

**CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE PIMENTÃO EM DIFERENTES
SUBSTRATOS ALTERNATIVOS**

**CRECIMIENTO INICIAL DE PLÁNTULAS DE PIMIENTO EN DIFERENTES
SUSTRATOS ALTERNATIVOS**

**INITIAL GROWTH OF PEPPER SEEDLINGS IN DIFFERENT ALTERNATIVE
SUBSTRATES**

Apresentação: Comunicação Oral

Rodrigo de Sousa Silva¹; Mikael da Mata Almeida²; Jennifer Winsllet Barros Silva³; Marcyany Alexandra Ferreira de Sousa⁴; Eduardo Magno Pereira da Silva⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.XCOINTERPDVAgro.0027>

RESUMO

A produção de mudas saudáveis é essencial para o sucesso do cultivo, especialmente em estágios iniciais. Dentre os fatores que influenciam este processo estão as propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato utilizado. Apesar da existência de substratos comerciais, seu custo elevado pode limitar o acesso por parte de pequenos produtores. Nesse sentido, alternativas econômicas e sustentáveis tornam-se medidas estratégicas, desde que mantenham a qualidade e desempenho agrônomo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de pimentão (*Capsicum annuum*) produzidas com diferentes substratos alternativos, buscando identificar alternativas viáveis, sustentáveis e de baixo custo para a agricultura familiar. O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Instituto Federal do Piauí-IFPI, no município de Uruçuí, conduzido com cinco tratamentos, onde comparou-se os seguintes substratos: T1 – Substrato comercial 100%, T2 – Esterco Bovino + Casca de arroz carbonizada + areia lavada, T3 – Esterco Caprino + Casca de arroz carbonizada + areia lavada, T4 – Esterco Bovino + Casca de arroz carbonizada + areia lavada + 30% de Substrato comercial e T5 – Esterco Caprino + Casca de arroz carbonizada + areia lavada + 30% de Substrato comercial. As variáveis analisadas foram índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência (PE), tempo médio de emergência (TME), número de folhas definitivas (NFD), diâmetro do colo (DC), altura da parte aérea (APA), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA). O substrato comercial destacou-se com um melhor desempenho na fase de emergência das plântulas. Por outro lado, o substrato alternativo composto por esterco bovino, casca de arroz carbonizada e areia lavada apresentou características morfológicas e biométricas superiores, representando-se como uma opção viável como substrato alternativo para a produção de mudas de pimentão.

Palavras-Chave: *Capsicum annuum* L., combinação de substratos, mistura orgânica, hortaliça.

1 Graduado do curso de Engenharia Agrônoma, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI Campus Uruçuí, rdesousasilva06@gmail.com

2 Graduando em Bacharelado em Engenharia Agrônoma, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI Campus Uruçuí, mikaeldm3@gmail.com

3 Graduanda em Bacharelado em Engenharia Agrônoma, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI Campus Uruçuí, jwinsllet@gmail.com

4 Especialista em língua espanhola, Colégio Técnico de Teresina – CTT/UFPI, marcyany_espanhol@ufpi.edu.br

5 Doutor em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI Campus Uruçuí, eduardo.silva@ifpi.edu.br



RESUMEN

La producción de plántulas sanas es esencial para el éxito del cultivo, especialmente en las etapas iniciales. Los factores que influyen en este proceso incluyen las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato utilizado. Si bien existen sustratos comerciales, su alto costo puede limitar el acceso para los pequeños productores. Por lo tanto, las alternativas rentables y sostenibles se convierten en medidas estratégicas, siempre que mantengan la calidad y el rendimiento agronómico. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el desarrollo inicial de plántulas de pimiento morrón (*Capsicum annum*) producidas con diferentes sustratos alternativos, buscando identificar alternativas viables, sostenibles y de bajo costo para la agricultura familiar. El experimento se realizó en un ambiente protegido en el Instituto Federal do Piauí-IFPI, en el municipio de Uruçuí, con cinco tratamientos, comparando los siguientes sustratos: T1 – 100% sustrato comercial; T2 – Estiércol vacuno + cascarilla de arroz carbonizada + arena lavada; T3 – Estiércol caprino + cascarilla de arroz carbonizada + arena lavada; T4 – Estiércol vacuno + cascarilla de arroz carbonizada + arena lavada + 30% sustrato comercial; y T5 – Estiércol de cabra + cascarilla de arroz carbonizada + arena lavada + 30% de sustrato comercial. Las variables analizadas fueron el índice de velocidad de emergencia (IEE), el porcentaje de emergencia (PE), el tiempo medio de emergencia (TME), el número de hojas definitivas (NFD), el diámetro del collar (DC), la altura del brote (APA), la masa fresca del brote (MFPA) y la masa seca del brote (MSPA). El sustrato comercial destacó por su mejor rendimiento en la fase de emergencia de las plántulas. Por otro lado, el sustrato alternativo compuesto por estiércol de ganado, cascarilla de arroz carbonizada y arena lavada presentó características morfológicas y biométricas superiores, lo que lo convierte en una opción viable como sustrato alternativo para la producción de plántulas de pimiento.

Palabras Clave: *Capsicum annum* L., combinación de sustratos, mezcla orgánica, hortaliza.

ABSTRACT

Producing healthy seedlings is essential for crop success, especially in the early stages. Factors that influence this process include the physical, chemical, and biological properties of the substrate used. Although commercial substrates are available, their high cost can limit access for small producers. Therefore, cost-effective and sustainable alternatives become strategic measures, as long as they maintain quality and agronomic performance. This study aimed to evaluate the initial development of bell pepper (*Capsicum annum*) seedlings produced with different alternative substrates, seeking to identify viable, sustainable, and low-cost alternatives for family farming. The experiment was conducted in a protected environment at the Instituto Federal do Piauí-IFPI, in the municipality of Uruçuí, with five treatments, comparing the following substrates: T1 – 100% commercial substrate; T2 – Cattle manure + carbonized rice hulls + washed sand; T3 – Goat manure + carbonized rice hulls + washed sand; T4 – Cattle manure + carbonized rice hulls + washed sand + 30% commercial substrate; and T5 – Goat manure + carbonized rice hulls + washed sand + 30% commercial substrate. The variables analyzed were emergence speed index (ESI), emergence percentage (EP), mean emergence time (TME), number of definitive leaves (NFD), collar diameter (DC), shoot height (APA), shoot fresh mass (MFPA), and shoot dry mass (MSPA). The commercial substrate stood out with better performance in the seedling emergence phase. On the other hand, the alternative substrate composed of cattle manure, carbonized rice husk and washed sand presented superior morphological and biometric characteristics, representing a viable option as an alternative substrate for the production of pepper seedlings.

Keywords: *Capsicum annum* L., substrate combination, organic mixture, vegetables.

INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annum* L.), pertencente à família da Solanaceae, é uma das hortaliças de maior consumo no Brasil, destacando-se tanto pelo seu valor nutricional quanto pela importância econômica. É uma excelente fonte de vitaminas, como C, A, B1 e B2, além de minerais essenciais como cálcio, ferro e fósforo. Essa cultura ocupa uma área significativa nas regiões produtoras do país, integrando importantes cadeias produtivas da horticultura



nacional. (CARVALHO et al., 2016).

Em termos produtivos, o Brasil alcançou, em 2020, uma média de produtividade de aproximadamente 35 toneladas por hectare, com cerca de 13 mil hectares destinados ao cultivo. Os principais estados produtores são São Paulo e Minas Gerais, responsáveis por 43% da produção nacional, seguidos pela Região Nordeste, que responde por 31% do total (VIEIRA, 2020).

A produção de mudas de qualidade é uma etapa fundamental para o sucesso da lavoura, influenciando diretamente no vigor e na produtividade das plantas. Tradicionalmente, substratos comerciais são utilizados na produção de mudas por oferecerem características físico-químicas ideais. No entanto, o custo desses insumos pode inviabilizar sua utilização por pequenos produtores.

A semeadura indireta, tem se consolidado como estratégia eficaz para garantir maior uniformidade na lavoura, redução de perdas no campo e economia de insumos. O método mais utilizado atualmente envolve a produção de mudas em bandejas, utilizando substratos específicos que favorecem o crescimento saudável, precoce e uniforme das plantas (BLAT; PAULINO, 2007).

Mudas de qualidade superior são fundamentais para o bom estabelecimento das plantas no campo, pois apresentam melhor desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea, o que contribui para maior vigor e adaptação após o transplante. A escolha do substrato é um dos principais fatores que influenciam essa qualidade. A estrutura física, a aeração, a retenção de água e a composição química do substrato afetam diretamente a germinação das sementes e o crescimento das plântulas (ALVES; PÔRTO, 2021).

Além dos substratos comerciais, que apresentam formulações balanceadas e alto desempenho, cresce o interesse por substratos alternativos, como esterco bovino e caprino, casca de arroz carbonizada e outros resíduos orgânicos, especialmente em propriedades rurais de pequeno porte. Esses substratos, geralmente oriundos de materiais disponíveis na própria localidade, apresentam como vantagem a redução dos custos de produção e a menor dependência de insumos químicos industrializados (SILVA et al., 2019).

Com o aumento do custo dos insumos agrícolas e a busca por práticas sustentáveis na agricultura, torna-se necessário desenvolver e validar tecnologias que promovam a economia e mantenham a eficiência produtiva. A utilização de substratos alternativos contribui para a redução dos custos de produção e reutilização de resíduos orgânicos torna-se relevante a busca por novas combinações de substratos que proporcionem qualidade às mudas e, ao mesmo tempo, sejam economicamente viáveis.



Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de pimentão utilizando diferentes substratos alternativos, buscando identificar opções que aliem eficiência agrônômica à redução de custos na produção de mudas, especialmente em sistemas produtivos de base familiar ou de menor escala.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A produção de mudas saudáveis é essencial para o sucesso do cultivo, especialmente em estágios iniciais. A produção indireta, via viveiro, contribui para a obtenção de plântulas mais vigorosas, adaptadas ao ambiente de transplântio (COSTA et al., 2011). Dentre os fatores que influenciam esse processo estão as propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato utilizado. Assim, a seleção de substratos adequados torna-se fundamental para garantir a qualidade e o sucesso na formação das mudas.

Segundo Costa et al. (2013), um bom substrato deve apresentar características como boa porosidade, retenção de umidade, arejamento e disponibilidade de nutrientes. O substrato é definido como um material sólido, natural ou industrializado, utilizado para sustentar e nutrir as plantas em fase inicial (CADAHIA, 1988; GONÇALVES; MINAMI, 1995). Além disso, deve apresentar pH e condutividade elétrica adequados à cultura, capacidade de troca catiônica (CTC) satisfatória e baixa toxidez. De acordo com Kämpf (2005), os valores ideais incluem pH entre 5,5 e 6,5, CE abaixo de 1,5 dS/m e densidade aparente entre 0,2 e 0,4 g/cm³.

No caso específico do pimentão (*Capsicum annum*), a qualidade do substrato é determinante na fase inicial de crescimento das mudas. Essa cultura é relativamente sensível a estresses salinos e a patógenos presentes no solo, reforçando a importância de substratos com características físico-químicas ideais (FILGUEIRA, 2012). Além disso, os aspectos microbiológicos também são fundamentais para a melhor resposta das plântulas. Substratos ricos em matéria orgânica favorecem a presença de microrganismos benéficos, como bactérias promotoras de crescimento e fungos micorrízicos, contribuindo para a nutrição da planta e para a supressão de patógenos (MAGALHÃES et al., 2023).

Diversos estudos têm apontado a viabilidade do uso de materiais orgânicos alternativos na composição de substratos. Charlo et al. (2012) verificaram que o uso de fibra de coco promoveu maior acúmulo de nutrientes e produtividade em plantas de pimentão, comparado ao cultivo em solo, mesmo em ambiente protegido. De forma semelhante, Gonçalves et al. (2016) observaram que a mistura de materiais orgânicos de origem vegetal e animal com areia de rio resultou em mudas mais vigorosas do que aquelas cultivadas apenas com areia e restos vegetais.

Dentre os substratos disponíveis, os comerciais são considerados os de melhor



qualidade, no entanto existem substratos alternativos de fácil acesso que podem expressar resultados semelhantes aos substratos comerciais (BARCELOS et al., 2013). O esterco bovino, de fácil obtenção em pequenas propriedades, destaca-se como uma fonte conveniente para utilização na composição de substratos alternativos para produção de mudas, em função de sua disponibilidade, baixo custo de aquisição e valor nutricional, fatores importantes na escolha do substrato (ALVES; PÔRTO, 2021).

O esterco caprino outra fonte orgânica para produção de substratos alternativos, é de grande importância, pois é de fácil obtenção, possui estrutura sólida e menos aquosa quando comprada com o bovino, possibilitando melhor aeração e fermentação (ARAÚJO, et al., 2010).

Outro substrato alternativo bastante utilizado é a casca de arroz carbonizada, quando associada a outros tipos de substratos apresenta boa capacidade de drenagem, ótimos teores de K e Ca macronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plântulas, livre de patógenos e nematoides, além do seu baixo custo (FONSECA, et al., 2017).

Apesar da existência de substratos comerciais, seu custo elevado pode limitar o acesso por parte de pequenos produtores. Nesse sentido, alternativas econômicas e sustentáveis tornam-se estratégicas, desde que mantenham a qualidade e o desempenho agrônomo (NADAI et al., 2015). Hachmann et al. (2013) destacam que o uso de substratos oriundos da pecuária, além de viabilizar a produção, contribui para a preservação ambiental e agrega valor aos produtos. Essa prática está alinhada aos princípios da economia circular e da agricultura regenerativa (COSTA et al., 2020).

No Brasil, o cultivo em substratos é considerado um manejo estratégico frente aos desafios da agricultura moderna, como a demanda por alimentos seguros e de qualidade e os impactos das mudanças climáticas (GUEDES et al., 2024). Além de possibilitar maior controle sobre os fatores de produção, essa prática contribui para a sustentabilidade, ao permitir o reaproveitamento de resíduos e a redução de doenças de solo.

A Instrução Normativa nº 17/2007 do MAPA estabelece parâmetros obrigatórios de qualidade para substratos, incluindo limites máximos de contaminantes, valores de pH, teor de umidade e condutividade elétrica, sendo fundamental que substratos alternativos estejam em conformidade com essas exigências legais.

Em regiões como o semiárido nordestino, materiais como esterco caprino, fibra de coco e palha de milho estão amplamente disponíveis, representando opções viáveis e acessíveis para a agricultura familiar (SILVA et al., 2021). A utilização desses substratos regionais pode reduzir custos de produção e estimular o desenvolvimento rural sustentável.

Ainda que diversos materiais tenham sido testados isoladamente ou em misturas, há uma



lacuna na literatura quanto à comparação sistemática entre diferentes substratos alternativos quanto ao seu desempenho no crescimento inicial de mudas de pimentão. Diante disso, o presente estudo se propõe a avaliar o efeito de diferentes composições de substratos sobre o vigor e desenvolvimento inicial de mudas de *Capsicum annuum*, buscando identificar alternativas viáveis, sustentáveis e de baixo custo para a agricultura familiar.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Instituto Federal do Piauí-IFPI, no município de Uruçuí (7° 13' S de latitude e 44° 33' W de longitude, com altitude média de 167m) entre 17 de outubro e 25 de novembro 2022.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos pela combinação em diferentes proporções de substrato comercial, esterco bovino, esterco caprino, casca de arroz carbonizada e areia lavada (Tabela 01).

Tabela 01: Composição dos respectivos tratamentos.

Tratamentos	Composição
T1	Substrato comercial 100%, Terra nova MAXXI, com composição: esterco de aves + calcário + cascas processadas e decompostas + vermiculita expandida.
T2	Esterco Bovino + Casca de arroz carbonizada + areia lavada, nas proporções 4/4/2.
T3	Esterco Caprino + Casca de arroz carbonizada + areia lavada, nas proporções 4/4/2.
T4	Esterco Bovino + Casca de arroz carbonizada + areia lavada, nas proporções 4/4/2 + 30% de Substrato comercial.
T5	Esterco Caprino + Casca de arroz carbonizada + areia lavada, nas proporções 4/4/2 + 30% de Substrato comercial.

Fonte: Própria (2023).

Amostras dos substratos foram enviadas ao laboratório para análise das características químicas (Tabela 02).

Tabela 02: Resultados da análise química para macro, micronutrientes, e pH dos substratos, comercial e alternativos utilizados no experimento de produção de mudas de pimentão Green Sweet Pepper.

Substrato	Mat.or gânica g/Kg	P mg/dm ³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC
						cmol/m ³			
T1	57,7	125,7	1,70	8,55	6,31	0,00	0,73	16,5	17,29
T2	26,6	102,8	1,13	2,05	2,00	0,00	0,63	5,18	5,82
T3	28,7	87,6	2,26	2,86	2,58	0,00	0,54	7,70	8,25
T4	28,5	120,5	1,33	1,72	1,72	0,00	0,65	5,02	5,66
T5	41,2	134,5	2,29	3,13	3,13	0,00	0,61	9,48	10,09



Substrato	pH	S	Fe	Mn	Co	Zn	B
	CaCl	mg/dm ³				Mg/dm ³	
T1	7,2	11,98	181,94	130,4	2,05	16,04	0,00
T2	7,0	6,55	11,25	16,1	0,2	17,07	0,00
T3	7,3	27,49	8,5	29,36	0,16	19,65	0,00
T4	6,9	7,65	14,66	19,27	0,17	26,43	0,00
T5	7,3	23,16	139,21	88,03	1,02	25,04	0,00

T1: Substrato comercial; T2: esterco bovino + casca de arroz carbonizada + areia lavada; T3: esterco caprino + casca de arroz carbonizada + areia lavada; T4: esterco bovino + casca de arroz carbonizada + areia lavada + 30% de substrato comercial; T5: esterco caprino + casca de arroz carbonizada + areia lavada + 30% de substrato comercial.

Fonte: Própria (2023).

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido (Isopor®) de 128 células utilizando sementes da cultivar Green Sweet Pepper. As bandejas foram previamente preenchidas com os respectivos substratos e em cada célula foi colocada uma semente, em seguida dispôs as bandejas em uma armação de ferro no viveiro telado com sombrite de 50% de luminosidade. A irrigação foi realizada manualmente com auxílio de regador de crivo, de manhã e à tarde, isto é, quando fosse necessária, procurando-se manter umidade adequada à formação das mudas. O controle de plantas invasoras foi manual e não houve necessidade de aplicação de defensivos.

A avaliação inicial, que ocorreu em ambiente protegido desde a semeadura, sendo avaliado índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência (PE), tempo médio de emergência (TME), do oitavo dia (primeira emergência), ao vigésimo dia (onde ocorreu a estabilização da emergência), sendo realizado a contagem diariamente considerando as plântulas totalmente emergidas somente as acima do substrato e com cotilédones abertos. A avaliação final sucedeu aos 40 DAS (dias após a semeadura), as plantas foram retiradas das bandejas com 4-6 folhas definitivas, posteriormente analisou-se as características número de folhas definitivas (NFD), diâmetro do colo (DC), altura da parte aérea (APA), massa fresca da parte aérea (MFPA), e massa seca da parte aérea (MSPA). A altura das mudas foi mensurada com a utilização de trena graduada em centímetros, e para a obtenção do diâmetro do colo foi utilizado um paquímetro digital, para obtenção das massas secas, o material vegetal foi colocado separadamente em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C por 72 horas.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott – Knott, a 5% de probabilidade, utilizando o programa computacional ASSISTAT versão beta 7.7 (SILVA; AZEVEDO,2016).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as variáveis analisadas foram influenciadas significativamente pelos substratos, com exceção da variável porcentagem de germinação (Tabela 03).

Tabela 03: Resumo da análise de variância para as variáveis porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), número de folhas definitivas (NFD), altura da parte aérea (APA), diâmetro do colo (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA), e massa da parte aérea (MSPA)

FV	GL	PE%	QUADRADO MÉDIO						
			IVE	TME	NFD	APA	DC	MFPA	MSPA
Substrato	4	137,26 ^{ns}	0,18 ^{**}	5,12 [*]	6,29 ^{**}	26,44 ^{**}	0,14 ^{**}	0,06 ^{**}	0,001 ^{**}
Resíduo	20	107,02	0,03	1,54	0,1	0,33	0,005	0,001	0,00003
C.V (%)		12,98	13,7	13,83	6,69	7,4	6,62	16,84	16,33

^{ns} – não significativo; ^{**} significativo a 5 e 1%

Fonte: Própria (2023).

Não houve diferença significativa para a porcentagem de emergência (PE) em relação aos substratos, provavelmente esses tratamentos possuem condições físicas semelhantes. Os tratamentos testados obtiveram uma média de 80% de germinação (Tabela 04). Resultados diferentes foram obtidos por Silva et al. (2019), onde a porcentagem de germinação do pimentão foi significativa aos 20, 25, e 30 DAS após a semeadura, ao nível de 5% de significância. Já para Silva et al. (2022), não houve diferença significativa entre os substratos testados não interferindo no poder germinativo das sementes de pimentão. A germinação das sementes pode ocorrer em qualquer mistura que proporcione reserva de água suficiente para o processo germinativo, no entanto os resultados obtidos podem variar de acordo com cada mistura utilizada podendo favorecer ou não a emergência das sementes.

Tabela 04: Porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME) de plântulas de Pimentão Verde-Green Sweet Pepper.

Tratamentos	Substratos	PE	IVE	TME
		%		Dias
T1	100%COM	85 ^{ns}	1,64 a	8,16 a
T2	EB+CAC+AL	80 ^{ns}	1,37 b	9,01 b
T3	EC+CAC+AL	78 ^{ns}	1,12 b	10,41 b
T4	EB+CAC+AL+30 % COM	71 ^{ns}	1,25 b	7,9 a
T5	EC+CAC+AL+30 % COM	82 ^{ns}	1,34 b	9,44 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Própria (2023).



Para o índice de velocidade de emergência (IVE), se destacou o substrato comercial, enquanto os demais tratamentos não diferiram entre si. A média do IVE dos tratamentos alternativos foram inferiores 29% da média do substrato comercial (Tabela 4). A maior velocidade de emergência é uma característica descrita por Batista et al. (2015), como fundamental para a produção de mudas, proporcionando germinação rápida e homogênea. Resultados similares foram obtidos por Silva et al. (2019), onde o substrato comercial Carolina Soil em comparação com substratos alternativos, aos 25 e 30 dias teve maior eficiência do IVE de mudas de pimentão. Já para o tempo médio de emergência (TME), o T1(comercial) e o T4 (EB+ CAC+ AL+ 30%), obtiveram o melhor tempo médio de emergência (TME) e os demais tratamentos não diferiram estatisticamente.

Segundo Silva et al. (2019), os substratos que possuem boa retenção de água podem favorecer a emergência e, conseqüentemente o estabelecimento das plântulas. Sendo assim o nível de hidratação dos substratos ocorreu de forma adequada para que favorecesse a emergência, já que nessas condições de boa hidratação os processos metabólicos são ativados, resultando no desenvolvimento ideal do eixo embrionário.

Para número de folhas definitivas, os substratos T2 (EB + CAC + AL) e T3 (EC + CAC + AL) apresentaram maiores NFD, sendo que a média desses tratamentos foram 48,8% superior ao substrato comercial, que obteve o pior desempenho (Tabela 4). Resultados diferentes foram observados por Silva et al. (2019), onde o maior número de folhas definitivas foi observado pelo substrato comercial.

Os tratamentos T3 (EC + CAC + AL) e T5 (EC + CAC + AL+ 30%COM) não diferiram entre si, obtendo médias próximas ao tratamento que mais se destacou T2, ambos os tratamentos possuíam na sua composição a casca de arroz carbonizada e apresentaram teores de matéria orgânica consideráveis (Tabela 05).

Tabela 05: Número de folhas definitivas (NFD), altura da parte aérea (ALT), diâmetro do colo (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) de plântulas de pimentão Verde-Green Sweet Pepper.

Tratamentos	Substratos	NFD	ALT	DC	MFPA	MSPA
			cm			g. plântulas
T1	100%COM	2,84 c	4,00 d	0,84 d	0,05 d	0,0078 d
T2	EB+CAC+A L	5,66 a	9,93 a	1,30 a	0,34 a	0,0460 a
T3	EC+CAC+A L	5,44 a	8,92 b	0,29 b	0,29 b	0,0362 b
T4	EB+CAC+A L+30%COM	4,7 b	7,69 c	0,19 c	0,19 c	0,0280 c
T5	EC+CAC+A L+30%COM	5,04 b	8,76 b	0,28 b	0,28 b	0,0359 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade,



pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Própria (2023).

Resultados semelhantes foram observados por Martins et al. (2020), onde os substratos contendo esterco bovino apresentaram melhor resultado para altura da parte aérea das plântulas de pimentão, esse resultado pode ser atribuído as boas características químicas desses substratos contendo esterco bovino.

Já para altura da parte aérea, o tratamento T2 (EB + CAC + AL), obteve a maior média dentre os tratamentos testados, comparado ao substrato comercial, obteve 59,7% de incremento na altura da planta, mostrando padrão de qualidade, uma vez que a altura da plântula é um dos aspectos mais importantes para medir o padrão de qualidade das mudas (SILVA et al, 2019).

O maior diâmetro do colo foi observado no tratamento T2 (EB + CAC + AL), 35% superior ao substrato comercial, tratamento com menor diâmetro do colo. O diâmetro do colo é uma característica desejável que deve ser considerada na hora de escolher as mudas para o plantio, pois influencia diretamente na estabilidade da plântula no solo. Quanto maior o diâmetro, maior a resistência às mudanças climáticas, ao vento e às intempéries. Além de conferir maior vigor à planta, o diâmetro do colo também contribui para a absorção de água e nutrientes, bem como para a fixação do sistema radicular (MARTINS et al., 2020).

Tanto a matéria fresca da parte aérea (MFPA) como a matéria seca da parte aérea (MSPA) houve diferença significativa ao nível de 1%, onde o tratamento T2 obteve melhores rendimentos de matéria fresca e matéria seca, seguido dos tratamentos T3 e T5 que não diferiram entre si. O tratamento T1 (substrato comercial) e T4, obtiveram as piores médias de matéria fresca e matéria seca (Tabela 5). Resultados similares foram obtidos por Silva et al. (2019), dentre os substratos alternativos testados o substrato composto por casca de arroz carbonizada e esterco bovino apresentaram melhores números de matéria fresca da parte aérea (MFPA) e matéria seca da parte aérea (MSPA), o que pode estar relacionado a presença da casca de arroz carbonizada na composição que proporcionou maior porosidade e aeração, e a presença do esterco bovino, agregando ótimos teores de matéria orgânica e atividade microbiana. As plantas com maior peso de massa seca podem proporcionar maior produtividade final de frutos após o transplante. Isso ocorre, pois as plantas mais pesadas têm mais biomassa, o que significa que elas são capazes de acumular mais nutrientes e água, e têm maior área foliar. Isso leva a um maior número de flores, frutos e folhas, aumentando a produtividade final. Além disso, as plantas com maior peso de massa seca tendem a ser mais resistentes, pois possuem maior capacidade de tolerar condições adversas como temperaturas extremas, seca e outros



fatores ambientais (SANTOS et al., 2021).

De modo geral, o tratamento T2 (EB+CAC+AL) destacou-se com resultados superiores em relação aos demais, nas variáveis altura da parte aérea, maior número de folhas definitivas e maior acúmulo de biomassa. Souza et al. (2023) observaram resultados semelhantes ao avaliar as mesmas variáveis na produção de mudas de pimentão, cultivar Yolo wonder em substratos contendo 50% de casca de arroz carbonizada associados a 50% de esterco bovino ou caprino, os quais também apresentaram melhores índices. Em ambos os experimentos, os substratos alternativos superaram significativamente o substrato comercial, reforçando a sua viabilidade.

O substrato comercial e o T4 (EB+CAC+AL+30%COM), obtiveram os piores resultados dentre os tratamentos testados, em cinco das oito variáveis analisadas. Eles se mostraram eficazes apenas para as variáveis iniciais, porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME).

Ambos os tratamentos possuem em sua composição o substrato comercial Terra Nova MAXXI, que demonstra não possuir características físico-químicas ideais para o desenvolvimento das plântulas após a sua emergência. No entanto foi observado no tratamento T5 (EC+CAC+AL+30%COM), que a presença desse substrato comercial Terra Nova MAXXI, condicionou resultados próximos ao tratamento destacando-se nas demais variáveis T2 (EB+CAC+AL), proporcionando uma afinidade com esterco caprino, o que não ocorreu com esterco bovino no tratamento T4.

CONCLUSÕES

Os substratos testados exerceram influência significativa sobre a maioria das variáveis avaliadas, com exceção da porcentagem de germinação, a qual manteve índices semelhantes entre os tratamentos.

O substrato comercial apresentou melhor desempenho apenas nas variáveis iniciais relacionadas à emergência, como IVE e TME, porém apresentou limitações no desenvolvimento posterior das plântulas.

O substrato alternativo composto por esterco bovino, casca de arroz carbonizada e areia lavada se destacou nas características morfológicas e biométricas, como NFD, DC, APA, MFPA e MSPA, proporcionando um desenvolvimento mais vigoroso das mudas. Por sua eficiência agrônômica, baixo custo e caráter sustentável, esse substrato alternativo se mostra como a opção mais adequada para a produção de mudas de pimentão.



REFERÊNCIAS

- ALVES, Jailson do Carmo et al. Produção de mudas de pimentão em substratos com proporções crescentes de esterco bovino. In: **AGROECOLOGIA: MÉTODOS E TÉCNICAS PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL-VOLUME 5**. Editora Científica Digital, 2021. p. 256-265.
- ARAÚJO, Wildjaime Bergmam Medeiros de et al. Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. **Ciência e agrotecnologia**, v. 34, p. 68-73, 2010.
- BARCELOS, P. J.; CASTILHO, M. M. R.; PAGLIARINI, K. M.; REIS, G. P. H. Influência de diferentes substratos comerciais na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Capsicum annuum*. **Ciência do Solo**, Florianópolis, 2013.
- BATISTA, Thiago Barbosa et al. Aspectos fisiológicos e qualidade de mudas da pimenteira em resposta ao vigor e condicionamento das sementes. **Bragantia**, v. 74, n. 4, p. 367-373, 2015.
- BLAT, F. S.; COSTA, P. C. *A cultura do pimentão*. Piracicaba: Instituto Agrônomo, 2007. (Série Produtor Rural, n. 34).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa nº 17, de 21 de maio de 2007*. Estabelece padrões de identidade e qualidade para substratos para plantas. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, n. 97, p. 10, 22 de Maio de 2007.
- CADAHIA, Carlos. *Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales*. 1988.
- CARVALHO, A. J.; REZENDE, C. F.; OLIVEIRA, C. E.; AQUINO, F. R. Pimentão cultivado em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo. **Revista Engenharia na Agricultura (Reveng)**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 236–245, 2016.
- CHARLO, Hamilton César de O. et al. Accumulation of nutrients in sweet peppers cultivated in coconut fiber. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 125-131, 2012.
- COSTA, E.; LOPES, R.; GONÇALVES, J. L. M. *Substratos orgânicos na horticultura sustentável: utilização de resíduos agroindustriais*. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2020.
- COSTA, Edilson et al. Emergência e fitomassa de mudas de pimentão em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 396-401, 2013.
- COSTA, Edilson et al. Qualidade de mudas de berinjela submetida a diferentes métodos de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 1017-1025, 2011.
- FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3ª edição. **Viçosa: UFV. 418p**, 2012.
- FONSECA, F. E.; SILVA, O. G.; TERRA, V. C. L. D.; SOUZA, B. P. Uso potencial de casca de arroz carbonizada na composição de substratos para produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. **Revista Desafios**, v. 4, n. 4, p. 32–40, 2017.
- GONÇALVES, A. L.; MINAMI, K. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.



1995.

GONÇALVES, FABRÍCIO CUSTÓDIO DE MOURA et al. Germinação e desenvolvimento de mudas de pimentão Cubanelle em diferentes substratos. **Revista Mirante (ISSN 1981-4089)**, v. 9, n. 1, p. 35-45, 2016.

GUEDES, IMR et al. Cultivo protegido de hortaliças em solo e em substrato. 2024.

HACHMANN, Tiago Luan et al. Resíduos de aves e suínos: Potencialidades. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 8, 2013.

ILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733–3740, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>.

JORGE, M. H. A.; MELO, R. A. de C.; RESENDE, F. V.; COSTA, E.; SILVA, J. da; GUEDES, I.M.R. Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2020.

KÄMPF, A. N. *Produção comercial de plantas ornamentais*. **Guaíba: Agropecuária**, 2005.
MAGALHÃES, Steffane Pereira de et al. Bactéria Promotoras de Crescimento Vegetal na Atenuação do Estresse Salino e Déficit Hídrico na Agricultura. 2023.

Martins, O. M. W.; Matos, C. R.; Martins, O. m. L.; Paiva, S. F.; Produção de mudas de pimenta de cheiro com substratos a base De resíduos agropecuários. **Centro Científico Conhecer**. V. 17, n. 32, p.438, 2020.

NADAI, Fábio Barufaldi et al. Produção de mudas de tomateiro em função de diferentes formas de propagação e substratos. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 9, n. 3, p. 261-267, 2015.

SANTOS, M. M. A.; SILVA, O. A. M.; SÁ, A. D.; NEVES, F. P. L.; GOUVEIA, N. F.; COSTA, S. D. K. Substratos alternativos para a produção de mudas de tomate e berinjela. **Revista Verde**, v. 16, n. 2, p. 206–212, jun. 2021.

SILVA, B. T.; VILAR, R. C. F.; COSTA, S. B.; PEREIRA, C. M.; GUEDES, V. L. A.; LIMA, B. A. G. Emergência de sementes de pimentão em função de diferentes substratos no nordeste brasileiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 2, p. 12999–13007, fev. 2022.

SILVA, J. A.; SANTOS, R. F.; FERREIRA, R. A. *Aproveitamento de resíduos agrícolas como substratos alternativos no semiárido nordestino*. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 15, n. 3, p. 321–332, 2021.

SILVA, P. L.; OLIVEIRA, C. A.; ALVES, F. N.; SILVA, L. V.; SILVA, L. Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 3, p. 303, 2019.

SOUZA, Paulo de Jesus et al. Produção de mudas de pimentão em substratos alternativos. In: **IX Congresso Interdisciplinar Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – COINTERPDVAgro**, 2023, Urucuí. Anais [...]. Urucuí: IFPI, 2023. DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IXCOINTERPDVAgro.0231>.



STEFFEN, Gersa Pauli Kist et al. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. **Acta zoológica mexicana**, v. 26, n. SPE2, p. 333-343, 2010.

VEIGA JR., Valdir Florencio da; WIEDEMANN, Larissa Silveira Moreira; ARAUJO JR., Claudio Pereira de; ANTONIO, Ananda da Silva. Origin and evolution of *Capsicum*. In: VEIGA JR., Valdir Florencio da et al. *Chemistry and nutritional effects of Capsicum*. **Cambridge: Royal Society of Chemistry**, 2023. p. 1–14. (Food Chemistry, Function and Analysis; 37).

VIEIRA, C. L. Tipos de pimentão são diversos e igualmente saborosos. **Agro 2.0**, 2020. Disponível em: <https://agro20.com.br/tipos-pimentao>.

