

## Efeito da solarização de substratos na produção de mudas de pimentão

Effect of substrate solarization on the production of sweet pepper seedlings

Efecto de la solarización del sustrato en la producción de plántulas de Chile Dulce

Recebido: 12/09/2022 | Revisado: 24/09/2022 | Aceitado: 26/09/2022 | Publicado: 04/10/2022

### **Cicero José de Lima Silva Júnior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5162-3684>  
Instituto Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: [cjlsj1@aluno.ifal.edu.br](mailto:cjlsj1@aluno.ifal.edu.br)

### **Kaslane Ferreira da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0033-4302>  
Instituto Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: [kaslaneferreira02@gmail.com](mailto:kaslaneferreira02@gmail.com)

### **Izael Oliveira Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4430-655X>  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
Centro Educacional Pesquisa Robótica e Inovação, Brasil  
Secretaria Estadual de Educação de Alagoas, Brasil  
E-mail: [Izaelbiologo@gmail.com](mailto:Izaelbiologo@gmail.com)

### **Kézia Ferreira Alves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7221-5786>  
Instituto Federal do Pará, Brasil  
E-mail: [kezia.alves@ifpa.edu.br](mailto:kezia.alves@ifpa.edu.br)

### **Edna Peixoto da Rocha Amorim**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8668-0216>  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: [ednaamorim58@hotmail.com](mailto:ednaamorim58@hotmail.com)

### **Juliana Paiva Carnaúba**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7246-8639>  
Instituto Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: [juliana.carnauba@ifal.edu.br](mailto:juliana.carnauba@ifal.edu.br)

### **Resumo**

A solarização do solo e substratos é uma alternativa como método de desinfestação eficiente para eliminação de patógenos, visto que estimula o desenvolvimento de antagonistas, atuando também no controle de pragas e plantas espontâneas, além de promover o crescimento de plantas. Este trabalho teve por objetivo testar a solarização de 4 substratos a base de esterco bovino, esterco ovino, húmus de minhoca e substrato comercial, em 5 tempos de solarização (0, 24, 48, 72 e 96h). Os substratos foram preparados adicionando terra preta e areia lavada, e submetidos à solarização em dias de sol pleno. Após esse procedimento, os substratos foram distribuídos em bandejas plásticas próprias para produção de mudas e sementes de pimentão foram plantadas. A avaliação do experimento foi realizada quando as mudas apresentaram cerca de cinco folhas definitivas. Os indicadores avaliados foram: Altura de Plantas (AP), Diâmetro do Colo (DC), Número de Folhas (NF), Comprimento de Raiz (CR), % Massa Seca Foliar (MSF), % Massa Seca Caulinar (MSC) e % Massa Seca Radicular (MSR). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e médias comparadas pelo teste Scott-Knott e teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar versão 5.7. Não foram encontradas plântulas com sintomas de doenças durante todo o experimento. O substrato comercial solarizado teve diferenças significativas entre os indicadores testados, apresentando uma maior eficiência no método da solarização. Nos indicadores de massa seca, os substratos testados tiveram resultados significativos com a solarização e podem ser utilizados na agricultura familiar.

**Palavras-chave:** Esterco ovino; Esterco bovino; Húmus de minhoca; Agroecologia.

### **Abstract**

Soil and substrate solarization is an alternative as an efficient disinfestation method to eliminate pathogens, as it stimulates the development of antagonists, also acting in the control of pests and weeds, in addition to promoting plant growth. This work aimed to test the solarization of 4 substrates based on bovine manure, sheep manure, earthworm humus and commercial substrate, in 5 solarization times (0, 24, 48, 72 and 96h). The substrates were prepared by adding black earth and washed sand, and subjected to solarization on full sun days. After this procedure, the substrates were distributed in plastic trays suitable for the production of seedlings and pepper seeds were planted. The evaluation of the experiment was carried out when the seedlings presented about five definitive leaves. The indicators evaluated were: Plant Height (AP), Neck Diameter (DC), Number of Leaves (NF), Root Length (CR), % Leaf Dry Mass (MSF), % Stem Dry Mass (MSC) and % Dry Root Mass (MSR). The data obtained were submitted to analysis of variance and means

compared by the Scott-Knott test and the Tukey test at 5% probability, using the statistical program Sisvar version 5.7. No seedlings with disease symptoms were found throughout the experiment. The commercial solarized substrate had significant differences between the indicators tested, showing greater efficiency in the solarization method. In the dry mass indicators, the tested substrates had significant results with solarization and can be used in family farming.

**Keywords:** Sheep manure; Bovine manure; Earthworm humus; Agroecology.

### Resumen

La solarización de suelos y sustratos es una alternativa como método eficiente de desinfección para eliminar patógenos, ya que estimula el desarrollo de antagonistas, actuando también en el control de plagas y malezas, además de promover el crecimiento de las plantas. Este trabajo tuvo como objetivo probar la solarización de 4 sustratos a base de estiércol bovino, estiércol ovino, humus de lombriz y sustrato comercial, en 5 tiempos de solarización (0, 24, 48, 72 y 96h). Los sustratos se prepararon añadiendo tierra negra y arena lavada, y se sometieron a solarización en días de pleno sol. Luego de este procedimiento, los sustratos se distribuyeron en charolas de plástico aptas para la producción de plántulas y se sembraron semillas de pimienta. La evaluación del experimento se realizó cuando las plántulas presentaron alrededor de cinco hojas definitivas. Los indicadores evaluados fueron: Altura de Planta (AP), Diámetro de Cuello (DC), Número de Hojas (NF), Longitud de Raíz (CR), % Masa Seca de Hoja (MSF), % Masa Seca de Tallo (MSC) y % Masa Seca de Raíz (MSR). Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza y se compararon medias mediante la prueba de Scott-Knott y la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, utilizando el programa estadístico Sisvar versión 5.7. No se encontraron plántulas con síntomas de enfermedad durante todo el experimento. El sustrato solarizado comercial tuvo diferencias significativas entre los indicadores probados, mostrando mayor eficiencia en el método de solarización. En términos de masa seca, los sustratos probados tuvieron resultados significativos con la solarización y pueden ser utilizados en la agricultura familiar.

**Palabras clave:** Estrume de ovelha; Estrume bovino; Homus de minhoca; Agroecologia.

## 1. Introdução

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma olerícola pertencente à família Solanácea, originado da região tropical da América. Está entre as dez hortaliças mais importantes no Brasil, sendo a terceira solanácea mais cultivada (Lopes. et al, 2018), com produção anual de cerca de 290.000 toneladas (Souza et al., 2019).

A formação de mudas é uma fase determinante na produção de hortaliças, visto que influencia de forma direta na produção e no desempenho da cultura implantada (Maciel et al., 2017). Os sustratos são essenciais na qualidade das mudas e devem apresentar boas condições de umidade, macro e microporosidade, disponibilidade de nutrientes e de água, capacidade de troca de cátions e boa associação às raízes (Nadai et al., 2015; Costa et al., 2015). No entanto, alguns sustratos já são adquiridos com a presença de fitopatógenos, gerando prejuízos ao agricultor.

A esterilização do solo e sustratos para a produção de mudas pode ser realizada por meio de produtos químicos, porém, a maioria desses produtos considerados fumigantes tem sido banido do mercado por diversos motivos, não só pelos danos que causam ao meio ambiente, mas também devido à exigência do consumidor por produtos de qualidade e sem risco de contaminação por resíduos. Além desses fatores, o uso de agrotóxicos de amplo espectro de ação pode afetar a população de microrganismos benéficos e promover a seleção de patógenos cada vez mais resistentes a estes produtos, conforme relata Ritzinger e Rocha (2010). Assim, técnicas que preveem a substituição de tais produtos são promissoras para uma agricultura sustentável e agroecológica.

Considerando a necessidade de melhoria de rendimento de algumas culturas, entre elas o pimentão, tem se procurado introduzir novas tecnologias de produção que supram essa necessidade e ao mesmo tempo sejam acessíveis aos agricultores (Fonseca, 2001). Para produção eficiente de pimentões em sistemas agroecológicos, devido à alta suscetibilidade a doenças, uma gama de métodos vem sendo desenvolvidos e testados, como é o caso da solarização, que trata-se de um método de desinfeção do solo para o controle de fitopatógenos, plantas espontâneas, pragas, além da promoção do crescimento de plantas, por meio do uso de energia solar. Este método foi desenvolvido em Israel, por Katan et al. (1976). O tratamento consiste na cobertura do solo, manualmente ou de forma mecanizada, com um filme plástico transparente, preferencialmente no período de maior incidência de radiação solar (Ghini, 1997). Além desse método, que é utilizado em escala maior, pode-se realizar a solarização em sacos

plásticos transparentes, visando a esterilização de substratos para a produção de mudas, conforme Carnaúba et al. (2021). Ghini (1992), recomenda o método para culturas de ciclo curto e sistema radicular pouco profundo, como é o caso da maioria das hortaliças.

Uma série de processos ocorrem no solo durante e após o método da solarização, e o modo de ação é complexo (Stapleton, 2000), já que ocorrem várias mudanças nas propriedades físicas e químicas do solo, bem como nas populações e atividades microbianas. Tais populações exercem papel fundamental na manutenção da fertilidade do solo, armazenando nutrientes de forma temporária em sua biomassa e participando do processo de ciclagem dos nutrientes da matéria orgânica, considerado um importante fator de produtividade (Grisi, 1984; Cerri et al., 1992).

Em solos solarizados é frequente observar um maior crescimento de plantas e maior produtividade. Este fato se deve a diversos processos que ocorrem durante a solarização, envolvendo mudanças nos componentes bióticos e abióticos do solo. Isso pode ocorrer mesmo na ausência de patógenos, porém, o maior crescimento de plantas resulta do controle de pragas ou patógenos, alteração da comunidade microbiana do solo em favor de antagonistas ou microrganismos promotores de crescimento, inativação térmica de plantas espontâneas e liberação de nutrientes no solo, devido à morte e decomposição de parte da microbiota. Além destes, outros mecanismos também podem ocorrer, constituindo em um processo integrado que altera o ambiente do solo resultando em maior crescimento e produção de plantas (Ghini, 1997).

Alguns trabalhos relatam resultados satisfatórios com a solarização. Carnaúba et al. (2021), testando a solarização de substratos na produção de mudas de tomateiro, encontraram resultados positivos com substrato a base de esterco ovino solarizado durante 48h. Hansen e Keinath (2013) obtiveram maior produção de pimentão verde em solos que foram submetidos à solarização após a incorporação de restos culturais de diferentes brássicas.

Diante do exposto, a solarização é uma tecnologia barata e sustentável, podendo ser adotada pelos agricultores da região para a produção de mudas de hortaliças, incluindo os que possuem selo de certificação orgânica. Assim, o presente trabalho teve como objetivo testar o efeito da solarização em quatro tipos de substratos: Esterco Bovino (EB), Esterco Ovino (EO), Húmus de Minhoca (HM) e Substrato Comercial (SC) em cinco tempos de solarização (0h, 24h, 48h, 72h e 96h) na produção de mudas de pimentão.

## 2. Metodologia

O projeto foi desenvolvido nas dependências do Instituto Federal de Alagoas, Campus Murici-AL, Brasil, em casa de vegetação e no Laboratório de Fitopatologia. A solarização foi realizada em área de sol pleno do Campus.

O substrato comercial e o húmus de minhoca foram adquiridos comercialmente, enquanto os esterco bovino e ovino foram obtidos por meio de agricultores da região que não utilizam herbicidas. As sementes de pimentão foram adquiridas comercialmente sem a presença de tratamento com agrotóxicos.

Os substratos utilizados foram misturados à terra preta e areia lavada, na proporção 2:1:1 (2 de terra preta + 1 de substrato + 1 areia lavada). Após esse procedimento, foram peneirados e homogeneizados, com exceção do substrato comercial que já estava pronto para cultivo.

Os substratos foram distribuídos em sacos plásticos transparentes, conforme metodologia citada por Santos et al. (2006), umedecidos e devidamente etiquetados, e foram submetidos à solarização em dias de sol pleno (Figura 1), sendo o período planejado anteriormente, consultando-se a previsão meteorológica do município, com os seguintes tratamentos: testemunha não solarizada (0h); 24h de solarização; 48h de solarização; 72h de solarização; e 96h de solarização. Os sacos contendo os substratos foram virados na metade do período de solarização do dia, para uma distribuição mais homogênea do processo. Durante todo o procedimento, a temperatura do substrato foi aferida com o auxílio de um termômetro digital.

**Figura 1.** Solarização de substrato comercial nas dependências do Campus Murici-AL, para posterior produção de mudas de pimentão.



Fonte: Autores (2022).

Os substratos solarizados e a testemunha (0h) foram distribuídos em bandejas plásticas para produção de mudas e ficaram protegidas em casa de vegetação, sendo realizadas regas diárias duas vezes ao dia. Após germinação, foi realizado desbaste deixando apenas uma plântula em cada célula da bandeja.

O experimento foi avaliado quando as mudas apresentaram em torno de cinco folhas definitivas. Os indicadores avaliados foram: Altura de Plantas (AP), Diâmetro do Colo (DC), Número de Folhas (NF); Massa Seca Foliar (MSF), Massa Seca Caulinar (MSC), Massa Seca Radicular (MSR) e Comprimento de Raiz (CR), segundo metodologia descrita por Freitas et al. (2013).

Após higienização para retirada de resíduos de substrato, as plantas foram separadas por partes: raiz, caule e parte aérea. O número de folhas de cada tratamento será determinado, além da altura das plantas e comprimento da raiz, com auxílio de um paquímetro. Em seguida, as plantas foram pesadas em balança analítica eletrônica (0,001 g) para obtenção do peso verde. Após esse procedimento, os tratamentos foram distribuídos em sacos de papel identificados e colocados em estufa com circulação forçada de ar, a 60 °C até obtenção de peso constante. O material foi novamente pesado para determinação do percentual da massa seca.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição representada por uma bandeja composta por 10 plantas. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4x5; sendo o primeiro fator constituído por quatro substratos e o segundo por 5 tempos de solarização.

Após análise dos parâmetros em cada plântula, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e médias comparadas pelo teste de Scott-Knott e teste de Tukey utilizando o programa estatístico Sisvar versão 5.7.

### 3. Resultados e Discussão

A temperatura média no interior dos substratos durante a solarização foi de 36,5°C. Durante todo o experimento, não foram observados sintomas de doenças nas mudas de pimentão. Este fato pode se dar pelo uso de sementes sadias, bem como o substrato comercial utilizado estar isento de fitopatógenos.

A Tabela 1 mostra que em relação à altura da planta, os tratamentos HM 0H, HM 48H foram os que tiveram as maiores alturas em centímetro, não diferindo estatisticamente entre si. O tratamento com SC apresentou diferenças do tempo 0H de solarização dos demais tempos de solarização, demonstrando uma maior eficiência do método nesse tratamento.

**Tabela 1.** Efeito de cinco tempos de solarização (0, 24, 48, 72 e 96 horas) sobre o crescimento de mudas de pimentão, utilizando esterco ovino (EO), esterco bovino (EB), húmus de minhoca (HM) e substrato comercial (SC), nos indicadores: Altura de Plantas (AP), Comprimento de Raiz (CR), Diâmetro do Colo (DC), Número de Folhas (NF), Massa Seca Foliar (MSF), Massa Seca Caulinar (MSC) e Massa Seca Radicular (MSR).

Substrato	AP (cm)	CR (cm)	DC (cm)	NF	MSC (%)	MSF (%)	MSR (%)
<b>EO0H</b>	7,43 b	4,97 a	0,14 a	4,02 a	8,73 c	10,93 a	11,76 b
<b>EO24H</b>	7,42 b	4,78 a	0,15 a	4,57 a	28,18 g	23,56 d	9,64 a
<b>EO48H</b>	8,03 b	4,91 a	0,17 b	4,60 a	9,60 c	12,16 b	12,10 b
<b>EO72H</b>	7,16 b	3,88 a	0,14 a	4,00 a	8,62 c	9,16 a	14,83 c
<b>EO96H</b>	6,19 a	4,85 a	0,15 a	4,12 a	7,34 c	9,74 a	11,57 b
<b>EB0H</b>	5,17 a	4,94 a	0,12 a	4,20 a	5,72 b	10,10 a	7,91 a
<b>EB24H</b>	6,07 a	5,03 a	0,12 a	4,27 a	4,60 b	8,47 a	9,05 a
<b>EB48H</b>	5,91 a	4,95 a	0,12 a	4,05 a	3,54 a	13,83 b	7,17 a
<b>EB72H</b>	5,22 a	5,41 a	0,15 a	3,80 a	7,96 c	15,79 c	15,72 c
<b>EB96H</b>	6,18 a	5,8 b	0,15 a	4,27 a	10,91 d	15,34 c	16,75 c
<b>HM0H</b>	10,67d	6,97 b	0,20 b	4,35 a	13,85 e	15,94 c	14,66 c
<b>HM24H</b>	6,76 b	6,00 b	0,14 a	4,45 a	7,22 c	10,79 a	8,64 a
<b>HM48H</b>	11,43 d	7,02 b	0,24 b	5,60 b	17,10 f	13,31 b	11,64 b
<b>HM72H</b>	10,25 d	6,65 b	0,20 b	4,80 b	13,52 e	12,97 b	14,12 c
<b>HM96H</b>	9,62 c	6,32 b	0,19 b	4,57 a	11,57 d	13,17 b	14,49 c
<b>SC0H</b>	5,92 a	5,40 a	0,17 b	3,87 a	2,54 a	7,74 a	10,20 b
<b>SC24H</b>	9,50 c	7,32 b	0,19 b	4,42 a	14,56 e	13,64 b	13,40 c
<b>SC48H</b>	8,97 c	6,81 b	0,20 b	4,42 a	12,01 d	14,92 c	10,93 b
<b>SC72H</b>	8,88 c	7,02 b	0,20 b	5,12b	11,98 d	13,12 b	11,21 c
<b>SC96H</b>	8,95 c	6,10 b	0,18 b	4,15 b	14,05 e	12,19 b	12,70 c
<b>CV%</b>	12,22	13,65	14,6	12,82	15,26	15,8	14,65

\* As médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. \*\* Médias de 10 repetições. Fonte: Autores (2022).

Para o comprimento de raiz, os tratamentos com EO e EB em todas as horas de solarização, não diferiram estatisticamente entre si, bem como o SC 0H. Já os tratamentos com HM e SC apresentaram os maiores resultados.

No indicador diâmetro do caule, o tratamento EO 48H diferiu da testemunha EO 0H; todos os tratamentos com EB não diferiram entre si; o HM 24H diferiu dos demais tempos de solarização, incluindo a testemunha 0H; e os tratamentos com SC não tiveram diferenças estatísticas entre si e nem dos tratamentos: EO 48H, HM 0H, HM 48H, HM 72H e HM 96H.

Os tratamentos que apresentaram o maior número de folhas foram HM 48H, HM 72H e SC 72H, não diferindo entre si.

Para o percentual de MSC, o tratamento EO 24H teve o resultado mais expressivo, diferindo dos demais tratamentos, apresentando 28,18% de massa seca do caule, seguido por HM 48H. Os menores percentuais de MSC foram encontrados nos tratamentos EB 48H e SC 0H.

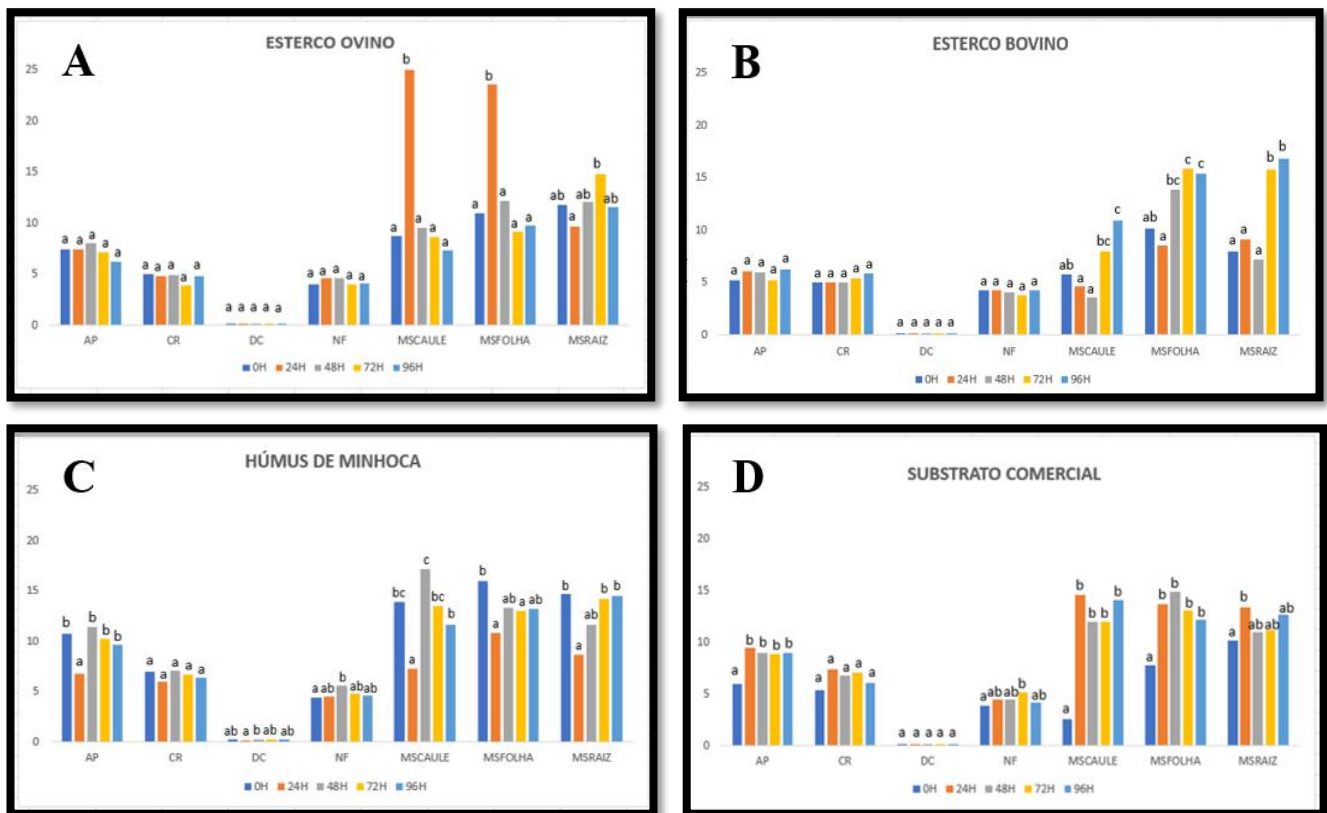
Silva (2015) afirma que os teores de nutrientes observados em uma planta estão diretamente associados à matéria seca e indicam o quanto há de retorno de macronutrientes ao solo. Isto se dá à medida que ocorre aumento do acúmulo de matéria orgânica, considerando-se a massa das partes secas da planta (frutos, caule, folhas, raiz e outros). O rendimento da cultura depende da produção de biomassa total e da distribuição de matéria seca entre as partes produtivas e não produtivas da planta,

desta maneira podemos relacionar a conversão de biomassa à eficiência média de conversão da radiação absorvida para matéria seca e da partição desta entre as partes úteis e o restante da planta. (Cabanêz et al., 2011).

Todos os tratamentos de SC diferiram da testemunha SC 0H. Já para a MSF, o tratamento EO 24H também teve o resultado mais expressivo diferindo de todos os demais, seguido pelos tratamentos EB 72H, EB 96H, HM 0H, SC 48H, sem diferenças estatísticas entre sim. O tratamento utilizando substrato comercial, em todos os tempos de solarização diferiram da testemunha SC 0H.

A Figura 2 mostra o resultado das análises realizadas para cada substrato solarizado de forma individualizada. Pode-se observar que de modo geral, o SC foi o que apresentou resultados mais expressivos da solarização, visto que ocorreram diferenças estatísticas do tempo 0H de solarização na maioria dos indicadores avaliados, tais como: AP, NF no tempo de 72H, %MSC, %MSF e % de MSR no tempo de 24H de solarização (Figura 2D). Os demais substratos apresentaram diferenças da testemunhas em alguns indicadores. O EO apresentou o percentual de MSC e MSF com diferenças expressivas à 24H de solarização (Figura 2A). Por outro lado, o EB diferiu da testemunha nos tempos de solarização de 72 e 96H %MSC, %MSF e %MSR (Figura 2B). Para o substrato HM, nos indicadores AP, %MSC, %MSF e %MSR apresentaram no tempo de 24H de solarização, menores resultados quando comparados com a testemunha não solarizada.

**Figura 2.** Crescimento de mudas de pimentão com substratos solarizados em 5 tempos (0, 24, 48, 72 e 96 horas), nos indicadores: Altura de Plantas em cm (AP), Comprimento de Raiz em cm (CR), Diâmetro do Colo em cm (DC), Número de Folhas (NF), % de massa seca do caule (MSCAULE), % de massa seca da folha (MSFOLHA) e % de massa seca da raiz (MSRAIZ): A) Esterco Ovino; B) Esterco Bovino; C) Húmus de Minhoca; D) Substrato Comercial.



\* Barras com letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores (2022).

A promoção de crescimento de plantas está relacionada com o desenvolvimento de microrganismos benéficos. Donzeli (2006), observou a influencia de 17 isolados de *Pseudomonas* spp. fluorescentes na promoção de crescimento de mudas de alface

com substrato solarizado, além do efeito deletério de 2 isolados. Observou também que, independente da solarização, 18 isolados foram capazes de promover o crescimento de mudas e que a solarização, independente da inoculação de bactérias benéficas, proporcionou um maior crescimento de plantas de alface. Souza et al. (2013), testando substratos orgânicos concluiu que o substrato com esterco ovino + solo (2:1) deve fornecer quantidades satisfatórias de nutrientes, principalmente o fósforo.

Indicadores como altura da planta, combinado com o diâmetro do colo, é um dos mais importantes caracteres morfológicos para se estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo. Taiz et al. (2017) apontam que, as plantas com maior diâmetro de colo apresentam maiores tendências à sobrevivência, principalmente pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes. No presente trabalho, os tratamentos solarizados não apresentaram diferenças entre si e nem da testemunha entre estes indicadores. De forma isolada, apenas o tratamento com substrato comercial solarizado apresentou um melhor desempenho na altura da planta, mas na comparação de todos os tratamentos (substratos e solarização), apenas o EB apresentou uma menor altura da planta.

Silva et al. (2019), testando diferentes substratos na produção de mudas de pimento e pimentão, encontrou um maior número de folhas em mudas produzidas com substrato comercial, corroborando em parte com a presente pesquisa, onde foi observado um maior NF em SC solarizado com 72 e 96H. Além disso, o HM submetido à 48 e 72H de solarização, também apresentou resultados semelhantes. Em relação ao rendimento da MSF sob influência de substratos orgânicos em plantas de rúcula, Silva et al. (2019) encontraram um maior desempenho quando cultivadas com EB, em comparação com o EO. Silva et al. (2020) também observaram aumento significativo no rendimento da MSF em plantas de *Salvia officinalis* cultivadas com EB. Na presente pesquisa, o EO com 48H de solarização, teve resultados mais expressivos para MSF, seguido por EB solarizado (72 e 96H).

Para o indicador MSR, observou-se que os melhores tratamentos foram com EO 0H; EB 72 e 96H; HM 0, 72 e 96H; e SC 24, 72 e 96H. Por outro lado, Silva et al. (2022) estudando a interferência de fontes de adubos orgânicos em rúcula, verificaram um maior incremento quando cultivadas com HM em comparação com EO e EB.

Em pesquisa com produção de mudas de pimentão com diferentes substratos, Araújo Neto et al. (2009), observaram um desempenho superior em todas os indicadores analisados com o substrato comercial e relatam que este fato ocorreu porque o substrato comercial apresenta composição química balanceada, concordando com os resultados desse trabalho, visto que o substrato comercial solarizado teve diferenças significativas entre os indicadores testados, apresentando uma maior eficiência no método da solarização. Silva et al. (2022), utilizando coletor solar na desinfestação de *Meloidogyne enterolobii* para a produção de mudas de tomateiro, concluíram que após 12h de solarização, nenhuma galha foi observada em raízes, nem ovos ou juvenis de segundo estágio do nematóide em estudo.

Cassimiro et al. (2021), estudando a germinação de ervas espontâneas na Caatinga, encontraram resultados positivos de supressão total da germinação em solo solarizado. Maia Jr. et al. (2020), trabalhando com a infestação de plantas daninhas em cultivos de feijão caupi, concluíram que a solarização utilizando coletor solar, associada a cobertura morta, inibe a infestação de plantas daninhas.

Gomes et al. (2020) relata que o emprego de práticas agrícolas conservacionistas na produção de vegetal possibilita aos agricultores, principalmente o pequeno agricultor, alcançar um mercado de produtos diferenciados, com o aproveitamento de materiais disponíveis no local para a formação do agrossistema familiar. Sendo assim, pesquisas utilizando métodos alternativos como o do presente trabalho são promissoras para o desenvolvimento da agricultura sustentável, pois visa técnicas que não poluem o meio ambiente, bem como estimula o aproveitamento de resíduos que já existem nas propriedades rurais.

## 4. Conclusão

O substrato comercial solarizado teve diferenças significativas entre os indicadores testados, apresentando uma maior eficiência no método da solarização.

Nos indicadores de massa seca, os substratos testados tiveram resultados significativos com a solarização e podem ser utilizados na agricultura familiar.

Novas pesquisas com métodos alternativos e com uso de substratos orgânicos são promissoras para o desenvolvimento da agroecologia.

Estudos observando a fenologia do pimentão são necessários para mensurar a influência dos substratos que proporcionaram maior acúmulo de biomassa e se esta relação influencia a produção de frutos em tamanho, quantidade e número de sementes.

## Referências

- Araújo Neto, S. E., Azevedo, J. M. A., Galvão, R. A., & Oliveira, E. B. L. (2009). Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. *Ciência Rural*, 39 (5), 1408-1413. 10.1590/S0103-84782009005000099.
- Cabanêz, P. A., Cabanêz, P. A., & de Paula, M. F. (2011). Massa da matéria fresca e seca da parte aérea da cultura do pinhão-mansinho cultivado no município de Alegre-Es. *XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba*. João Pessoa Paraíba.
- Carnaúba, J. P., Santos, P. J. C., Silva, I. O., Peixinho, G. S., & Amorim, E. P. R. (2021). Solarização de substrato a base de esterco ovino como alternativa ao substrato comercial na produção de mudas de tomate. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*. Curitiba, 4 (3), 3188-3199. 10.34188/bjaerv4n3-031.
- Cassimiro, C.A. L., Gomes, V. G. N., Batista, F. R. C., Lima, A. G., & Sales Filho, F. O. (2021). Efeito da solarização do solo no controle de ervas espontâneas em uma área de Caatinga na Paraíba, Brasil. *Gaia Scientia*, 15 (2), 139-152. 10.22478/ufpb.1981-1268.2021v15n2.57243.
- Cerri, C. C., Andreux, F., & Eduardo, B. P. (1992). O ciclo do carbono do solo. In: Cardoso, E. J. B. N., Saito, S. M. T., & Neves, M. C. P. *Microbiologia do Solo* (360p.). Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Costa, L. A. D. M., Costa, M. S. S. M., Pereira, D. C., Bernardi, F. H., & Maccari, S. (2015). Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino. *Revista Ceres*, 60 (5), 675-682.
- Donzeli, V. P. (2006). *Biodiversidade funcional da microbiota e promoção de crescimento de plantas de alface por Pseudomonas spp. fluorescentes em substrato solarizado*. p.109. Tese. Doutorado em Genética e Biologia Molecular. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Fonseca, T. G. (2001). *Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO<sub>2</sub> na água de irrigação*. p.72. Dissertação. Mestrado em Agronomia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- Ghini, R. (1997). Desinfestação do solo com o uso de energia solar: solarização e coletor solar. Jaguariúna: *Embrapa-CNPMA*. (Embrapa-CNPMA. Circular Técnica, 1).
- Freitas, G. A., Silva, R. R., Barros, H. B., Melo, A. V. M., & Abrahão, A. P. (2013). Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. *Revista Ciência Agronômica*, 44 (1), 159-166.
- Ghini, R., Bettiol, W., & Souza, N. L. (1992). Solarização do solo para o controle de *Verticillium dahliae* em berinjela. *Fitopatologia Brasileira*, 17 (4), 384-388.
- Gomes, K. J. S., Almeida, M. S., Lima, A. F. S., & Marques, V. B. (2020). Desempenho agrônomico do crescimento e coeficientes de produção do rabanete cultivado em diferentes tipos de cobertura morta. *Research, Society and Development*, 9 (8), 1-14. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5078>.
- Grisi, B. M. (1984). Metodologia na determinação de biomassa microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 8, 167-172.
- Hansen, Z. R., & Keinath, A. P. (2013). Increased pepper yields following incorporation of biofumigation cover crops and the effects on soilborne pathogen populations and pepper diseases. *Applied Soil Ecology*, 63, 67-77.
- Katan, J., Greenberger, A., Alon, H., & Grinstein, A. (1976). Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. *Phytopathology*, 66, 683-688.
- Lopes, S. M., Alcantra, E., Rezende, R. M., & Freitas, A. S. (2018). Avaliação de frutos de pimentão submetidos ao ensacamento no cultivo orgânico. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, 16 (1), 1 -11.
- Maciel, T. C. M., Silva, T. I., Alcântara, F. D. O., Marco, C. A., & Ness, R. L. L. (2017). Substrato à base de pequi (*Caryocar coriaceum*) na produção de mudas de tomate e pimentão. *Journal of Neotropical Agriculture*, 4(2), 9-16.
- Maia Júnior, S. O., Andrade, L. R., Andrade, J. R., & Reis, L. S. (2020). Infestação de plantas daninhas e crescimento do feijão-caupi em solo manejado com solarização e cobertura morta. *Scientific Electronic Archives*, 13 (4), 28-34. <http://dx.doi.org/10.36560/13420201023>.



- Nadai, F. B., Menezes, J. B. C., Catão, H. C. R. M., Advíncula, T., & Costa, C. A. (2015). Produção de mudas de tomateiro em função de diferentes formas de propagação e substratos. *Revista Agro@mbiente On-line*, 9 (3), 261-267.
- Ritzinger, C. H. S. P., & Rocha, H. S. (2010). Uso da técnica da solarização como alternativa para o preparo do solo ou substratos para produção de mudas isentas de patógenos do solo. Cruz das Almas: *Embrapa Mandioca e Fruticultura*. p. 13 (EMBRAPA, cartilha).
- Santos, C. D. G., Carvalho, S. L. F., & Silva, M. C. L. (2006). Solarização do solo em sacos plásticos para o controle dos nematóides das galhas, *Meloidogyne incognita* e *M. Javanica*. *Revista Ciência Agronômica*, 37 (3), 350-356.
- Silva, A. (2015). *Acúmulo de matéria seca e nutrientes em plantas de cobertura do solo e meloeiro em sistemas de cultivo*. 2015. 81 f. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical)- Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.
- Silva, L. C. V., Souza, G. S., Santos, A. R., Braulio, C. S., Brito, G. S., Oleiveira, A. S., Machado, J. P., & Souza, E. S. (2022). Rendimento de fitomassa da rúcula em diferentes ambientes de luz e substratos orgânicos. *Research, Society and Development*, 11 (8), 1-11. Doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i8.300971>.
- Silva, L. P., Oliveira, A. C., Alves, N. F., Silva, V. L., & Silva, T. I. (2019). Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. *Colloquium Agrariae*, 15 (3), 104-115.
- Souza, I. L., Tomazella, V. B., Santos, A. J. N., Moraes, T., & Silveira, L. C. P. (2019). Parasitoids diversity in organic Sweet Pepper (*Capsicum annuum*) associated with Basil (*Ocimum basilicum*) and Marigold (*Tagetes erecta*). *Brazilian Journal of Biology*, 79 (4), 603-611. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.185417>.
- Souza, E. G. F., Barros Júnior, A. P., Silveira, L. M., Santos, M. G., & Silva, E. F. (2013). Emergência e desenvolvimento de mudas de tomate IPA 6 em substratos contendo esterco ovino. *Revista Ceres*, 60 (6), 902-907.
- Stapleton, J. J. (2000). Soil solarization in various agricultural production systems. *Crop Protection*, 19, 837-841.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. (6aed). Artmed.