

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CURSO SUPERIOR DE AGRONOMIA

TIAGO HELL TRESMANN

**MOINHA DE CARVÃO NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO
DE MUDAS DE HORTALIÇAS**

SANTA TERESA
2021

TIAGO HELL TRESMANN

**MOINHA DE CARVÃO NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO
DE MUDAS DE HORTALIÇAS**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenadoria do Curso de
Agronomia do Instituto Federal do Espírito Santo,
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. João Nacir Colombo.

SANTA TERESA

2021

(Biblioteca Major Bley do Instituto Federal do Espírito Santo)

T798m Tresmann, Tiago Hell.

Moinha de carvão na composição de substratos para produção de mudas de hortaliças / Tiago Hell Tresmann. – 2021.

24f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. João Nacir Colombo

Monografia (graduação em Agronomia) – Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria do Curso de Agronomia. Santa Teresa, 2021.

Inclui bibliografias.

1. Produção de mudas. 2. Substratos. 3. Hortaliças. 4. Resíduos. 5. Carvão. I. Colombo, João Nacir. II. Instituto Federal do Espírito Santo. III. Título.

CDD 23 – 630.2745

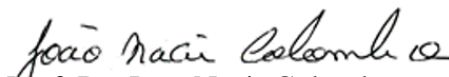
TIAGO HELL TRESMANN

**MOINHA DE CARVÃO NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATOS PARA
COMPOSIÇÃO PRODUÇÃO DE MUDAS DE HORTALIÇAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia do Instituto
Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para
obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em 29 de outubro de 2021

COMISSÃO EXAMINADORA


Prof. Dr. João Nacir Colombo.

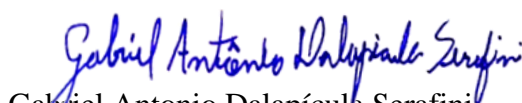
Instituto Federal do Espírito Santo

Orientador


Caroline Merlo Meneghelli

Universidade Federal de Viçosa

Examinadora externa


Gabriel Antonio Dalapícula Serafini.

Universidade Federal de Viçosa

Examinador externo

RESUMO

A moinha de carvão é um resíduo da atividade carvoeira que na maioria das vezes é deixada no ambiente trazendo contaminação do solo e lençol freático. O reaproveitamento deste material na composição de substratos para produção de mudas de hortaliças é importante tanto para a questão ambiental quanto na redução do custo de produção das mudas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso da moinha de carvão na composição de substratos para produção de mudas de hortaliças. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no setor de olericultura do IFES – Santa Teresa, no delineamento em blocos casualizados com 6 tratamentos, sendo eles: substrato comercial (testemunha) e cinco tratamentos com diferentes proporções de moinha de carvão (10, 20, 30, 40 e 50%) adicionados à mistura de terra de barranco e esterco bovino na proporção de 2:1. Cada tratamento foi repetido quatro vezes totalizando 24 unidades experimentais. Foram utilizadas sementes de pimentão da cultivar Ikeda, de repolho da cultivar 60 dias e de tomate da cultivar Absoluto. Após a emergência da primeira plântula de cada uma das espécies avaliadas até o 14º dia foi avaliado o índice de velocidade de emergência. Na última contagem das plântulas emergidas foi determinada a porcentagem de emergência das plântulas (PEP) e o tempo médio de emergência (TME). Por ocasião do período recomendado para o transplântio, foram avaliados: comprimento da raiz (CR), altura de planta (AP), diâmetro do coleto (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA) e raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR), Índice de Qualidade de Dickson (IQD). O uso da moinha de carvão na proporção de 30 e 40% proporcionou maior desenvolvimento de mudas de pimentão. Não houve efeito da aplicação de moinha de carvão no desenvolvimento de mudas de tomate, entretanto, quando a moinha foi usada para produção de mudas de repolho, houve redução do desenvolvimento das mesmas quando comparado ao uso do substrato comercial. A moinha de carvão misturada com terra de barranco e esterco bovino pode ser utilizada na produção de mudas de hortaliças.

Palavras-chave: Resíduos. Tomate. Pimentão. Repolho

ABSTRACT

The coal mill is a residue of the coal activity that most of the time is left in the environment, bringing contamination to the soil and water table. The reuse of this material in the composition of substrates for the production of vegetable seedlings is important both for the environmental issue and for reducing the production cost of the seedlings. The objective of this work was to evaluate the use of the charcoal mill in the composition of substrates for the production of vegetable seedlings. The experiment was carried out in a greenhouse, in the olericulture sector of IFES - Santa Teresa, in a randomized block design with 6 treatments, namely: commercial substrate (control) and five treatments with different proportions of coal mill (10, 20, 30, 40 and 50%) distributed in a mixture of ravine earth and cattle manure in a ratio of 2: 1. Each treatment was repeated four times, totaling 24 experimental units. Pepper seeds from the cultivar Ikeda, cabbage from the cultivar 60 days and tomato seeds from the cultivar Absoluto were used. After the emergence of the first seedling of each species evaluated until the 14th day, the speed emergence index was evaluated. In the last count of emerged seedlings, the percentage of seedling emergence (PEP) and the mean time of emergence (TME) were specified. During the recommended period for transplanting, the following were taken: root length (CR), plant height (AP), stem diameter (DC), shoot fresh mass (MFPA) and root (MFR), dry mass of the shoot (MSPA) and root (MSR), Dickson Quality Index (DQI). The use of the charcoal mill in the proportion of 30 and 40% provided greater development of pepper seedlings. There was no effect of applying a charcoal grinder on the development of tomato seedlings, however, when the grinder was used for the production of cabbage seedlings, there was a reduction in their development when compared to the use of commercial substrate. The coal mill mixed with ravine land and cattle manure can be used in the production of vegetable seedlings.

Keywords: Waste. Tomato. Bell pepper. Cabbage.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4 CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.), pertencente à família das solanáceas, é uma planta arbustiva que produz frutos (baga) ocos em formato cônicos, cilíndricos e cúbicos de diferentes colorações. Apresenta-se como uma das dez mais importantes hortaliças do mercado brasileiro, além de ser uma hortaliça de retorno rápido aos investimentos, devido ao curto período para o início da produção, sendo largamente explorada por pequenos e médios horticultores (MALDONADO, 2001). Em seu cultivo, a formação de mudas de qualidade é o primeiro passo para a obtenção de plantas vigorosas e produtivas, sendo essa uma das etapas mais importantes em campo (NASCIMENTO et al., 2016).

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) está entre as principais fontes de alimento consumido nos países desenvolvidos, sendo superadas apenas pelas solanáceas. As cultivares se concentram em grande parte nos cinturões verdes, próximo às capitais e nas regiões serranas, sendo plantadas tanto por meio da agricultura familiar, quanto pelos grandes produtores de hortaliças (CAETANO, 2013). A produção de mudas na cultura do repolho constitui uma etapa importante tendo em vista que influencia no desenvolvimento das plantas cultivadas no local definitivo, pois mudas bem formadas podem incrementar a produção, enquanto mudas mal formadas, segundo Guimarães et al. (2002) podem ampliar o ciclo da cultura e conseqüentemente causar prejuízos ao produtor.

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) apresentou rendimento de aproximadamente 150.084 t em 2020, compreendendo uma área plantada de 2.618 ha no estado do Espírito Santo. Ainda no Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (IBGE 2021), o rendimento do quantitativo no estado foi próximo a 58 t/ha. No Brasil, além de estar relacionado à agricultura familiar, o tomate é responsável por 21% da produção de hortaliças (CAMARGO FILHO e CAMARGO, 2015), contribuindo com uma produção anual de mais de 3 milhões de toneladas e gerando uma parcela significativa de empregos (MACIEL et al., 2012).

No âmbito da olericultura, a formação de mudas de qualidade compreende uma das fases cruciais para a obtenção de resultados satisfatórios no sistema produtivo do

ramo. O estabelecimento de uma lavoura ou campo de produção mediante o plantio de mudas de alta qualidade genética, fisiológica e sanitária é o primeiro passo para uma produção de sucesso (NASCIMENTO et al., 2016).

Com o crescente aumento da produção e comercialização de hortaliças no estado do Espírito Santo (CONAB, 2021), surgiu a necessidade de estudos de novas formulações de substratos, testando-se novas fontes e combinações de materiais, que resultam em um melhor desenvolvimento das mudas. O substrato pode ser definido como qualquer material, sendo ele de origem mineral, vegetal e/ou animal (PINTO et al., 2011), que pode ser usado com a finalidade de servir como base para o desenvolvimento de uma planta até a transferência para a área de produção, não sendo apenas um suporte físico, mas fornecendo nutrientes para o desenvolvimento da mesma (RAMOS et al., 2000).

Substratos comerciais já vem sendo empregados ao longo dos anos no processo produtivo, mas devido ao seu alto custo, muitos produtores não conseguem ter acesso a esses insumos. Assim, buscam o uso de substratos alternativos que apresentam características semelhantes aos substratos comerciais, porém, a falta de informações acerca dos materiais componentes do substrato e das combinações ideais podem levar à produção de mudas de baixa qualidade, afetando todo o processo produtivo.

Para a produção de substratos é interessante o uso de materiais disponíveis e facilmente encontrados na região, diminuindo assim, o custo de produção, uma vez que reduz gastos com transporte. Além disso, favorece a utilização de resíduos gerados no processo produtivo, proporcionando utilização sustentável dos mesmos.

A biomassa carbonizada (carvão vegetal) apresenta algumas características físico-químicas que podem atuar como condicionador de substratos para produção de mudas (PETTER et al., 2012). Este material pode ser utilizado com a finalidade de aumentar a porosidade dos substratos, proporcionando um bom crescimento das plantas, um sistema radicular bem formado e com boa agregação ao substrato (JULIO, 2013).

Entre os subprodutos da atividade carvoeira temos a moinha. Este material tem a constituição exclusivamente orgânica, sendo derivada de um recurso totalmente renovável, sendo apta para ser utilizada na produção de mudas em sistemas orgânicos, e com isso diminuindo também os resíduos gerados na produção de carvão, visto que nos anos 2014/2015 o Espírito Santo produziu 30 mil toneladas de carvão vegetal (GALEANO, 2018).

Dessa forma, com o presente trabalho objetivou avaliar a adição de moinha de carvão na composição de substratos para produção de mudas de pimentão, repolho e tomate.

1 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido no período de agosto de 2018 a julho de 2019 no setor de Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - *Campus Santa Teresa*, localizado na latitude 19° 48' 21"S e longitude 40° 40' 44" W, com altitude de 174 metros.

De acordo com a classificação de Köppen o clima é do tipo Cwa (subtropical com inverno seco), caracterizado por apresentar umidade alta e precipitação elevada, apresentando média anual de 1.404,2 mm concentrados entre os meses de outubro a abril (MARIN, 2017).

Os tratamentos consistiram do uso de terra de barranco e esterco bovino, sempre na proporção 2:1, acrescido de doses crescentes de moinha de carvão (10%, 20%, 30%, 40% e 50%), sendo assim distribuídos: T1: Substrato comercial Bioplant (Testemunha); T2: Terra de barranco + esterco bovino + 10% de moinha de carvão; T3: Terra de barranco + esterco bovino + 20% de moinha de carvão; T4: Terra de barranco + esterco bovino + 30% de moinha de carvão; T5: Terra de barranco + esterco bovino + 40% de moinha de carvão e T6: Terra de barranco + esterco bovino + 50% de moinha de carvão.

Os tratamentos avaliados dispuseram-se em delineamento de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Cada uma das unidades experimentais foi constituída de 40 plantas, sendo consideradas úteis as 18 plantas das duas fileiras centrais.

Para a produção de mudas foram utilizadas sementes de pimentão (cultivar Ikeda), repolho (cultivar 60 dias); e tomate (cultivar Absoluto). As espécies foram avaliadas em épocas diferentes, buscando atender às exigências climáticas das mesmas. As mudas foram produzidas em bandejas de isopor de 200 células (16 cm³ cada), preenchidas com diferentes combinações de substratos. Para cada uma das espécies foi utilizada uma semente por célula.

O preparo da moinha de carvão para composição das diferentes proporções (10, 20, 30, 40, 50%) de substratos, deu-se após a retirada de impurezas para melhor refino da biomassa. Em seguida, a moinha foi disposta em sacos plásticos, sendo estes fechados, triturados e, por fim, peneirados manualmente. Dessa forma, a moinha de carvão é favorecida em aspectos granulométricos (tamanho reduzido), gerando qualitativamente um aditivo favorável a substratos diversos.

O esterco bovino foi adquirido no setor de bovinocultura do *Campus*. Este foi peneirado manualmente (peneira de malha média) para retirada de sujidades e padronização dos aspectos granulométricos. Já a terra de barranco foi obtida no campus e em seguida peneirada também em peneira de malha média.

As proporções de cada componente do substrato foram medidas com auxílio de uma proveta laboratorial (500 mL). Assim, as diferentes proporções de moinha de carvão, esterco bovino e terra de barranco passaram a ser manualmente misturadas e homogeneizadas. Por fim, procedeu-se o semeio do tomate, do pimentão e do repolho nos meses de fevereiro, abril e maio, respectivamente.

A irrigação das bandejas foi feita diariamente por meio de regadores convencionais. O controle das plantas invasoras foi feito de forma manual e durante o desenvolvimento das mudas não foi realizado nenhum tipo de adubação complementar.

Após emergência da primeira plântula, foi realizada a contagem das plântulas emergidas até ao 14º dia e avaliado o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e a Porcentagem de Emergência de Plântulas (PEP) adaptado de Maguire (1962):

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n}$$

, em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E_1, E_2, E_n = número de plântulas emergidas na primeira, segunda, ..., última contagem e;

N_1, N_2, N_n = número de dias da semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

Para determinação do Índice de Velocidade de Emergência (IVE) foi feita a contagem diária do número de plantas emergidas até estabilizarem.

Na última contagem das plântulas emergidas foi determinada a porcentagem de emergência em cada tratamento por meio da equação:

$$PEP = \frac{N_p}{N_s} \times 100$$

, em que:

PEP = porcentagem de emergência de plântulas (%);

N_p = número de plantas emergidas e;

N_s = número de sementes distribuídas no plantio.

O tempo médio de emergência de plântulas (TME) foi obtido através da soma de todas as plântulas emergidas diariamente dividido pelo somatório de dias até a estabilização da emergência das plântulas.

$$TME = \frac{\sum n_i t_i}{\sum n_i}$$

, em que:

TME: tempo médio de emergência das plântulas;

n_i : número de sementes germinadas no i -ésimo dia e;

t_i : tempo (dias).

A fase de avaliação das características morfológicas das mudas, foi realizada no Laboratório de Sementes. No período de 30, 45 e 30 dias após a semeadura das mudas de tomate, pimentão e repolho, respectivamente, características ideais para transplântio foram alcançadas pelas mudas, sendo assim avaliadas as seguintes variáveis: comprimento do sistema radicular, altura de planta, diâmetro do coleto,

massa fresca e seca da parte aérea e de raiz e o índice de qualidade de Dickson (IQD). Para obtenção do comprimento do sistema radicular as raízes das mudas foram lavadas para remoção do substrato e aferidas com régua milimetrada do ápice da raiz principal até a região do coleto da muda. Para obter a altura de plantas foi utilizada uma régua milimetrada, medindo-se da região do coleto até o meristema apical da muda. O diâmetro do coleto foi obtido por meio de um paquímetro digital. Para obtenção da massa fresca e seca da parte aérea e da raiz foi realizado um corte de modo a separar a parte aérea da raiz. Os materiais ainda frescos foram pesados em balança eletrônica de precisão para obtenção da matéria fresca e em seguida foram acondicionados em sacos de papel e alocados em estufa, com circulação de ar forçada a 65 °C, por 72 horas. Em seguida foi realizada novamente a pesagem dos materiais para obtenção da matéria seca.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) foi determinado em função da altura da parte aérea (H), do diâmetro do coleto (D), da massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca das raízes (MSR), além da massa seca total (MST), conforme Dickson *et al.* (1960):

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{H}{D}\right) + \left(\frac{MSP}{MSR}\right)}$$

As variáveis foram submetidas ao teste de Levene para homogeneidade de variância e Shapiro-Wilk para normalidade. Já as que não atenderam aos pressupostos da ANOVA, foram submetidas a análise estatística não paramétrica, teste dos sinais. As demais variáveis, que atenderam aos pressupostos, foram submetidas ao teste de Dunnet a 5% de probabilidade.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 01 são apresentadas as variáveis avaliadas na cultura do pimentão. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis: Porcentagem de germinação, Tempo médio de emergência e Diâmetro do coleto das mudas. Já quanto aos tratamentos, T6 (50%) e testemunha mantiveram-se sem diferenciação estatística, reforçando os conceitos de substituição pela adição de moinha de carvão a substratos comerciais.

Tabela 01: Porcentagem de germinação (GERM); Índice de Velocidade de Emergência (IVE); Tempo Médio de Emergência (TME); Comprimento de raízes (CR); Massa Seca de Raiz (MSR); Massa Fresca de Parte Aérea (MFPA); Massa Seca de Parte Aérea (MSPA); Índice de Qualidade de Dickson (IQD); Altura de Planta (AP); Diâmetro do coleto (DC) e Massa Fresca de Raiz (MFR) de mudas de pimentão, cultivar Ikeda, cultivadas em substratos com diferentes proporções de moinha de carvão.

Variável	Tratamentos						Valor de P	CV
	Controle	10% Moinha	20% Moinha	30% Moinha	40% Moinha	50% Moinha		
GERM (%)	53,63%	38,62%	43,13%	57,99%	50,33%	47,54%	0,1306	20,60%
IVE*	2,59 b	2,18 b	2,13 b	3,14 b	3,55 a	2,99 b	0,0047	18,23%
TME (dias)	10,63	9,71	10,41	9,92	11,66	9,66	0,0995	9,91%
CR (cm)	4,51 b	5,41 b	6,24 a	5,92 a	6,39 a	5,73 b	0,0306	13,37%
MSR (g)	0,16 b	0,20 b	0,33 b	0,44 a	0,54 a	0,29 b	0,0005	32,09%
MFPA (g)	8,03 a	3,11 b	3,96 b	6,76 a	9,65 a	6,16 a	0,0000	19,75%
MSPA (g)	0,87 a	0,24 b	0,40 b	0,79 a	1,09 a	0,75 a	0,0000	25,48%
IQD*	0,18 b	0,21 b	0,36 b	0,48 a	0,59 a	0,32 b	0,0005	32,00%
AP ¹ (cm)	6,25 b	6,22 b	9,87 a	8,24 a	9,26 a	7,46 b	0,0160	-
DC ¹ (mm)	1,79	1,98	2,41	2,38	2,44	2,41	0,3060	-
MFR ¹ (g)	1,73 b	1,77 b	3,02 a	4,39 a	6,30 a	2,36 b	0,0030	-

*Adimensional.

Nota: As médias seguidas pelas mesmas letras do tratamento controle, iguais estatisticamente a este, pelo teste Dunnet ao nível de 5% de probabilidade.

¹ As medianas seguidas das mesmas letras do tratamento controle, iguais estatisticamente a este, pelo teste dos sinais, ao nível de 5% de probabilidade (As Variáveis AP e DC não atenderam aos pressupostos de Homocedasticidade, pelo teste Levene, e a variável MFR não atendeu ao pressuposto da normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk, ambos a 5% de probabilidade).

Entre os tratamentos com uso de moinha de carvão quando avaliada a emergência das plântulas, merece destaque o tratamento que foi utilizado 40% de moinha, pois o

mesmo apresentou valores de IVE superiores aos observados aos dos demais tratamentos.

Com relação às variáveis de crescimento e desenvolvimento de mudas, destacaram-se os tratamentos com 30 e 40 % de moinha de carvão. No tratamento em que foi utilizado 30% de moinha, as variáveis Índice de Qualidade de Dickson, massa fresca e seca da raiz, apresentaram valores continuamente aproximados aos encontrados na proporção 40%, logo o T4 e T5, respectivamente, alcançaram valores superiores em comparação ao substrato comercial (testemunha), diferentemente dos encontrados por Santos et al. (2018), onde a adição de 2,5% de resíduos de carvão vegetal ao substrato comercial Bioplant foi o promotor de maior desenvolvimento das mudas, dentre as concentrações de resíduos de carvão (0%; 2,5%; 7,5%; e 15%) testadas.

Por outro lado, Zanetti et al. (2003), avaliando a mistura de fino de carvão (moinha) ao substrato comercial em mudas de porta enxerto de limoeiro “cravo”, verificaram que doses de 10% adicionadas ao substrato promovem maior crescimento da planta e doses acima dessa concentração reduzem o tamanho.

De uma maneira geral, observando principalmente os valores de IQD, os quais fornecem informações do desenvolvimento das mudas como um todo, pode-se observar que o uso da moinha de carvão na composição do substrato juntamente com terra de barranco e esterco bovino proporciona um maior desenvolvimento de mudas de pimentão e quando do uso da moinha a proporção de 30 a 40% é a que proporcionou melhor qualidade das mudas. Resultados semelhantes foram encontrados por Moura et al. (2021), avaliando mudas de pimenteira-de-cheiro produzidas em substrato com adição de carvão vegetal (moinha) e *Salvinia mínima* (samambaia aquática), quando verificaram que 40% *Salvinia mínima* + 60% carvão vegetal foi o substrato que expôs valores superiores para variável IQD, em comparativo ao substrato comercial (pinus e vermiculita).

Oliveira et al. (2011), abordam que 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, apresenta-se como mercado promissor para

produção de hortaliças folhosas, fruto e tuberosas, podendo ser uma alternativa para redução de custos de produção.

A moinha de carvão, dependendo da quantidade utilizada no substrato e da espécie, pode influenciar positivamente no desenvolvimento de plântulas e/ou mudas. Segundo Freitas (2013), o efeito da mistura de carvão vegetal a materiais orgânicos como esterco, favorece a eficácia como aditivo em substratos justamente em função dos grupos carboxílicos aromáticos estáveis em sua composição nutricional, promovendo maior retenção de nutrientes e exercendo redução na digestão de matéria orgânica por microrganismos no solo.

Para a cultura do pimentão, as variáveis dos tratamentos de moinha superiores ao controle (Bioplant), teoricamente esboçam-se devido ao poder condicionante da mesma. Oguntunde et al. (2004), relatam que presença de carvão ao solo influencia à melhoria dos benefícios diretos do solo, crescimento e produção das plantas, entretanto Tryon (1948), sugere que o sucesso do uso do carvão pode estar envolto a espécie testada.

Existe viabilidade quanto ao uso de resíduos de carvão na composição de substratos para produção de mudas de hortaliças. Isso torna-se interessante na medida em que geralmente seu descarte é indevido na natureza. Dessa forma, pode ser reaproveitado e beneficiado agronomicamente, proporcionando um modelo de produção agrícola mais sustentável com redução dos custos de produção.

Quando a moinha de carvão foi utilizada na formulação de substratos para produção de mudas de repolho, não houve diferença significativa para as variáveis comprimento da raiz e diâmetro do coleto.

Mudas de repolho apresentaram valores estatisticamente inferiores para a maioria das variáveis de crescimento e desenvolvimento em comparação com a testemunha (substrato comercial), conforme Tabela 02. Alguns estudos realizados como os de Winsley (2007) e Lima et al. (2013a), discutem que em virtude da baixa quantidade e disponibilidade de nutrientes, alguns tipos de substratos com a adição de moinha podem se expressar apenas em quesitos de melhora das qualidades físicas do

substrato, justamente em função da restrita quantidade de elementos em sua composição. Segundo Lima et al. (2016b), a ação do biochar (moinha de carvão) se dá apenas na melhoria das características físicas dos solos e substratos.

Tabela 02: Porcentagem de germinação (GERM); Índice de Velocidade de Emergência (IVE); Tempo Médio de Emergência (TME); Altura de Planta (AP); Comprimento de raízes (CR); Massa Fresca de Raiz (MFR); Massa Seca de Raiz (MSR); Massa Seca de Parte Aérea (MSPA); Índice de Qualidade de Dickson (IQD); Diâmetro do coleto (DC) e Massa Fresca de Parte Aérea (MFPA) de mudas de repolho, cultivar 60 dias, cultivadas em substratos com diferentes proporções de moinha de carvão.

Variável	Tratamentos						Valor de P	CV
	Controle	10% Moinha	20% Moinha	30% Moinha	40% Moinha	50% Moinha		
GERM (%)	89,38 a	52,09 b	65,63 b	70,83 a	68,75 a	73,13 a	0,0121	17,12%
IVE*	21,99 a	10,56 b	14,27 b	15,06 b	15,48 a	16,29 a	0,0050	21,54%
TME (dias)	5,12 b	6,37 a	6,53 a	6,06 b	5,79 b	5,84 b	0,0360	9,58%
AP (cm)	11,94 a	7,49 b	7,89 b	8,02 b	9,12 b	7,37 b	0,0001	12,44%
CR (cm)	8,50	7,52	8,60	7,51	8,32	7,96	0,2101	9,42%
MFR (g)	4,57 a	1,10 b	1,96 b	1,53 b	1,26 b	1,72 b	0,0000	33,93%
MSR (g)	0,5410 a	0,1050 b	0,2038 b	0,1823 b	0,1293 b	0,2205 b	0,0000	33,64%
MSPA (g)	1,7663 a	0,2908 b	0,5185 b	0,5305 b	0,4855 b	0,4653 b	0,0000	31,02%
IQD*	0,5872 a	0,1121 b	0,2183 b	0,1954 b	0,1379 b	0,2358 b	0,0000	33,76%
DC ¹ (mm)	1,29	1,08	1,17	1,25	1,09	1,12	0,5490	-
MFPA ¹ (g)	14,49 a	3,36 b	5,28 b	6,08 b	6,29 b	5,33 b	0,0140	-

*Adimensional.

Nota: As médias seguidas pelas mesmas letras do tratamento controle, iguais estatisticamente a este, pelo teste Dunnet ao nível de 5% de probabilidade.

¹ As medianas seguidas das mesmas letras do tratamento controle, iguais estatisticamente a este, pelo teste dos sinais, ao nível de 5% de probabilidade (As Variáveis MFPA e DC não atenderam aos pressupostos de Homocedasticidade, pelo teste Levene, a 5% de probabilidade).

Nessa perspectiva, valores de percentual de germinação, altura de planta, massa fresca e seca de raiz, massa fresca e seca de parte aérea e principalmente IQD foram superiores quando do uso apenas do substrato comercial. Esse efeito pode ser resultado da redução do volume de solo no substrato em função do acréscimo da moinha, já que este resíduo atua como condicionador e não fornecedor de nutrientes em paralelo ao solo.

Considerando a emergência das plântulas, a aplicação de moinha de carvão na proporção de 10 e 20% proporcionou maiores valores de tempo médio de emergência, quando comparado com o uso do substrato comercial, atendendo aos pressupostos

de Jorge et al. (2020), onde apontam que a moinha de carvão é material geralmente usado em menores proporções para a composição e formulação de substratos. Na literatura, existem trabalhos que avaliaram a adição em excesso da moinha de carvão a substratos alternativos, prejudicando o desenvolvimento das culturas Carvalho et al. (2018); Petter e Madari (2012); Zanetti et al. (2003).

Os resultados encontrados na cultura do repolho, pode ter-se verificado em virtude do desbalanço de nutrientes Ca e Mg. Segundo Filgueira (2008) para mudas de repolho, o substrato utilizado deve ser enriquecido com Ca, P e pobre em N. Já Morales (2010), afirma que o uso de carvão vegetal possui poder fertilizante, mas pode haver interações químicas limitantes ao crescimento como pH e sais, assim como os resultados encontrados por Meneghelli et al. (2018), afirmando que o excesso de sais na zona radicular pode prejudicar a germinação, desenvolvimento e produtividade das plantas de interesse comercial.

Assim, o uso da moinha em espécies de plantas comerciais é relativo, já que o desenvolvimento vegetal varia conforme espécies, proporções e constituintes orgânicos testados no substrato.

O uso da moinha de carvão na composição de substratos para produção de mudas de tomate não afetou o desenvolvimento das mesmas, exceto, na velocidade de emergência, quando o uso de diferentes proporções do resíduo proporcionou maiores valores quando comparado ao uso do substrato comercial puro.

Diferenças significativas entre os tratamentos foi observado apenas para a variável índice de velocidade de emergência. Entretanto, vale também destacar os valores obtidos para a variável Índice de Qualidade de Dickson (Tabela 03).

Tabela 03: Porcentagem de germinação (GERM); Índice de Velocidade de Emergência (IVE); Comprimento de raízes (CR); Massa Fresca de Raiz (MFR); Massa Fresca de Parte Aérea (MFPA); Massa Seca de Parte Aérea (MSPA); Índice de Qualidade de Dickson (IQD); Tempo Médio de Emergência (TME); Altura de Planta (AP); Diâmetro do coleto (DC) e Massa Seca de Raiz (MSR) de mudas de tomate, cultivar Absoluto, cultivadas em substratos com diferentes proporções de moinha de carvão.

Variável	Tratamentos						Valor de P	CV
	Controle	10% (Moinha)	20% (Moinha)	30% (Moinha)	40% (Moinha)	50% (Moinha)		
GERM (%)	92,71%	93,75%	90,62%	93,54%	92,50%	97,50%	0,2390	3,38%
IVE*	23,28 b	29,37 a	29,53 a	28,95 a	30,69 a	32,00 a	0,0000	7,16%
CR (cm)	6,77	5,28	6,23	7,48	7,90	6,85	0,6800	34,59%
MFR (g)	4,91	2,08	2,20	2,89	3,10	3,26	0,0780	32,57%
MFPA (g)	13,58	5,86	9,28	7,90	9,21	8,25	0,5990	38,65%
MSPA (g)	1,50	0,45	0,85	0,60	0,69	0,64	0,1930	51,16%
IQD*	0,58 a	0,16 a	0,16 a	0,21 a	0,23 a	0,23	0,0000	31,74%
TME ¹ (dias)	4,82	3,93	3,91	4,09	3,87	3,84	0,4320	-
AP ¹ (cm)	13,35	11,03	12,60	13,48	12,18	12,11	0,3060	-
DC ¹ (mm)	2,32	2,03	2,32	2,11	2,10	2,13	0,5490	-
MSR ¹ (g)	0,44	0,16	0,19	0,20	0,21	0,19	0,1560	-

*Adimensional.

Nota: As médias seguidas pelas mesmas letras do tratamento controle, iguais estatisticamente a este, pelo teste Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

¹ As medianas seguidas das mesmas letras do tratamento controle, iguais estatisticamente a este, pelo teste dos sinais, ao nível de 5% de probabilidade (As Variáveis TME, AP, DC e MSR não atenderam ao pressuposto da normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk, a nível de 5% de probabilidade).

Todos os tratamentos com moinha apresentaram velocidade de emergência superior à testemunha (substrato comercial), possivelmente em razão da capacidade de retenção de água e do aumento da porosidade (macro e micro poros) conforme as diferentes proporções de moinha (ZANETTI et al., 2003). Resultados semelhantes foram encontrados por Cavalcante et al. (2012), quando obtiveram incremento nas variáveis índice e velocidade emergência na cultura do maracujazeiro amarelo em função da maior quantidade de carvão vegetal aplicado.

Já o valor da variável índice de qualidade de Dickson da testemunha (0,58) foi numericamente superior ao dos tratamentos com adição de moinha, contudo, não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Nesse sentido Fonseca et al. (2002) e Azevedo et al. (2010), relatam que o índice de qualidade de Dickson (IQD) é considerado bom indicador da qualidade das mudas, podendo ser utilizado para

avaliação no transplante, concordando com Silva et al. (2012), no qual a avaliação de características morfológicas de altura, diâmetro e biomassas da plântula pode ser uma ferramenta útil para verificar se as mudas estão suficientemente aptas para sobrevivência após o transplante em campo. Em contrapartida Villaseñor-Basulto et al. (2018), salientam que plântulas visualmente podem ser avaliadas por meio da análise de suas características de crescimento, como altura, relação raiz/parte aérea, diâmetro do caule ou número de folhas.

O uso do carvão na produção de tomate foi avaliado por Fontes et al. (2006) quando cultivaram a espécie em ambiente protegido e 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.

No tomate, os resultados da adição de moinha apresentaram-se de forma similar ao substrato comercial, possivelmente em razão do desequilíbrio entre nutrientes no solo, já que houve acréscimo gradual de moinha e redução das proporções terra + esterco bovino, ou ainda, a um provável desbalanço inicial da relação água/ar provocado pela maior retenção de umidade nas estruturas porosas da moinha (EYKELBOSH et al., 2014).

Dessa forma, reforça-se a necessidade de mais estudos referentes à adição da moinha de carvão, para assim, assegurar a qualidade de mudas produzidas em substratos que foi adicionado este resíduo.

3 CONCLUSÃO

A adição de 30 a 40% em relação a testemunha de moínha de carvão à mistura de terra de barranco e esterco bovino na proporção de 2:1 favorece o desenvolvimento de mudas de pimentão.

A adição de moínha de carvão na proporção de 10 a 50% não interfere na produção de mudas de tomate.

O uso da moínha de carvão na composição de substratos com terra de barranco e esterco bovino na proporção de 2:1 prejudica o desenvolvimento de mudas de repolho.

O uso da moínha de carvão pode ser utilizado na composição de substratos para produção de mudas de hortaliças, entretanto há necessidade de estudos mais aprofundados para tornar seu uso viável para um maior número de espécies.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, p. 157-164, 2010.
- CAETANO, M. L. Informe técnico do repolho: In: **Campo e negocio** HF: Ano VII N°92: São Paulo: Janeiro 2013, p. 24.
- CAMARGO FILHO, W. P.; CAMARGO, F. P. 2015. Acomodação da produção olerícola no Brasil e em São Paulo, 1990-2010. **Análise Prospectiva e Tendências** 2015. Disponível em: Acesso em: 22 jun 2021.
- CARVALHO, J. H. N.; LIMA, A. P. L.; LIMA, S. F. Adição de moínha de carvão e de Stimulate® na formação de mudas de *Acacia mangium*. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 1, p. 66- 74. 2018.
- CAVALCANTE, I. H, L; PETTER, F. A.; ALBANO, F. G.; SILVA, R. R. S.; SILVA JÚNIOR, G. B. (2012). Biochar no substrato para produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, 111 (1), 41-47.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim Hortigranjeiro**, Brasília, DF, v. 7, n. 2, fev. 2021.
- DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, p.10-13, 1960.
- EYKELBOSH, A. J. et al. Biochar from sugarcane filtercake reduces soil CO₂ emissions relative to raw residue and improves water retention and nutrient availability in a highly weathered tropical soil. **PloS one**, v. 9, n. 6, 2014.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV. 2008, 421p.
- FONSECA, E. D. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.
- 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.
- FREITAS, A. F. D. (2013). Adição de carvão vegetal no substrato para formação de mudas de leguminosas arbóreas.
- GALEANO, E. A. V. **Boletim da Conjuntura Agropecuária Capixaba**. INCAPER. 2018.

GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; MINAMI, K. 2002. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca produtividade de plântulas de beterraba. **Horticultura Brasileira** 20: 505-509.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, Janeiro/2021.

JORGE, M. H. A., MELO, R. A. C., RESENDE, F. V., COSTA, E., SILVA, J., GUEDES, I. M. R., 2020. **Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças**. Brasília, Embrapa Hortaliças, 15 p. (Documentos 180).

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.

LIMA, S. L., MARIMON-JUNIOR, B. H., PETTER, F. A., TAMIOZZO, S., BUCK, G. B., MARIMON, B. S. 2013a. Biochar as substitute for organic matter in the composition of substrates for seedlings. **Acta Scientiarum**. Agronomy 35: 333-341.

LIMA, S. L.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; TAMIOZZO, S.; PETTER, F. A.; MARIMON, B. S.; ABREU, M. F. 2016b. Biochar adicionado em Latossolo Vermelho beneficia o desenvolvimento de mudas de beterraba? **Comunicata Scientiae**, v.7, n.1, p. 97-103.

MACIEL, K. S.; LOPES, J. C.; COLA, M. P. A.; VENÂNCIO, L. P. Qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Enciclopédia Biosfera**. v. 8, n. 44, p. 819-826. 2012.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence force. **Crop Science**, Sitges, v. 2, n. 2, p. 176-177, mar. 1962.

MALDONADO, V. O. **O cultivo do pimentão**. Cultivar hortaliças e frutos, Pelotas-RS 2001. v. 1, n. 05, p. 23-25.

MARIN, S. P. Mapeamento geomorfológico do município de Santa Teresa. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Espírito Santo, 2017.

MENEGHELLI, L. A.; MONACO, P. A.; KRAUSE, M. R.; MENEGHUELLI, C. M.; GUI SOLFI, L. P.; MENEGASSI, J. Resíduos agrícolas incorporados a substrato comercial na produção de mudas de repolho. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 4, p. 491-497, 2018.

MORALES, M. M. Efeito do biocarvão sobre o comportamento da matéria orgânica e do fósforo em solo degradado. Tese de doutorado Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, 2010.

MOURA, K. S.; SOARES, L. A.; FERREIRA, R. L.; SANTOS, D. C. Produção de mudas de pimenteiras-de-cheiro utilizando *Salvinia minima* como substrato alternativo. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 3, n. 1, p. 105-113, 2021.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, P. P.; CANTLIFFE D. J. Qualidade das sementes e estabelecimento das plantas. In: NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA R. B (Ed.). **Produção de mudas de hortaliças**. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 57 – 86.

OGUNTUNDE, P.; FOSU, M.; AJYI, A.; GIESEN, N. 2004. Effects of char coal production on maize yield, Chemical properties and textures of soil. **Biology Fertility Soils**, 39(4): 295- 299.

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.

PETTER, F. A.; ANDRADE, F. R; MARIMON-JUNIOR, B. H., GONÇALVES, L. G.; SCHOSSLER, T. R. Biochar como condicionador de substrato para a produção de mudas de eucalipto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 4, p. 44-51, out-dez., 2012.

PETTER, F. A.; MADARI, B. E. 2012. Biochar: Agronomic and environmental potential in Brazilian savannah soils. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v. 16, n.7, p. 761-768.

PINTO, J. R. S.; SILVA, M. L.; DOMBROSKI, J. L. D.; COSTA, I. H. M.; FARIAS, R. M. Índice de velocidade de emergência e desenvolvimento inicial de *Caesalpinia ferrea* mart. ex tul. submetido a diferentes tipos de substratos. **Revista Verde**, Mossoró – RN, v.6, n.3, p. 174 – 179, julho/setembro de 2011.

RAMOS, A. B.; PEIXOTO, J. R.; MELO, B. de. Efeito da composição de substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro- amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deneger). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13.,200, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBF, 2000.

SANTOS, M. M.; OZA, E. F.; PAIXÃO, M. V.; FRIZZERA Jr., J. L.; ZINGUER, L.; FERREIRA, E. Resposta de plantas de pimenta dedo-de-moça em substratos comercial e orgânico com e sem adição de resíduos de carvão. **Cadernos de Agroecologia** – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, nº 1. 2018.

SILVA, R. F. et al. Crescimento e qualidade de mudas de Timbó e Dedaleiro cultivadas em solo contaminado por cobre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 881-886, 2012.

TRYON, E. H. Effect of Charcoal on Certain Physical, Chemical, and Biological Properties of Forest Soils.1948. **Ecological Monographs**, 18:81-115.

VILLASEÑOR-BASULTO, D. L.; ASTUDILLO-SÁNCHEZ, P. D.; REAL-OLVERA, J. & BANDALA, E. R. (2018) - Wastewater treatment using *Moringa oleifera* Lam seeds: A review. **Journal of Water Process Engineering**, vol. 23, n. 3, p. 151-164.

WINSLEY, P. 2007. Biochar and bioenergy production for climate change mitigation. **Science Review**, 64: 5-10.

ZANETTI, M.; CAZETTA, J. O.; MATOS JUNIOR, D.; CARVALHO, S. A. 2003. Uso de subprodutos de carvão vegetal na formação de porta-enxerto limoeiro 'Cravo' em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 508-512.