH, W. The ‘Terra Preta’ phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. **Naturwissenschaften**, Berlin, v. 88, n. 1, p. 37–41, 2001. Disponível em: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/GLASER%20et%20al%202001%20The%20Terra%20Preta%20phenomenon.pdf. Acesso em: 10 Set. 2022.

GONZÁLEZ et al., 2017 M.E. González, M. Cea, D. Reyes, L. Romero-Hermoso, P. Hidalgo, S. Meier, N. Benito, R. Navia. Functionalization of biochar derived from lignocellulosic biomass using microwave technology for catalytic application in biodiesel production. **Energy Convers. Manag.**, 137 (2017), pp. 165-173. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890417300791>. Acesso em: 29 Set. 2022.

IBI (Org.) - International Biochar Institute, 2018. Disponível em: <https://www.biocharinternational.org/>. Acesso em: 29 Set. 2022.

JULIO, J. R. Moinha de carvão como substrato alternativo na produção de mudas de azaleia. 2013. 68 f. Dissertação (Pós-graduação em agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013. INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Anuário estatístico**, 2016, ano base 2015. Disponível em: <https://clium.org/index.php/edicoes/article/download/59/57>. Acesso em: 20 Nov. 2022.

KER, J. C. et al. Adsorção de fósforo em alguns solos latossólicos: relação entre mineralogia e efeito da calagem. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 43, n. 246, p. 216-226, 1996. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/20616>. Acesso em: 18 Jan. 2023.

KERN, D. C.; KÄMPF, N. Antigos assentamentos indígenas na formação de solo com Terra Preta Arqueológica na região de Oriximiná, Pará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 13, p. 219-225, 1989. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/263654931_TERRA_PRETA_DE_INDIO_NA_REGIONAO_AMAZONICA. Acesso em: 18 Jan. 2023.

LAURENTINO, L. G. S. **Influência do biocarvão na fertilidade do substrato, emergência e crescimento inicial de mudas de mamão e melão** / Laysa Gabryella de Souza Laurentino. – Campina Grande, 2021. 94 f. : il. color. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/22373>. Acesso em: 16 Jan. 2023.

LEHMANN, J. Bio-energy in the black. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, v. 5, n. 7, p. 381-387, 2007. Disponível em: <https://www.web3.cnre.vt.edu/frec/charcoal/documents/Lehmann%202007a.pdf>. Acesso em: 20 Set. 2022.

LEHMANN, J. et al. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. **Plant**

and Soil, Netherland, v. 249, n. 3, p. 343-357, Feb. 2003. Disponível em: <http://www.css.cornell.edu/faculty/lehmann/publ/PlantSoil%20249,%20343-357,%202003%20Lehmann.pdf>. Acesso em: 20 Set. 2022.

LEHMANN, J.; JOSEPH, S. **Biochar for Environmental Management: An Introduction**, p. 1-5, 2009. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.461.5401&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 19 Set. 2022.

LIMA, S. L. et al. Biochar no manejo de nitrogênio e fósforo para a produção de mudas de angico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 51, n. 2, p.120-131, fev. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/tgYgfL3vP8sHtNBvbFjDq7b/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 Jan. 2023.

MAIA, O. V. **Efeito do biocarvão no desenvolvimento de mudas do maracujazeiro amarelo**. 2018. 33f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia em Agroecologia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

MANGRICH, A. S.; MAIA, C. M. B. F.; NOVOTNY, E. H. Biocarvão - As terras pretas de índios e o sequestro de carbono. **Ciência Hoje**, v.47, p.48-52, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/894661/1/biocarvao281.pdf>. Acesso em: 16 Jan. 2023.

MARIMON, B. H. et al. Produção de mudas de jiló em substrato condicionado com biochar. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 2, p. 108-114, 2012. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3959573.pdf>. Acesso em: 02 Jan. 2023.

MARTINS, C. C. **Biochar, composto orgânico e potássio nas características químicas elixiviação de nutrientes em Espodossolo e no cultivo de mucuna preta e moringa** / Caroline Cândida Martins – Campos dos Goytacazes, e, 2018. 113 f. Bibliografia: f. 97 - 113. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2018.

MISSIO, E. L.; MORO, T. TRATAMENTO DE SEMENTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ANGICO VERMELHO. **Caderno de Pesquisa**, v. 28, n. 2, p. 38-51, 3 out. 2016. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/cadpesquisa/article/view/7127>. Acesso em: 16 Jan. 2023.

MOHAN et al., 2014 D. Mohan, A. Sarswat, Y.S. Ok, C.U. Pittman Jr. Organic and inorganic contaminants removal from water with biochar, a renewable, low cost and sustainable adsorbent – a critical review. **Bioresour. Technol.**, 160 (2014), pp. 191-202. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096085241400145X>. Acesso em: 16 Jan. 2023.

MONGELÓ, G. **Ocupações humanas do Holoceno inicial e médio no sudoeste amazônico**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bgoeldi/a/PttJt3d74CKWx5XDHSzCmBg/?lang=pt&format=html#>. Acesso em: 16 Jan. 2023.

MORALES, M. M. **Efeito do biocarvão sobre o comportamento da matéria orgânica e do fósforo em solo degradado**. Botucatu/SP, 2010. Xi, 75 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas.

OGUNTUNDE, P. G. et al. **Effects of charcoal production on maize yield, chemical properties and texture of soil**. *Biology and Fertility of Soils*, Heidelberg, v. 39, n. 4, p. 296-299, Mar. 2004. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300978237>. Acesso em: 18 Jan. 2023.

OLIVEIRA, E. A. G.; RIBEIRO, R. L. D. GUERRA, J. G. M.; LEAL, M. A. A.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E. S. **Substrato produzido a partir de fontes renováveis para a produção orgânica de mudas de hortaliças**, Seropédica: Embrapa Agrobiologia, (Boletim técnico), 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/950875/substrato-produzido-a-partir-de-fontes-renovaveis-para-a-producao-organica-de-mudas-de-hortalicas>. Acesso em: 29 Set. 2022.

PETTER F.A; ANDRADE F. R; MARIMON B. H. J; GONÇALVES, L. G; SCHOSSLER, T. R. Biochar como condicionador de substrato para a produção de mudas de eucalipto. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 44-51, out-dez., 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2597>. Acesso em: 29 Set. 2022.

RAABE, J. et al. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus* spp. Propagadas em diferentes substratos. **Nativa**, v. 4, n. 3, p. 162-165, 2016. Disponível em: http://www.congressoeucalipto.com.br/trabalhos_a/Raabe_Joabel.pdf. Acesso em: 29 Set. 2022.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. G.; ARNHOLD, E. Produtividade de milho em diferentes sistemas produtivos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 2, n. 2, p. 136-141, 2007. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/55>. Acesso em: 09 Set. 2022.

SOUCHIE, F. F. et al. Carvão pirogênico como condicionante para substrato de mudas de *Tachigali vulgaris* L.G. Silva & H.C. Lima. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 811-821, out.-dez., 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/pwMLBZvKGSZqBvcCs4KYRLB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 Set. 2022.

SOUZA, G. K. A1,2; TEIXEIRA, W.G2; REIS R. A1,2; Growth of crajiru (*Arrabidaea chica* Verlot.) on different growing media. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**. 2006. https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/RBPM-RevistaBrasileiradePlantasMedicinais/8esp_62_65.pdf. Acesso em: 09 Jan. 2023.

STEINER et al., 2007). STEINER, C. et al. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. **Plant and Soil**, Berlin, v. 291, p. 275-290, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114931/1/art3A10.10072Fs11104-007-9193-9.pdf>Acesso em: 16 Jan. 2023.

TOPLIANTS,S.; PONGE, JF.; BALLOF, S. 2005. Manioc peel and charcoal: a potential amendment for sustainable soil fertility in the tropics. **Biological Fertility Soil**. V 41: 15-21. Disponível em: <https://hal.science/hal-00496997/document>. Acesso em: 16 Jan. 2023.

TRESMANN, T. H. **Moinha de carvão na composição de substratos para produção de mudas de hortaliças**. 2021. 24f. : il. ; Monografia (graduação em Agronomia) – Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria do Curso de Agronomia. Santa Teresa, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/1770>. Acesso em: 20 Nov. 2022.

TROMPOWSKY, P.M.; BENITES, V.M.; MADARI, B.E.; PIMENTA, A.S.; HOCKADAY, W.C.; HATCHER, P.G. Characterization of humic like substances obtained by chemical oxidation of eucalyptus charcoal. **Org. Geochem.**, 36:1480-1489, 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0146638005001725>. Acesso em: 20 Nov. 2022.

XIONG et al., 2019. X. Xiong, I.K.M. Yu, D.C.W. Tsang, N.S. Bolan, Y. Sik Ok, A.D. Igalavithana, M.B. Kirkham, K.-H. Kim, K. Vikrant. Value-added chemicals from food supply chain wastes: state-of-the-art review and future prospects. **Chem. Eng. J.**, 375 (2019), p. 121983. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1385894719313774>. Acesso em: 17 Nov. 2022.

WANG, J; WANG,S. Preparation, modification and environmental application of biochar: A review. *Journal of Cleaner Production*. **Journal of Cleaner Production**. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619313733>. Acesso em: 29 Set. 2022.

WOODS, W.I. (eds) **Amazonian dark earths**. Origin, properties, management. Kluwer:Dordrecht. 2003. p. 407-432.

ZANETTI, M. et al. Uso de subprodutos de carvão vegetal na formação do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Sociedade Brasileira de Fruticultura, v. 25, n. 3, p. 508-512, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/Rg9kpBh4VMGZZQJWnBfBpqt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 Nov. 2022.

ZECH, W.; HAUMAIER, L.; HEMPFLING, R. Ecological aspects of soil organic matter in tropical land use. In: MCCARTHY, P. et al. (Eds.). *Humic substances in soil and crop sciences: selected readings*. Madison: ASA, SSSA, 1990. p. 187-201. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19911950512>. Acesso em: 20 Nov. 2022.