

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO-  
CAMPUS CERES

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

APLICAÇÃO DE SILÍCIO NO CULTIVO DE PIMENTA DEDO-DE-MOÇA  
SUBMETIDA A DOSES DE HIDROGEL E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Autor: Murilo Luiz Gomes Silva

Orientador: Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão

CERES-GO  
2022

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO-  
CAMPUS CERES  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

APLICAÇÃO DE SILÍCIO NO CULTIVO DE PIMENTA DEDO-DE-MOÇA  
SUBMETIDA A DOSES DE HIDROGEL E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Autor: Murilo Luiz Gomes Silva

Orientador: Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão

Dissertação apresentada como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO no Programa de Pós- Graduação em em Irrigação no Cerrado, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres. Área de concentração: Tecnologia de irrigação.

CERES-GO  
2022



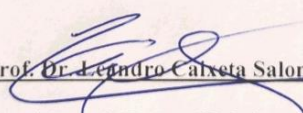
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO  
CAMPUS CERES

## **APLICAÇÃO DE SILÍCIO NO CULTIVO DE PIMENTA DEDO-DE-MOÇA SUBMETIDO A DOSES DE HIDROGEL E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

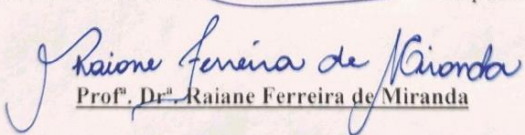
Autor: Murilo Luiz Gomes Silva  
Orientador: Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão

TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado – Área de Concentração: Irrigação

APROVADO em: 28 de setembro de 2022.

  
Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão

(Orientador e Presidente da Banca- IF Goiano – Campus Ceres)

  
Prof.ª Dr.ª Raiane Ferreira de Miranda

(Avaliadora interna- Campus Urutai)

  
Prof. Dr. Cleiton Gredson Sabin Benett

(Avaliador externo- Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri)

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

Sa Silva, Murilo Luiz Gomes  
APLICAÇÃO DE SILÍCIO NO CULTIVO DE PIMENTA DEDO-  
DE-MOÇA SUBMETIDA A DOSES DE HIDROGEL E LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO / Murilo Luiz Gomes Silva; orientador  
Leandro Caixeta Salomão ; co-orientador Antônio Evami  
Cavalcante Sousa . -- Ceres, 2022.  
53 p.  
  
Dissertação (Mestrado em Irrigação no Cerrado) --  
Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2022.  
  
1. irrigação. 2. pimenteira. 3. silicato de  
potássio. I. , Leandro Caixeta Salomão, orient. II.  
, Antônio Evami Cavalcante Sousa, co-orient. III.  
Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 nº2376

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por proporcionar o dom da vida, juntamente com toda capacidade que Ele me deu para realizar todo o processo de Pós-Graduação, principalmente nos momentos da execução do projeto, dando forças para passar por todas as dificuldades.

À minha família, que nunca me desamparou em nenhum momento, proporcionando todo auxílio necessário tanto emocional quanto financeiro.

A meus pais José Luiz e Veneranda Antônia, por todo amor e companheirismo prestado durante esses anos. À minha irmã Yasmin Beatriz, pela ajuda quando necessário.

À minha namorada, amiga, companheira de projeto, colega de turma, Nayline Cristina de Almeida Vaz, que sempre esteve presente em todos os momentos do mestrado, prestando todo apoio e acreditando em meu potencial.

Aos servidores do Instituto Federal Campus Ceres e Campus Urutaí, por terem colaborado com a condução de todos os experimentos ao longo da pós-graduação.

Aos professores, Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa, Dr<sup>a</sup> Priscila Jane Romano Gonçalves Selari e a meu orientador, Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão, por todo apoio, orientação e ajuda nos momentos necessários.

Agradeço também à banca, composta pelo Dr. Cleiton Gredson Sabin Benett e pela Dr<sup>a</sup> Raiane Ferreira de Miranda, que dispuseram de seu tempo para estar presente em minha defesa.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Murilo Luiz Gomes Silva, filho de José Luiz da Silva e Veneranda Antônia, nascido em Catalão-GO, em 07 de setembro de 1996, solteiro. Engenheiro Agrícola pelo Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, concluído em 2019. Experiência profissional na área de consultoria de irrigação, trabalhando diretamente com o manejo, gerenciamento e engenharia em áreas irrigadas desde março de 2020 até o momento. Ainda em 2020, iniciou o mestrado em Irrigação no Cerrado no Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, a ser concluído no segundo semestre de 2022.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> IF Goiano - Campus Urutaí, 2022. ....	21
<b>Figura 2:</b> Ambiente protegido localizado no Instituto Federal, Campus Urutaí, utilizado para condução do experimento de pimenta dedo-de-moça no ano de 2022. ....	22
<b>Figura 3:</b> Termo-higrômetro digital dentro da estrutura de madeira pintada de branco, utilizado para a coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar. ....	23
<b>Figura 4: A:</b> Volume coletado durante o teste de uniformidade. <b>B:</b> Visão geral da realização do teste em que todos os gotejadores foram aferidos. ....	25
<b>Figura 5:</b> Tanque tipo classe A utilizado para o manejo da irrigação durante a condução do experimento. ....	26
<b>Figura 6: A:</b> Frutos da pimenteira com diversos comprimentos e diâmetros. <b>B:</b> Pesagem das pimentas para obtenção da massa fresca em balança de precisão. <b>C:</b> Medição dos dados biométricos do fruto através do paquímetro. ....	29
<b>Figura 7:</b> Medidas de temperatura média, máxima e mínima em °C durante a condução do trabalho. ....	30
<b>Figura 8:</b> Medidas de umidade relativa do ar média em (%) durante a condução do trabalho. ....	31
<b>Figura 9.</b> Volume total irrigado no final do experimento. ....	32
<b>Figura 10.</b> Altura da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 30 dias após o plantio. ....	33
<b>Figura 11.</b> Altura da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 60 dias após o plantio. ....	34
<b>Figura 12.</b> Altura da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 90 dias após o plantio. ....	35
<b>Figura 13.</b> Altura da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 120 dias após o plantio das mudas de pimenta. ....	36
<b>Figura 14.</b> Diâmetro da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 30 dias após o plantio das mudas de pimenta. ....	37
<b>Figura 15.</b> Diâmetro da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 60 dias após o plantio das mudas de pimenta. ....	38

<b>Figura 16.</b> Diâmetro da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 90 dias após o plantio. ....	39
<b>Figura 17.</b> Diâmetro da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 120 dias após o plantio. ....	40
<b>Figura 18.</b> Média do número de frutos produzidos após duas colheitas.....	41
<b>Figura 19.</b> Média da massa fresca dos frutos (g), após duas colheitas .....	42
<b>Figura 20.</b> Média da massa seca do fruto, em gramas, após duas colheitas. .	43
<b>Figura 21.</b> Média do comprimento do fruto, em centímetros, após duas colheitas. ....	44
<b>Figura 22.</b> Média do diâmetro do fruto, em centímetros, após duas colheitas.	45



## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	7
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Cultivo de pimenta .....	14
2.2 Ambiente protegido .....	15
2.3 Irrigação .....	16
2.3.1 Irrigação localizada.....	17
2.4 Hidrogel.....	18
2.5 Silício .....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	21
3.1 Local .....	21
3.2 Clima e solo .....	23
3.3 Irrigação .....	24
3.4 Transplântio .....	28
3.5 Tratos culturais.....	28
3.6 Parâmetros analisados .....	28
3.7 Análise de dados .....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30
5. CONCLUSÃO .....	46
6. REFERÊNCIAS .....	46

## RESUMO

SILVA, MURILO LUIZ GOMES. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, janeiro de 2022. **Aplicação de silício no cultivo de pimenta dedo-de-moça submetido a doses de hidrogel e lâminas de irrigação.** Orientador: Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão.

A pimenta dedo-de-moça é uma hortaliça da família *Solanaceae*, gênero *Capsicum*, bastante cultivada no Brasil pelo seu alto valor de mercado. As pimenteiras são responsivas à irrigação, sendo que o déficit e o excesso de água podem trazer prejuízos para o desenvolvimento da cultura, tornando necessários estudos do bom manejo de irrigação. Foi conduzido um experimento em ambiente protegido situado no Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. As mudas produzidas foram transplantadas para vasos com capacidade de 12 litros, quando tinham entre quatro e seis folhas. O delineamento experimental foi do tipo inteiramente casualizado em sistema fatorial 4x4x2, com quatro repetições por tratamento. As plantas foram submetidas a quatro doses de solução de “hidrogel” (0, 100, 300 e 700 mL), quatro lâminas de irrigação (25, 50, 75 e 100%) e presença ou não de silicato de potássio. Para as análises biométricas, foram observados altura e diâmetro da planta. Após 30, 90 e 120 dias do transplante, foram observados efeitos significativos no fator lâmina de irrigação na variável altura da planta, destacando-se lâminas de 75 e 100% da irrigação total necessária. Para diâmetro da planta, a diferença entre os tratamentos aconteceu com 90 e 120 DAT, evidenciando o tratamento com lâmina de 75%, 100mL de hidrogel e presença de silício. Para as variáveis de produção, foi observado que o maior número de frutos por planta resultou de tratamentos com lâmina de 75%, sendo que os outros fatores não se diferenciaram entre si isoladamente. As médias de massa seca do fruto foram maiores quando submetidas a lâminas de 75% e os outros fatores não mostraram diferenciação. O diâmetro do fruto expressou maiores valores quando utilizados níveis de irrigação de 100%. As variáveis massa fresca e comprimento do fruto não apresentaram diferentes respostas aos tratamentos de lâmina, hidrogel e silício.

**PALAVRAS – CHAVE:** irrigação, pimenteira, silicato de potássio.

## ABSTRACT

SILVA, MURILO LUIZ GOMES. Goiano Federal Institute, Ceres Campus, Goiás State (GO), Brazil, January 2022. **Silicon application on chili pepper cultivation subjected to hydrogel doses and irrigation blades.** Advisor: Prof. Dr. Salomão, Leandro Caixeta.

The *Ají amarillo chili* is a greenery belonging to *Solanaceae* family, *Capsicum* genus, widely cultivated in Brazil due to its high market value. Peppers are responsive to irrigation, so that the water deficit or excess can harm the culture development, thus requiring studies on good irrigation management. An experiment was carried out in a protected environment located at the Goiano Federal Institute, Goiás State (GO), Brazil, Urutaí Campus. The seedlings produced were transplanted into pots with a capacity of 12 L when they had from four to six leaves. The experimental design was completely randomized in a 4 x 4 x 2 factorial system with four replicates per treatment. The plants were submitted to four doses of "hydrogel" solution (0, 100, 300, and 700 mL), four irrigation blades (25%, 50%, 75%, and 100%), and presence or absence of potassium silicate. Plant height and diameter were observed for biometric analysis. Significant effects were found in the irrigation blade factor on the variable plant height, highlighting blades of 75% and 100% of the total irrigation required after 30, 90, and 120 days after transplanting (DAT). Checking the plant diameter, the difference between the treatments occurred at 90<sup>th</sup> and 120<sup>th</sup> DAT, showing the treatment with a 75% blade, 100 mL hydrogel, and silicon presence. It was found that the highest number of fruits per plant resulted from treatments with a blade of 75% and other factors did not differ individually. The fruit dry mass averages were higher when submitted to 75% blades, and other factors did not show differentiation. The fruit diameter expressed higher values when irrigation levels were used at 100%. The fresh mass and fruit length variables did not show different responses to the blade, hydrogel, and silicon treatments.

**KEYWORDS:** Irrigation. Pepper plant. Potassium silicate.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento de áreas irrigadas no Brasil vem se destacando com o passar dos anos, sendo assim exigido um volume de água maior para que a produção cresça de forma exponencial. A utilização de tecnologias que auxiliam no manejo de irrigação pode orientar o produtor em sua tomada de decisão, de maneira que atenda à demanda quantitativa e, por outro lado, seja possível utilizar os recursos naturais de forma eficiente e sustentável.

Além do gerenciamento da irrigação, uma das alternativas possíveis para otimizar o uso dos recursos hídricos é o déficit de água regulado com redução do suprimento de água para melhorar sua eficiência (sem comprometer o desenvolvimento da planta e da produtividade), um aprimoramento recentemente explorado (YANG *et al.* 2017).

A melhoria na eficiência da irrigação pode chegar a 80%, com um aumento no déficit hídrico, de acordo com simulações feitas na região do Mediterrâneo (GARCÍA-GARIZÁBAL *et al.*, 2017). No entanto, apesar de ser considerado uma estratégia promissora no uso da água, o uso de irrigação por déficit apresenta-se como um desafio para atender aos requisitos fisiológicos das plantas (MANCOSU *et al.* 2016). O uso de polímero retentor e de fontes de silício pode contribuir para essa estratégia de manejo da irrigação, sendo possíveis redutores de efeitos negativos causados pelo déficit hídrico no solo e, consequentemente, pelo estresse hídrico na planta.

O hidrogel (polímero hidrorretentor) é um material capaz de reter grandes volumes de água e que pode armazenar centenas de vezes o seu peso em água, que é gradualmente liberada para as plantas, favorecendo a possibilidade de aumentar o intervalo de irrigação (MENDONÇA *et al.*, 2015; NAVROSKI *et al.*, 2015).

O silício pode promover resistência às plantas a condições de estresse salino e falta de água, e isso acontece provavelmente para garantir a integridade e a estabilidade da membrana celular (ZUCCARINI, 2008).

Desta forma, o estudo da interação de combinações do silício com o hidrogel na cultura da pimenta, que é uma cultura responsiva à irrigação e de

importância para os produtores de hortaliças no Brasil por ter um alto valor agregado, é viável no sentido de diminuir a quantidade de água aplicada com a utilização dessas tecnologias de irrigação apontadas.

O objetivo deste estudo foi avaliar como as diferentes lâminas de irrigação e as combinações de doses de polímeros hidrorrententes aplicados via solo e com a presença ou não de silício aplicados via foliar irão contribuir com o cultivo da pimenta dedo-de-moça.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultivo de pimenta

As pimentas são as espécies e variedades do gênero *Capsicum*, com frutos geralmente menores que os pimentões, com diferentes formatos, normalmente têm paladar picante, havendo espécies sem o caráter picante (CARVALHO et al., 2003). O cultivo de pimentas acontece praticamente em todas as regiões do Brasil e é um dos melhores exemplos de integração entre a agricultura familiar e a agroindústria (COSTA; HENZ, 2007).

O cultivo de pimentas no Brasil é considerado patrimônio da agrobiodiversidade nacional, sendo um segmento de mercado que envolve desde pequenas agroindústrias até a exportação por empresas multinacionais, com forte expressão tanto na indústria alimentícia, quanto na farmacêutica e cosmética (RODRIGUES, 2016).

O reconhecimento das pimentas na culinária é em nível mundial, além disso, seus pigmentos, aromas e substâncias pungentes são largamente utilizados nas indústrias (BOSLAND; VOTAVA, 1999; LUTZ; FREITAS, 2008). Extratos de pimentas são usados em produtos cosméticos e farmacêuticos. As pimentas também são usadas como plantas ornamentais (BOSLAND; VOTAVA, 1999).

Entre as muitas pimentas conhecidas, estão presentes as do gênero *Capsicum*, família *Solanaceae* (BARBIERI; NEITZKE, 2008). As pimentas desse gênero estão entre as primeiras plantas domesticadas na América Central (BASU; DE, 2003). Elas são consumidas e comercializadas em forma de conservas, molhos, *in natura* e desidratadas (FREITAS et al., 2008).

O gênero *Capsicum* tem cerca de 25 espécies, compreendendo cinco domesticadas - *C. annuum* L. var. *annuum* (pimentão), *C. baccatum* L. var. *pendulum* (pimenta-dedo-de-moça), *C. chinense* Jacq. (Pimenta de cheiro), *C. frutescens* L. (Pimenta malagueta) e *C. pubescens* (Pimenta rocoto) -, sendo as demais espécies semidomesticadas e silvestres (REIFSCHNEIDER, 2000).

A pimenta dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* L.) tem elevada variabilidade genética. Seus frutos são de tamanho mediano, com polpa firme e pungência, que varia de suave a mediana (CARVALHO et al., 2006). Os frutos

são de proporções medianas quando comparados a outras pimentas, têm aspecto alongado e cor vermelha quando maduros, com dimensões de 7,5 cm de comprimento por 1 a 1,5 cm de largura, com polpa firme e pungência suave (CARVALHO et al., 2003). Por terem tais aspectos, as pimentas são consideradas uma das especiarias mais preciosas do mundo, em razão do seu valor agregado (SOUZA et al., 2015).

No cultivo de olerícolas, como, por exemplo, as pimentas, é fundamental o uso de irrigação, pois o sistema de cultivo e o manejo de irrigação são determinantes para alcançar um bom rendimento da pimenteira (BARROCA et al., 2015). Ainda de acordo com os mesmos autores, a irrigação localizada por gotejamento é a mais utilizada para esta cultura, em razão do menor consumo de água e aplicação localizada na zona radicular da planta, reduzindo doenças na parte aérea.

## **2.2 Ambiente protegido**

A exigência de controlar os fatores ambientais que participam da produção em ambientes protegidos é essencial para o sucesso e a sustentabilidade da operação, sendo fundamental a correta mensuração de grandezas ambientais, incluindo temperatura e umidade relativa do ar (ROZALINO, 2019). O cultivo de plantas em ambiente protegido vem se difundindo no Brasil, sendo muito utilizado em olerícolas, plantas ornamentais e na produção de mudas (DE OLIVEIRA et al., 2019).

Por muito tempo a cobertura de um ambiente era feita com vidro em razão de suas propriedades físicas. No momento atual, o polietileno de baixa densidade (PEBD) é o material mais utilizado porque, além de apresentar propriedades como a transparência, é flexível, barato e facilita o manuseio (PURQUERIO; TIVELLI, 2006).

A tecnologia do cultivo em casas de vegetação vem se ampliando cada vez mais por ser um avanço para a agricultura, garantindo a produção fora da estação, minimizando o efeito ambiental adverso, ainda proporcionando maiores produtividades. Essa tecnologia vem sendo utilizada para proteger as culturas de condições climáticas severas, a exemplo da precipitação e de

ventos (DANNEHL et al., 2014; ISHII et al., 2016; SHAMSHIRI et al., 2018; EZZAERI et al., 2018).

Segundo Santos et al. (2010), este tipo de cultivo pode permitir plantios em épocas que normalmente não seriam possíveis para a produção a céu aberto. E seu maior propósito é melhorar a produtividade e a qualidade dos frutos por proporcionar regularidade na produção (REIS et al., 2013).

## **2.3 Irrigação**

A agricultura irrigada possibilita que a produção de alimentos seja maior em diferentes ciclos do ano, além de proporcionar melhorias nas condições climáticas em função da demanda mundial por água e alimento. Assim, o manejo da irrigação e da drenagem feito de forma inadequada pode ser uma das principais fontes de poluição dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos (SALES et al., 2020)

O acompanhamento que estabelece atividades de planejamento para conservação do recurso água é necessário, porque as características da qualidade da água variam de acordo com o espaço e o tempo, sendo possível determinar muitos atributos hídricos em locais e períodos distintos, o que produz muitas informações correlacionadas (BERTOSSI et al., 2013; CARVALHO et al., 2017; CARVALHO et al., 2020)

Um bom sistema de irrigação pode beneficiar uma cultura de muitos modos, incluindo o aumento da produtividade, permitindo maior eficiência no uso de fertilizantes, programação de cultivo, isto é, a elaboração de uma escala de plantio que possibilite a obtenção de duas ou mais colheitas em um só ano na mesma área, ou seja, o uso intensivo do solo, permitindo introduzir culturas com alto valor agregado, o que minimiza o risco do investimento (BERNARDO et al., 2019).

O potencial do Brasil para expansão da agricultura irrigada em bases sustentáveis é estimado em 29,6 milhões de hectares (CHRISTÓFIDIS, 2013), e o país detém cerca de 20% dos recursos hídricos renováveis do mundo. A evolução da área irrigada no Brasil tem sido lenta e as estatísticas apresentadas sobre a irrigação nas regiões brasileiras têm sido conflitantes, a



área irrigada se concentrando em propriedades de médio e grande portes (FRIZZONE et al., 2018).

As práticas convencionais de irrigação baseiam-se na necessidade de água da cultura, definida pela demanda evapotranspirométrica e pela eficiência de aplicação da água. Disso decorre que, para a quantidade de água necessária à irrigação, considerando a área irrigada como referência, é necessário analisar os seguintes fatores: (a) clima – está ligado diretamente à evapotranspiração; (b) espécie vegetal, seu desenvolvimento e grau de cobertura do solo – influenciando na determinação do  $k_c$ , na transpiração e na evaporação do solo e da água depositada sobre a cultura; (c) textura e estrutura do solo – influenciando na retenção de água, na percolação profunda e no escoamento superficial; (d) método de irrigação – influenciando na eficiência de uniformidade de aplicação das lâminas, nas perdas potenciais, através das variáveis climáticas velocidade e direção do vento, radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar; e (e) habilidade do irrigante no manejo da irrigação – influenciando nas tecnologias embarcadas em seu sistema de irrigação (FRIZZONE et al., 2018).

### **2.3.1 Irrigação localizada**

A irrigação localizada é vista como o setor mais promissor da irrigação, apresentando a maior taxa de crescimento nos países desenvolvidos, o que ocorre com base na conversão de sistemas por superfície e de aspersão comum, tendo como objetivo o aperfeiçoamento do uso dos recursos hídricos disponíveis (MELO JÚNIOR et al., 2013).

Estes sistemas se desenvolveram pela carência de água, pois a água é aplicada apenas nas partes necessárias à planta, reduzindo a superfície do solo, que fica molhada, sendo exposta a perdas por evaporação, desta maneira é possível que se tenha uma maior eficiência de aplicação, quando comparado a outros sistemas, e menor consumo de água (MELO JÚNIOR et al., 2013).

A irrigação localizada caracteriza-se pela aplicação da água numa fração do volume do solo explorado pelas raízes, através de gotejadores, tubo poroso

ou microaspersores, geralmente com distribuição da vazão pressurizada em curtos intervalos de rega (SOUZA et al., 2012).

Esses sistemas utilizam pequenas vazões, quando comparados a outros sistemas de irrigação, empregam emissores com diâmetros de saída reduzidos, submetidos a baixas pressões, fixos na tubulação, dispostos na superfície do solo ou enterrados, acompanhando as linhas de plantio. (FRIZZONE et al., 2012; MELO JÚNIOR et al., 2013; TESTEZLAF, 2017).

## **2.4 Hidrogel**

O hidrogel é um polímero que retém água, podendo ser natural, derivado de amido, ou sintético, derivado de petróleo, à base de poliacrilamida, que funciona como condicionador de solo (ABDALA et al., 2019). Caracteriza-se por ser quebradiço quando seco, tornando-se macio e elástico após sua expansão na água (NAVROSKI et al., 2015).

Existem alternativas para otimizar a eficiência no uso da água, sendo o hidrogel uma delas. Trata-se de um polímero hidrorretentor, que, ao ser incorporado ao solo ou substrato, pode aumentar a retenção de água e nutrientes, reduzindo eventual lixiviação de nutrientes essenciais e percolação profunda da água de irrigação (FERNANDES et al., 2015). Ele também é capaz de disponibilizar nutrientes às plantas de forma lenta, em conformidade com os ciclos de absorção-liberação (BERNARDI et al., 2012).

Segundo Fonseca et al. (2014), com a utilização do polímero hidrorretentor, enquanto a absorção de solução aquosa se dá em minutos, sua dessorção é finalizada em dias. Santos et al. (2015) relatam que essa propriedade dos polímeros superabsorventes de liberação lenta de água em um fluxo contínuo atende à quantidade necessária ao desenvolvimento das plantas.

Os hidrorretentores são substâncias orgânicas ou sintéticas, capazes de absorver e armazenar significativa quantidade de água em relação a seu peso, podem ser naturais (derivados do amido) ou sintéticos (derivados do petróleo), quando secos, apresentam-se na forma de pequenos grânulos (VERVLOET FILHO, 2011).

Seu uso correto depende de pesquisas, pois é necessário que se determinem a dose a ser utilizada, as fases do cultivo em que há resposta e a forma de aplicação em relação às variações no manejo. Fatores como estes devem ser observados para maximizar o retorno econômico da produção de mudas com o uso desses polímeros (VERVLOET FILHO, 2011).

## **2.5 Silício**

O silício é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre, mas não é considerado elemento essencial para as plantas (EPSTEIN; BLOOM, 2005). No entanto, o Si pode apresentar efeitos benéficos às plantas, principalmente em relação à amenização de estresses ocasionados por fatores bióticos (doenças e pragas) e abióticos (toxicidade por elemento tóxico, desequilíbrios de nutrientes, salinidade, seca, geadas, alta temperatura e radiação ultravioleta) (HATTORI et al., 2005)

O Si é comumente encontrado em tecidos vegetais, e mesmo não sendo considerado um nutriente, é um elemento benéfico às plantas, pois tem capacidade de atenuar os efeitos causados por algum tipo de estresse, como, por exemplo, deficiência nutricional (HERNANDES-APAOLAZA et al., 2014).

Quando fornecido às plantas, o Si mantém em níveis adequados os teores de clorofila em plantas submetidas a estresse, haja vista que os cloroplastos são sítios de geração de EROs, espécies reativas de oxigênio que danificam essa importante organela. O Si parece aumentar a expressão de genes que regulam a síntese e atividade de enzimas importantes no metabolismo e sistema antioxidante, responsáveis por combater as EROs, diminuindo os danos do estresse oxidativo (BRUNINGS et al., 2009; GHAREEB et al., 2011)

Mesmo que o Si não seja essencial para a maioria das plantas (EPSTEIN, 2009), sua aplicação tem apresentado bons resultados no aumento da resistência das plantas a pragas, principalmente pela sua capacidade de acumulação na parte externa da parede celular (DALASTRA et al., 2011), aumentando, assim, a síntese de compostos fenólicos e de lignina (SANTOS et al., 2012).

O Si é um elemento benéfico para o crescimento e a produção de várias hortaliças, e sua aplicação via foliar pode ser satisfatória no crescimento, na

fotossíntese e no aumento da produção de diversas culturas (PEREIRA et al., 2003).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na área experimental do Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí (Figura 1), Longitude 17.484613 S e Latitude 8.212529 O, altitude de 725 m, no período de fevereiro a agosto de 2022.



**Figura 1:** IF Goiano - Campus Urutaí, 2022.

A casa de vegetação utilizada para o desenvolvimento do trabalho (Figura 2) foi do tipo arco simples, com orientação leste – oeste, de estrutura metálica, com dimensão de 30 m de comprimento, 7 metros de largura, pé direito de 3 metros e altura de arco de 1,2 metros, coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), de 0,15 mm de espessura, e laterais constituídas de telado, tendo sido utilizada uma área útil de 105m<sup>2</sup>.



**Figura 2:** Ambiente protegido localizado no Instituto Federal, Campus Urutaí, utilizado para condução do experimento de pimenta dedo-de-moça no ano de 2022.

Um termo-higrômetro foi instalado na casa de vegetação dentro de uma estrutura de madeira, pintada de branco, com a face virada para o sul, posicionado no centro do ambiente, a uma altura de 1,5 m (Figura 3). Esse equipamento foi utilizado para coleta diária (9h) de dados de umidade relativa do ar (máxima e mínima) e de temperatura (máxima e mínima). Foi adotado um turno de rega fixo diário, tendo as leituras do tanque tipo classe A e do termo-higrômetro sido feitas no horário estabelecido diariamente, e a diferenciação entre os tratamentos, ou seja, entre as lâminas de irrigação, foi iniciada 24 dias após o transplântio (DAT).





**Figura 3:** Termo-higrômetro digital dentro da estrutura de madeira pintada de branco, utilizado para a coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar.

### 3.2 Clima e solo

Segundo Koppen, o clima da região é classificado como tropical do tipo CWB, com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual é de 23°C no período de setembro a outubro, podendo chegar até a máxima de 30°C e ocorrer temperatura mínima inferior a 15° entre junho e julho C. A precipitação média anual é de 1000 a 1500 mm, com umidade relativa do ar de 71%.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, de textura média (SANTOS et al., 2013). Para obtenção da análise química e física do solo, foram utilizados seis pontos de coleta a uma profundidade de 0-20 cm, na área destinada à olericultura do Instituto Federal, Campus Urutaí. Para o experimento, as amostras foram homogeneizadas dando origem a uma amostra composta representativa. No preparo do solo, foi

feito um peneiramento para retirada de materiais indesejados, posteriormente, para a correção, foi feita a incorporação de calcário com base na análise de solo.

**Tabela 1:** Características químicas e físicas do solo utilizado no cultivo da pimenta dedo-de-moça

Análise química									
Em H <sub>2</sub> O	g dm <sup>-3</sup>	-----cmol dm <sup>-3</sup> -----					---mg dm <sup>-3</sup> ---		
pH	MO	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P	S
5,2	8	0,4	0,17	0,0	3,84	0,08	30	3,7	11
Textura (g.kg <sup>-1</sup> )									
Areia		Silte				Argila			
323		73				604			

### 3.3 Irrigação

O sistema de irrigação implantado no experimento foi por gotejamento, com linhas principais de distribuição de água, e as laterais foram compostas por tubulação de polietileno de 16 mm de diâmetro. Foram inseridos microtubos nas linhas laterais e gotejadores autocompensantes (com vazão de 2,2 L.h<sup>-1</sup>), conectados na sua extremidade final, sendo direcionados aos vasos de cultivo. O bombeamento foi feito por um conjunto motobomba (0,5 cv), contendo um sistema de filtragem por um filtro de disco. Em seguida, foram utilizados registros e um manômetro para controle da pressão de serviço. Para controle das lâminas de irrigação, foi instalado um registro para cada lâmina.

Após a instalação do projeto de irrigação, foi feito um teste de Coeficiente de Uniformidade de Christiansen, % (CUC) (Figura 4). Para tal, foi utilizada uma proveta volumétrica com capacidade para 15 mm. Para a coleta do volume de água do teste, foram colocados 128 coletores de plástico, com área



de 54 cm<sup>2</sup>, que acumulava a água que gotejava. Após seis minutos, o sistema era desligado e todos os recipientes, retirados. Posteriormente, foi feita a medição do volume acumulado, tendo esse processo sido repetido três vezes com a finalidade de garantir a confiabilidade do teste.

$$CUC = \left( 1 - \sum_{i=1}^N \frac{|Q_i - Q|}{nQ} \right) \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

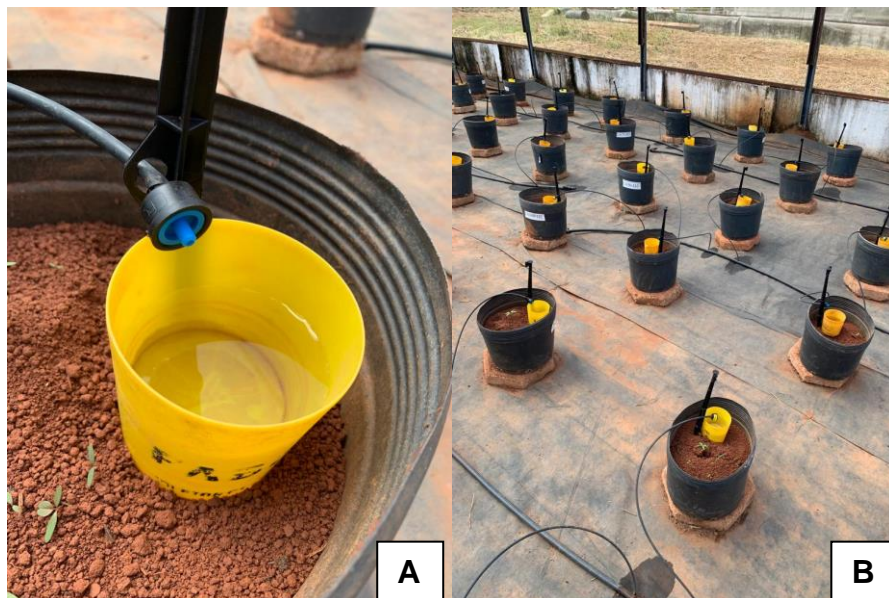
Em que:

CUC = coeficiente de uniformidade de Christiansen, em %;

Q<sub>i</sub> = vazão de cada gotejador, em L h<sup>-1</sup>;

Q = média das vazões coletadas de todos os gotejadores (L.h<sup>-1</sup>); e

n = número de observações.



**Figura 4: A:** Volume coletado durante o teste de uniformidade. **B:** Visão geral da realização do teste em que todos os gotejadores foram aferidos.

O manejo da irrigação ocorre através de um tanque do tipo classe A (Figura 5), com altura de 25,4 cm e diâmetro de 121,9 cm, colocado no centro

do ambiente protegido, instalado sobre um estrado de madeira pintado de branco a 15 cm do solo, a fim de evitar trocas energéticas com o solo, o que pode aquecer a massa líquida e interferir na evaporação. O manejo foi feito em função da demanda evapotranspirométrica da cultura.



**Figura 5:** Tanque tipo classe A utilizado para o manejo da irrigação durante a condução do experimento.

Para estimativa da evapotranspiração da cultura, o modelo de tanque evaporimétrico mais utilizado em todo o mundo e adotado pela FAO (*Food and Agricultural Organization*) é o “Classe A”. Essa estimativa foi feita por meio de dois passos: o primeiro é a estimativa da evapotranspiração de referência e o segundo é a estimativa da evapotranspiração da cultura.

$$E_{to} = E_v \times K_t \quad \text{(Equação 2)}$$

**E<sub>to</sub>**= evapotranspiração de referência [mm d<sup>-1</sup>];

**E<sub>v</sub>**= evaporação medida no tanque “Classe A” [mm d<sup>-1</sup>]; e

**K<sub>t</sub>**= coeficiente do tanque [adimensional].

A determinação do coeficiente da cultura (*K<sub>c</sub>*) foi baseada em dados referentes à FAO 56, que dita valores para o *K<sub>c</sub>* inicial, médio e final da cultura. A evapotranspiração da cultura é dada pela Equação 3.

$$ETC = Eto \times Kc \quad \text{(Equação 3)}$$

**ETC**= evapotranspiração da cultura [mm d<sup>-1</sup>];

**Eto**= evapotranspiração de referência [mm d<sup>-1</sup>]; e

**Kc**= coeficiente da cultura [adimensional]

Para calcular a lâmina diária, foi utilizada a Equação 4.

$$ITN = \frac{ETC}{Ea} \quad \text{(Equação 4)}$$

**ITN**= irrigação total necessária [mm];

**ETC** = evapotranspiração da cultura [mm d<sup>-1</sup>]; e

**Ea**= eficiência de aplicação [%].

Tendo como referência a irrigação total necessária, é possível estabelecer o tempo em que a planta será irrigada, de acordo com a Equação 5.

$$t = \frac{ITN \times A}{Q} \quad \text{(Equação 5)}$$

**t**= tempo de irrigação [h]

**ITN**= irrigação total necessária [mm];

**A**= área irrigada [m<sup>2</sup>]; e

**Q**= vazão do gotejador [L.h<sup>-1</sup>]

### **3.4 Transplantio**

As mudas de pimentas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo substrato comercial “Plantio Verde”. Foram utilizadas sementes de pimenta dedo-de-moça (*Capsicum baccatum*, L.).

O transplantio foi feito quando as mudas apresentavam de quatro a seis folhas definitivas (SILVA et al., 2015). O solo dos vasos foi mantido em elevado teor de umidade, com turno de rega de um dia, até a estabilização da planta e, depois, foram iniciados os tratamentos de lâmina, com 24 (DAT).

As doses de hidrogel foram aplicadas via solo. Para a formação da solução, utilizou-se gel para plantio de mudas, diluindo 5g em cada litro de água no dia do transplantio. A dose de silício usada foi proveniente do silicato de potássio, com recomendação de 2,5 mL para cada litro de água, aplicada após a estabilização das plantas, via foliar, sendo a aplicação repetida a cada 10 dias.

### **3.5 Tratos culturais**

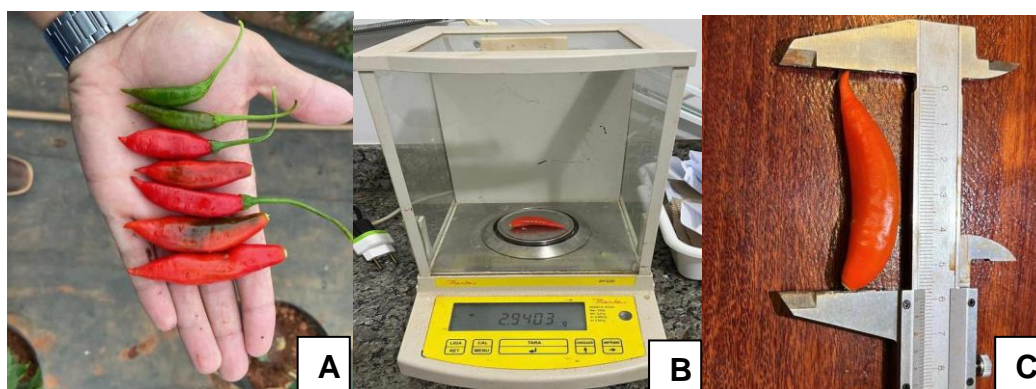
Até o pleno estabelecimento das plantas após o plantio, foram feitas irrigações equivalentes para todos os tratamentos, deixando o solo com alto teor de umidade. Após esse período, a irrigação foi feita seguindo as lâminas estabelecidas por cada tratamento. A fertirrigação foi feita conforme recomendação para a cultura, com base em Moreira et al. (2010), obedecendo aos estágios vegetativos da planta. Ao longo do ciclo da cultura da pimenta dedo-de-moça, foram feitos os tratos culturais necessários a seu pleno desenvolvimento. O controle de ervas daninhas foi feito manualmente.

### **3.6 Parâmetros analisados**

A medida da altura de todas as plantas para cada tratamento foi feita a cada 30 dias desde o transplante até 120 dias, com auxílio de uma trena graduada em centímetros (0,1cm), do colo da planta até a gema apical. O diâmetro do colo teve suas avaliações feitas a cada 30 dias, com o auxílio de

um paquímetro (0,05 mm), medido no ponto de interseção do caule com a raiz (Figura 6).

As variáveis de produção analisadas nos frutos, ao longo de cinco colheitas, foram: número de frutos por planta (NFP), feito pela contagem dos frutos no final de cada colheita; comprimento dos frutos (CP) e diâmetro dos frutos (DF), medidos com paquímetro; massa fresca (MF), os frutos foram pesados em balança de precisão; e por último a massa seca (MS). Após a análise da massa fresca, as pimentas foram levadas para estufa (65° por 48h) e pesadas posteriormente em balança de precisão.



**Figura 6:** A: Frutos da pimenteira com diversos comprimentos e diâmetros. B: Pesagem das pimentas para obtenção da massa fresca em balança de precisão. C: Medição dos dados biométricos do fruto através do paquímetro.

### 3.7 Análise de dados

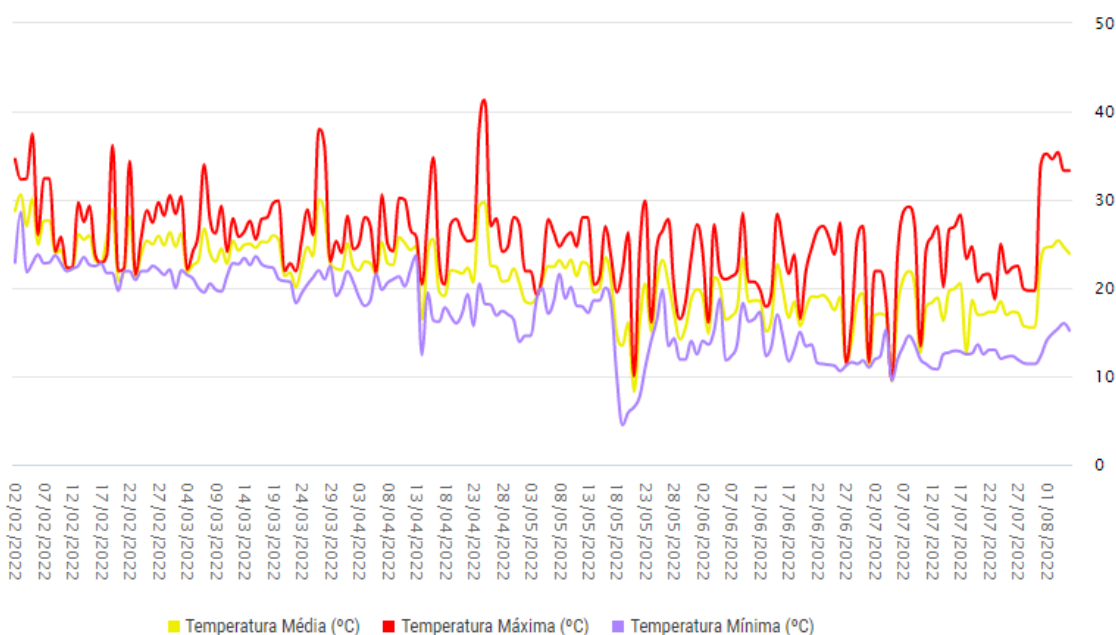
O estudo foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado, em sistema fatorial 4x4x2, com quatro repetições por tratamento, totalizando 128 plantas. As plantas foram submetidas a quatro doses de solução hidrorretentora, denominado de “hidrogel” (0, 100, 300 e 700 mL), quatro lâminas de irrigação no solo (25, 50, 75 e 100%), denominado de “lâmina”, e presença ou não de silicato de potássio, denominado de “silício”.

As variáveis avaliadas na planta foram altura e diâmetro da planta e no fruto foram avaliados massa fresca do fruto, diâmetro do fruto, comprimento do fruto e massa seca do fruto e número de frutos. Todas as variáveis foram submetidas ao teste de normalidade e homoscedasticidade. Todas as variáveis não paramétricas (altura da planta, diâmetro da planta, massa fresca do fruto, diâmetro do fruto, comprimento do fruto e massa seca do fruto) foram avaliadas

pelo Teste de Kruskal-Wallis, ajustado pelo Teste t e pelo Teste de Mann-Whitney. Foi adotado nível de 0,05 de significância em todos os testes. Foram utilizados o *software R* (Core Development Core Team, 2022) e o *Software GraphPad Prism* (GRAPHPAD SOFTWARE, 2007).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

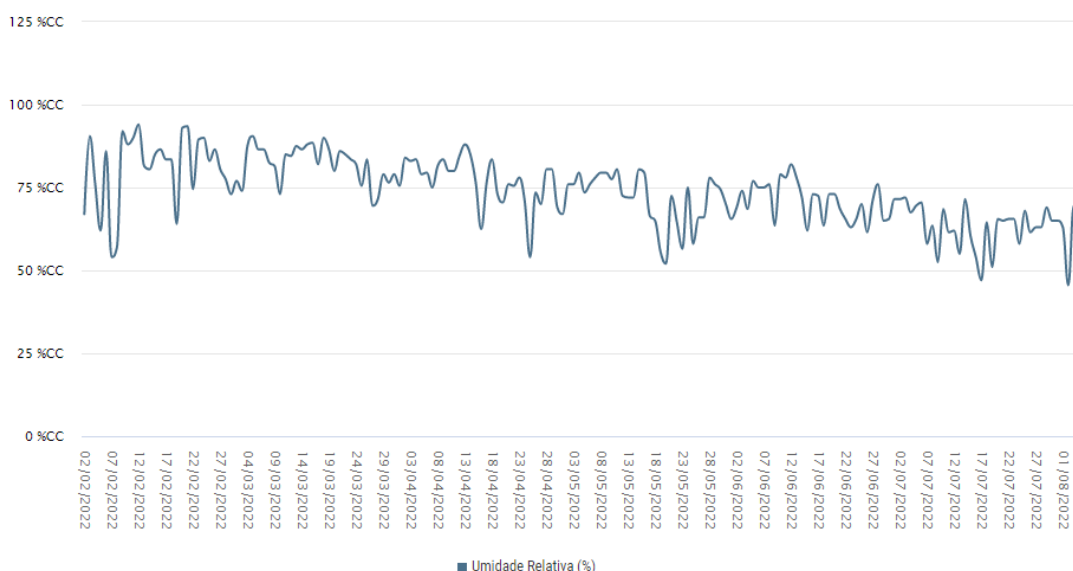
A maior temperatura observada durante o ciclo da cultura da pimenta dedo-de-moça, conduzida em ambiente protegido, foi de 41,3° C, e a menor foi de 4,5° C, resultando na média de 22,5° C (Figura 7). Nota-se uma variação muito grande entre as duas temperaturas, pois, no decorrer do trabalho, a região estudada passou por estações diferentes, com início no verão e final no inverno, o que explica medidas tão baixas quando são considerados os dados de temperatura mínima nos meses de junho e julho.



**Figura 7:** Medidas de temperatura média, máxima e mínima em °C durante a condução do trabalho.

Amaro et al. (2012) e Moreira (2017) observaram que a pimenteira tem exigência térmica entre 18°C (temperatura mínima) e máxima em torno de 35°C, sendo que temperaturas acima de 35°C podem prejudicar o desenvolvimento das plantas. Na maioria dos dias, as médias de temperatura no experimento obtiveram essa variação, porém, no período de verão, houve aumento significativo em dias isolados e no inverno, uma intensa queda.

Segundo Marinho et al. (2016), durante a floração e o desenvolvimento de frutos, é essencial que a umidade relativa do ar oscile entre 50 e 70%. A umidade relativa neste trabalho, Figura 8, alcançou valores entre 39 e 94%, com média de 66% durante todo o ciclo da cultura.

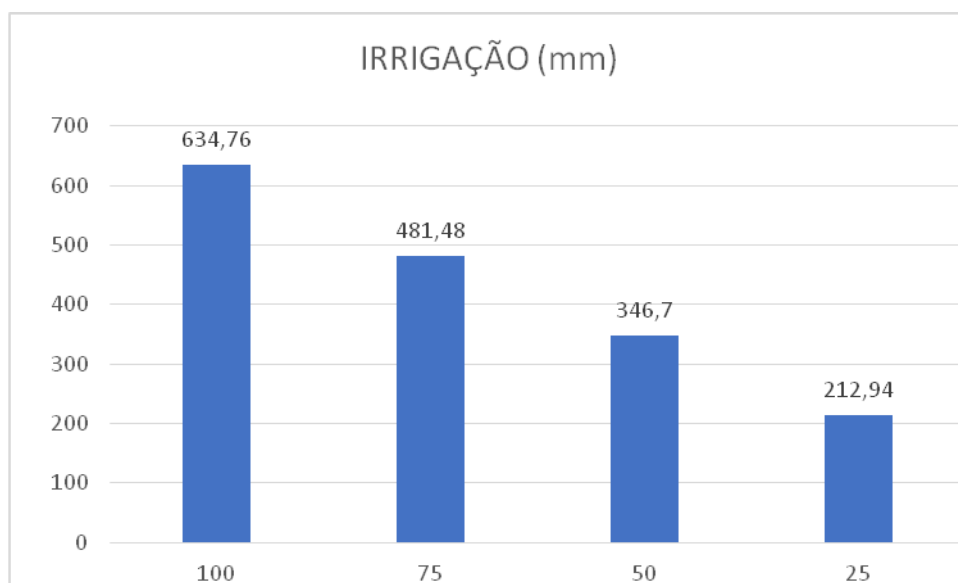


**Figura 8:** Medidas de umidade relativa do ar média em (%) durante a condução do trabalho.

A Figura 9 mostra o volume acumulado de irrigação para cada lâmina utilizada (25, 50, 75 e 100%) em relação à ITN (Irrigação Total Necessária). Em destaque o tratamento com lâmina de 100%, tendo sido ao final do trabalho disponibilizados 643mm de água para a planta. Segundo Embrapa (2022), a quantidade de água ideal para a pimenteira pode variar de acordo com seu estado fenológico, de maneira que irá depender da duração do seu ciclo produtivo, porém estima-se que a variação esteja entre 500 e 800mm, sendo que no presente experimento será observado adiante que a maior



quantidade de frutos aconteceu nos tratamentos com apenas 481,48mm de água.



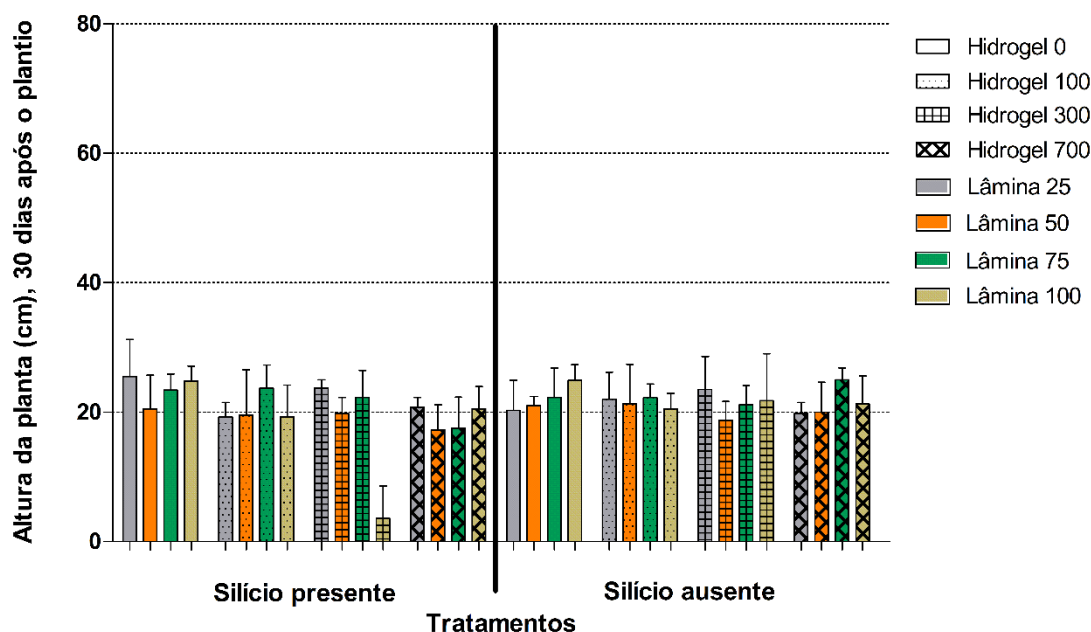
**Figura 9.** Volume total irrigado no final do experimento.

Estudos conduzidos por Araújo (2009) detalham a importância de observar parâmetros como diâmetro do caule, altura, diâmetro e altura da copa, em espécies de plantas, sejam essas plantas de valor econômico ou não. Esses dados permitem fornecer informações úteis para conservar e explorar uma espécie de valor econômico, tanto para consumo *in natura* quanto para utilização agroindustrial. Durante a condução do experimento, foram feitas várias análises, incluindo a biometria da planta, em que se analisou sua altura em diferentes momentos. Com 30 dias após o plantio das mudas nos vasos, os tratamentos de lâminas já apresentavam diferenciação significativa entre si (Figura 10).

As lâminas de 100, 75 e 25% apresentaram médias semelhantes de acordo com o teste de Kruskal-Wallis, e apenas a lâmina de 50% obteve resultado diferente das demais. Nenhum desses tratamentos mostrou interação entre si para os fatores “Hidrogel” e “Silício”. É interessante ressaltar que mesmo estabelecendo os tratamentos apenas após as plantas terem estabilidade, as lâminas de irrigação já mostraram efeito aos 30 DAT.

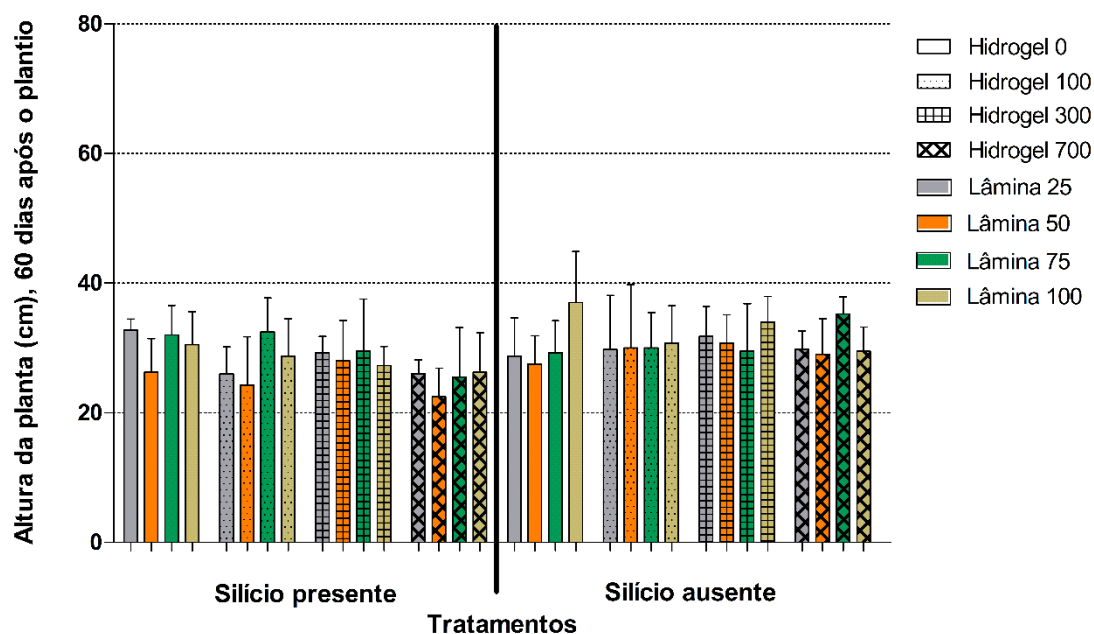


Esses resultados confirmam os de Rodrigues (2017), que, desenvolvendo seu trabalho com o cultivo de pimenta biquinho (*Capsicum chinense*), utilizou lâminas de irrigação (25, 50, 75, 100 e 125%) e obteve maiores médias de altura da planta quando usou 75% da irrigação total necessária.



**Figura 10.** Altura da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 30 dias após o plantio.

Os valores observados para altura da planta aos 60 dias (Figura 11) já não apresentaram diferença estatística entre si, tendo todos os tratamentos resultado em médias iguais quando aplicados os testes. Este resultado está em dissonância os resultados encontrados por Silva et al. (2016), que observaram que a pimenta biquinho, que pertence à mesma família da dedo-de-moça, quando submetida a diferentes lâminas (20, 40, 60, 80 e 100% da evapotranspiração da cultura), obteve como destaque a lâmina de 100%, que apresentou as maiores médias de altura da planta. Já em estudos desenvolvidos com a cultura do tomate, Nascimento et al. (2021) também não observaram efeito significativo para altura de planta, utilizando volumes de hidrogel, assim como não houve interação entre os fatores.



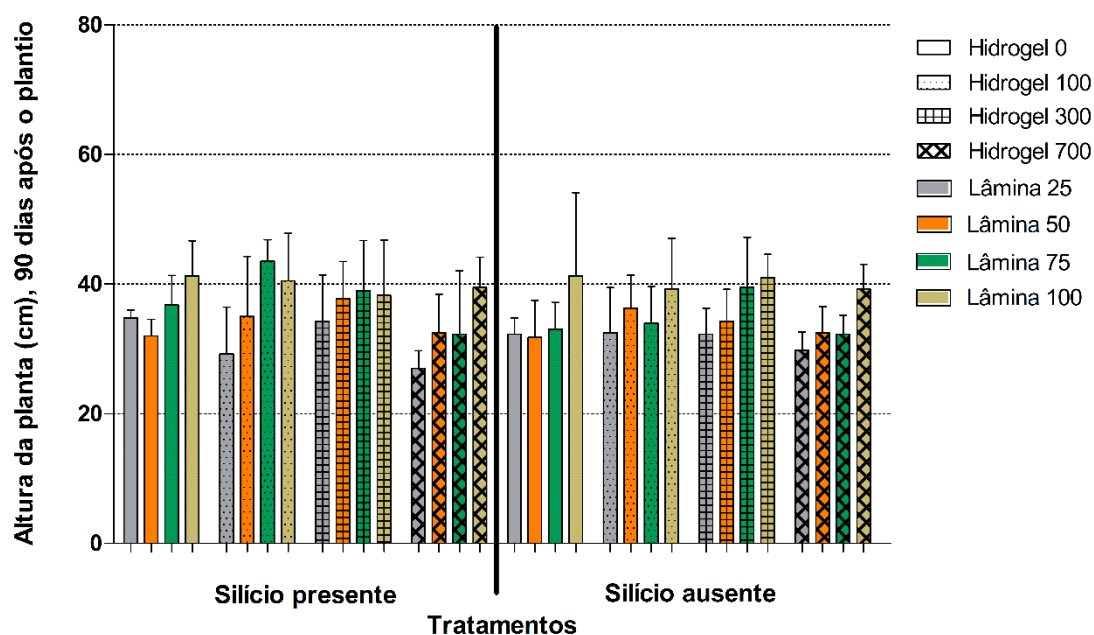
**Figura 11.** Altura da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 60 dias após o plantio.

Na terceira análise feita aos 90 DAT (Figura 12), foi verificado que o fator lâmina apresentou diferença significativa. As lâminas 100 e 75% resultaram em maiores médias de altura da planta, seguidas pela lâmina de 50% e, por último, pela lâmina de 25%, que teve a menor média. Houve também interação entre os fatores, de forma que a maior média encontrada nesse momento foi 43,50 cm no tratamento de 75%, com adição de 100 ml de hidrogel e presença de silício, sendo a menor obtida no tratamento com lâmina 25%, dosagem 700 ml de hidrogel e presença de silício 27,00 cm, mais uma vez confirmando a responsabilidade da água para o cultivo da pimenteira.

Trabalhos desenvolvidos por Soares et al. (2011) e Nascimento et al. (2021) apresentam resultados para altura do tomateiro, os quais, aplicando diferentes lâminas de irrigação, observaram que as taxas de altura da planta são influenciadas pelo aumento ou redução da lâmina, uma vez que a planta

pode apresentar bons resultados com a reposição hídrica feita de forma adequada.

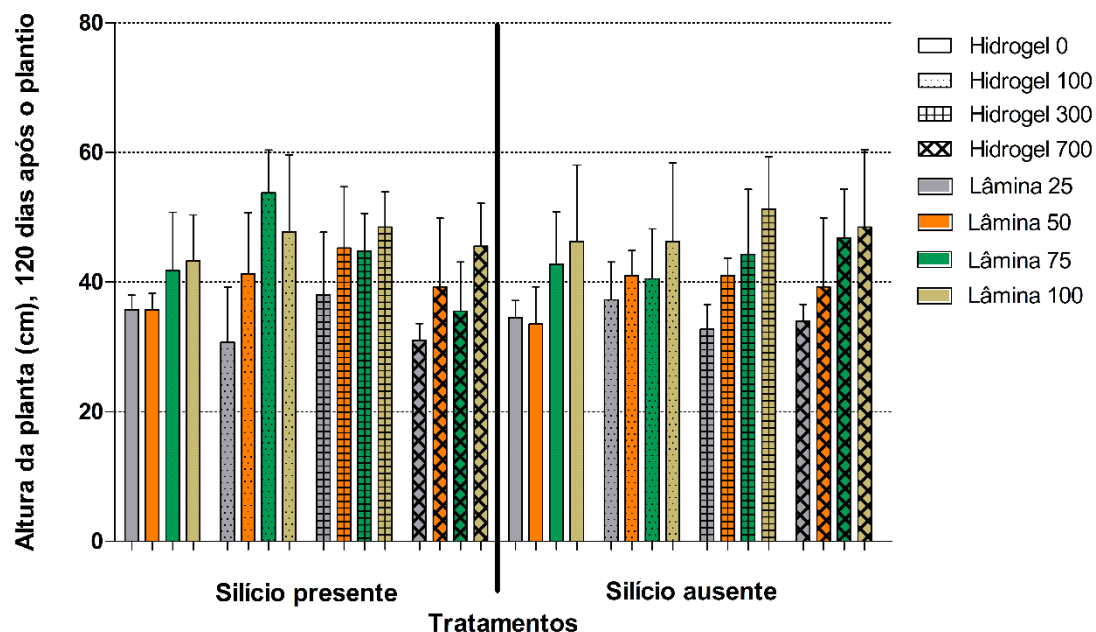
Neste momento foi possível observar também que, mesmo diminuindo a quantidade do volume irrigado e utilizando apenas 75% do total necessário, a planta apresentou resultado igual para altura em comparação com a lâmina



de 100%.

**Figura 12.** Altura da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 90 dias após o plantio.

Na última análise efetuada para altura da planta, com 120 dias após o plantio (Figura 13) das mudas de pimenta, os resultados para o fator lâmina foram semelhantes ao anterior, de forma que 100 e 75% apresentaram médias iguais estatisticamente, sendo maiores do que as demais. A lâmina de 50% veio em seguida e, por último, a de 25%.



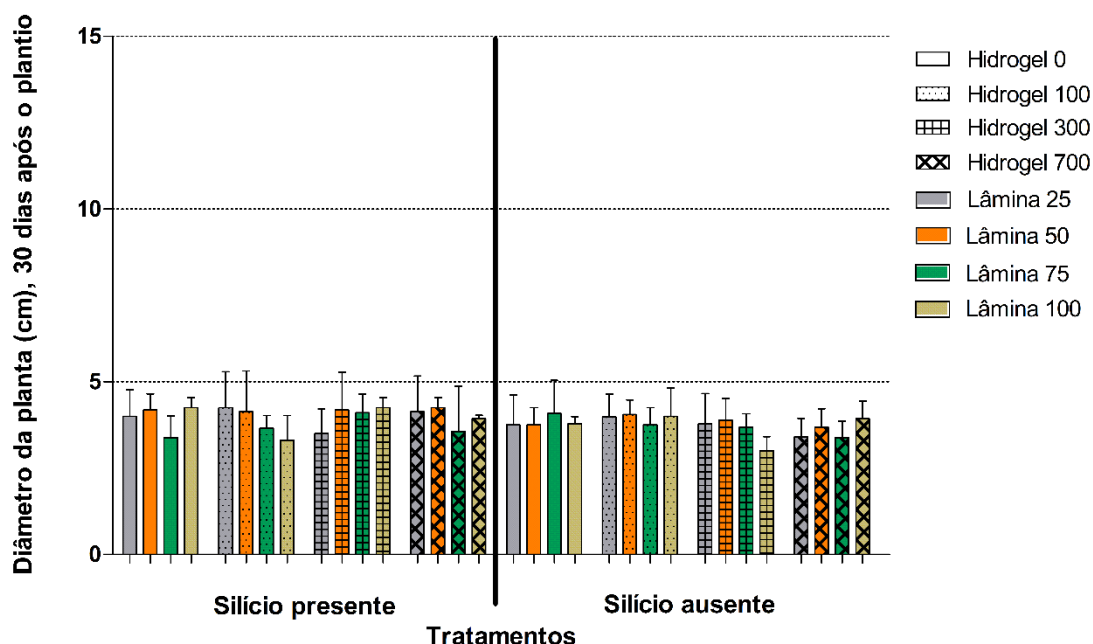
**Figura 13.** Altura da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 120 dias após o plantio das mudas de pimenta.

As interações dos fatores aconteceram e novamente as plantas que receberam tratamento contendo lâmina 75%, dosagem com 100 ml de hidrogel e presença de silício, se destacaram entre os demais tratamentos, apresentando a maior média para altura da planta nessa avaliação. Novamente o tratamento com lâmina de 25%, 700 ml na dose de hidrogel e presença de silício continuou com a menor média.

Durante as análises de altura da planta, tanto para 90 como para 120 dias após o plantio das mudas de pimenta, foi possível observar que a lâmina de 25% apresentou os menores valores, concluindo que as plantas tiveram dificuldade de se desenvolver quando foi reduzida a quantidade de água. Taiz et al. (2017), em seu livro “Fisiologia e desenvolvimento vegetal”, afirmam que a água é o recurso que mais pode limitar o crescimento das plantas, sua deficiência causa limitação de inúmeras funções da planta e da expansão celular, que acaba sendo a mais afetada, podendo reduzir as taxas de crescimento do caule e das folhas.

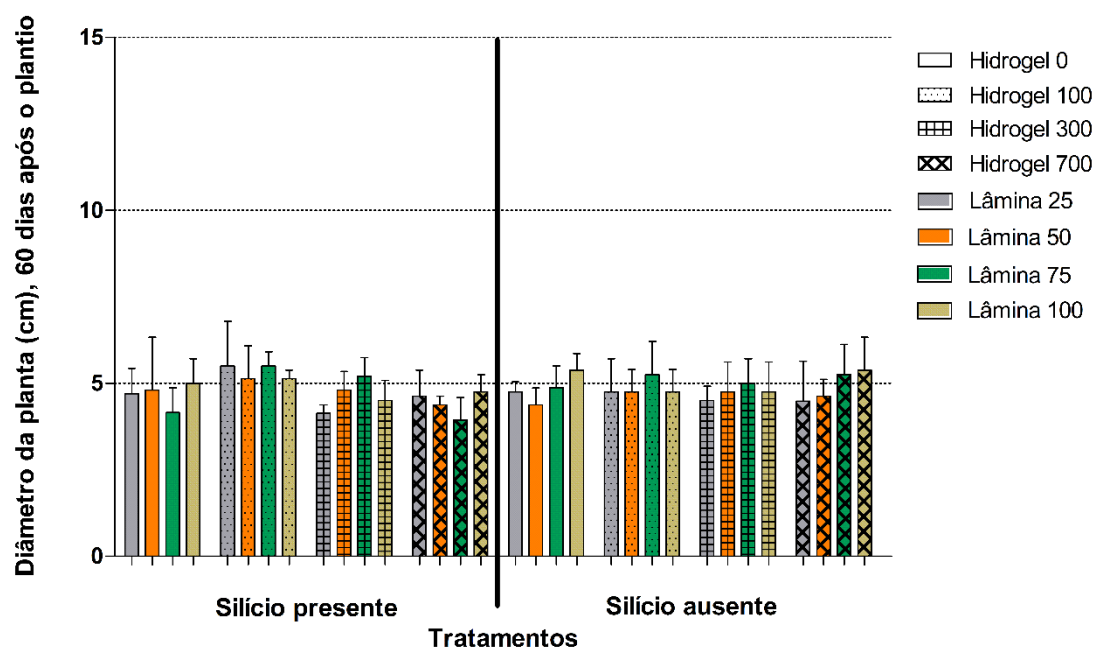
Além da altura da planta, foi analisado também o diâmetro do caule das pimenteiras dedo-de-moça. Nas verificações ocorridas aos 30 (Figura 14) e 60 (Figura 15) dias após o plantio das mudas de pimenta, os tratamentos

considerados não mostraram diferenciação significativa para nenhum fator investigado.



**Figura 14.** Diâmetro da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 30 dias após o plantio das mudas de pimenta.

Os valores obtidos para diâmetro da planta tanto aos 30 DAT como para 60 DAT diferem dos encontrados por estudiosos como Lima et al. (2012), que, em suas avaliações sobre diferentes lâminas de irrigação em função da evapotranspiração do tanque Classe A (50, 75, 100 e 125%), observaram que as médias de diâmetro do caule foram maiores quando aplicadas maiores lâminas de irrigação para a cultura de pimentão.

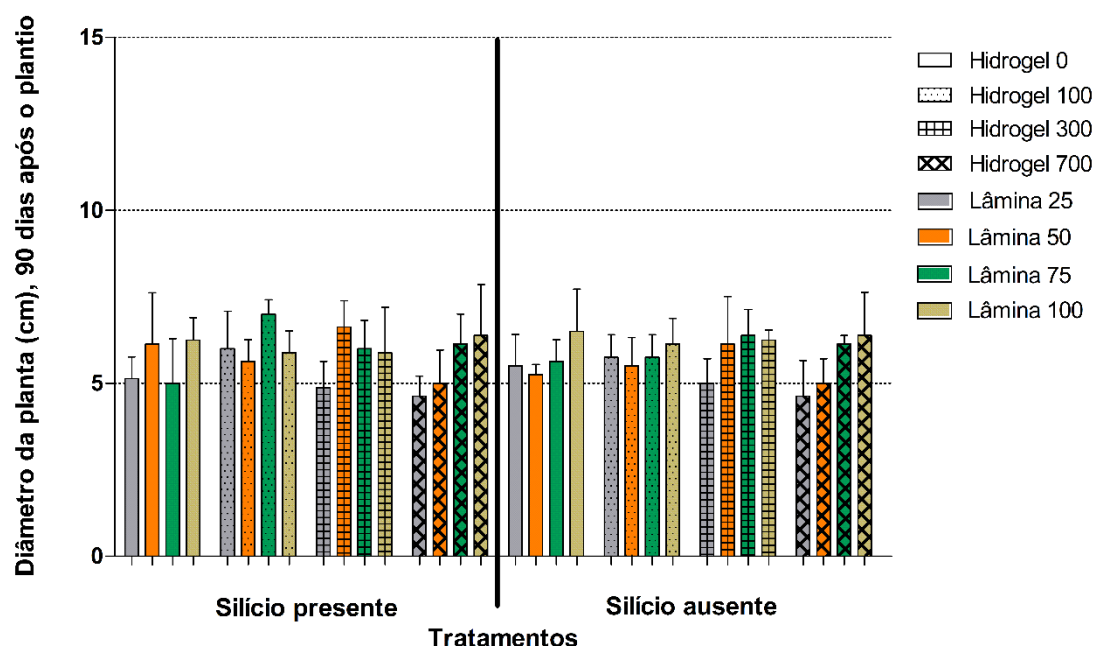


**Figura 15.** Diâmetro da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 60 dias após o plantio das mudas de pimenta.

A partir dos 90 dias após o plantio (Figura 16), alguns valores analisados apresentaram diferença significativa. Para o fator lâmina, isoladamente, observou-se diferenciação entre as porcentagens, sendo que a lâmina de 100% foi a que apresentou maior média para diâmetro da planta, seguida da lâmina de 75%, que se igualou estatisticamente tanto à lâmina de 100% quanto à lâmina de 50%.

Silva et al. (2016) observaram resultados semelhantes para diâmetro do caule e altura da planta de pimenta biquinho em lâminas de 20, 40, 60, 80 e 100%, tendo a maior média sido identificada com o uso de 100% da evapotranspiração da cultura.

A lâmina de 25% apresentou a menor média, e os fatores hidrogel e silício, além de não terem desigualdade, não fizeram interações com as lâminas que diferenciaram entre si.



**Figura 16.** Diâmetro da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 90 dias após o plantio.

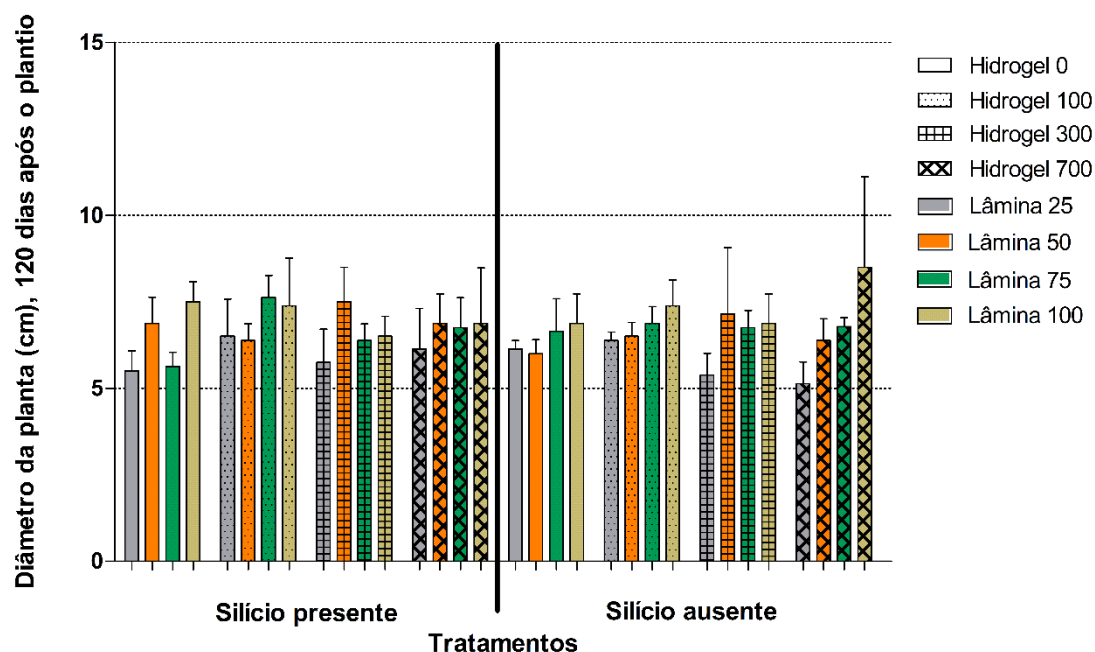
Apenas aos 120 dias (Figura 17) posteriormente ao transplântio foi que aconteceram interações entre os tratamentos de lâmina, hidrogel e silício. Neste momento, as lâminas (100, 75 e 50%) apresentaram as mesmas médias de diâmetro, se diferenciando da lâmina de 25%, que obteve os menores resultados. Quando analisada a interação, é possível perceber que a lâmina de 75%, juntamente com a dosagem de 100 ml de hidrogel, aplicando o silicato de potássio, foi o tratamento que apresentou maior média nesse instante, fato que também ocorreu para medidas de altura de planta acumuladas neste trabalho, porém os fatores hidrogel e silício não se diferenciaram isoladamente.

Outras interações aconteceram aos 120 DAT, como a ocorrência da menor medida de diâmetro, verificada em plantas que receberam tratamento de lâmina 25%, dosagem de 700 ml de hidrogel e ausência do silício.

É possível concluir que no desenvolvimento das plantas o fator lâmina apresentou diferenciações na altura e no diâmetro. A lâmina de 75% exibiu destaque no final do experimento, comprovando que é possível diminuir o consumo de água adotando boas práticas de manejo. A condução de um correto manejo de irrigação é uma alternativa eficaz para diminuir o consumo de água pela agricultura irrigada, pois, além de diminuir o desperdício em

virtude da aplicação em excesso, também evita que seja aplicada água em quantidade inferior à necessária, o que promoveria estresse hídrico na cultura e, consequentemente, decréscimo de produtividade (BERNARDO et al., 2019).

Sendo assim, uma boa alternativa para driblar a escassez da oferta de água é a prática do déficit de irrigação, definida como o manejo em que a lâmina média de água, aplicada durante o ciclo, pode ser inferior aos valores referentes à evapotranspiração, obedecendo ao nível máximo de estresse hídrico para cada cultura (SILVA, 2012).



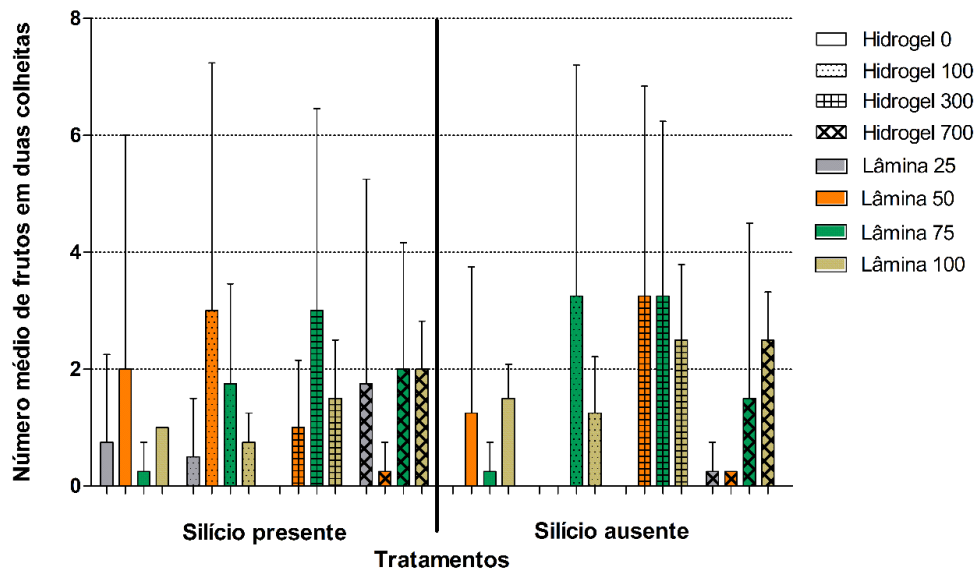
**Figura 17.** Diâmetro da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 120 dias após o plantio.

Durante o trabalho foram coletados dados de produção, como número de frutos por tratamento (Figura 18), ao final de duas colheitas. Nesta análise, o fator lâmina foi o único em que houve diferença significativa quando analisado isoladamente, sendo que a lâmina de 75% foi a que se destacou, com um total de 61 frutos colhidos e média de 30,5 pimentas, considerando as duas colheitas.

Na primeira colheita não foi possível observar frutos para a lâmina de 25% e na segunda foram contados apenas 13 frutos, resultado em consonância com aqueles verificados por Viol et al. (2017), que, avaliando a produção do tomateiro em ambiente protegido sob déficit hídrico, observaram



comportamento semelhante quanto à produtividade do tomateiro, quando houve diminuição nos rendimentos com aumento do déficit.



**Figura 18.** Média do número de frutos produzidos após duas colheitas.

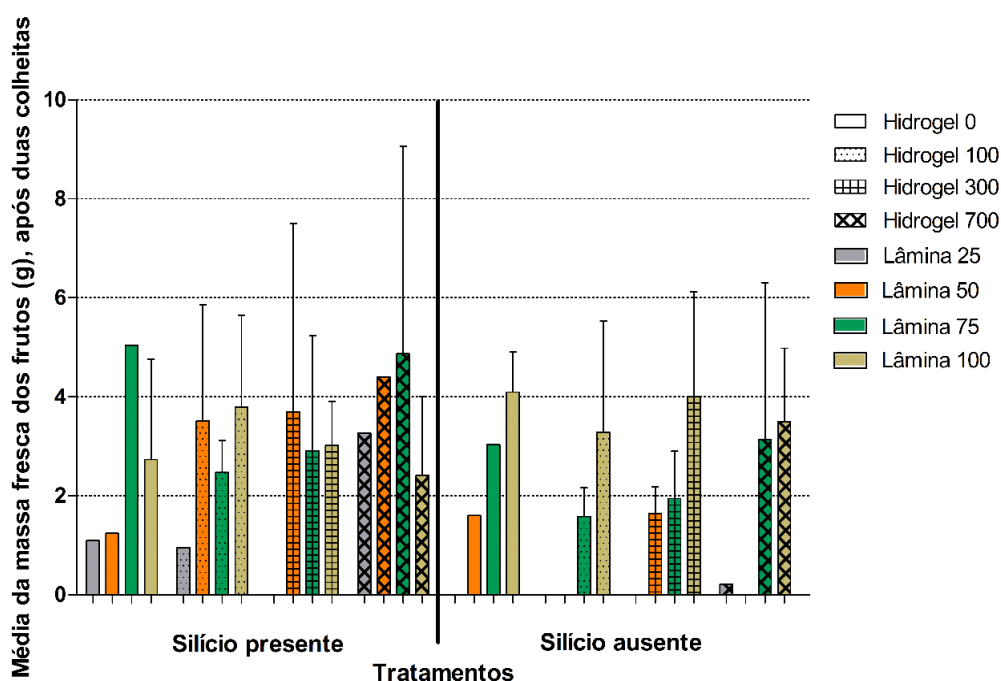
Foi feita análise da quantidade de frutos por fator (Quadro 1), observando cada uma das duas colheitas.

**Quadro 1:** Quadro de contingência do número de frutos por fator, distribuídos de acordo com a ordem de colheita

Fatores	ORDEM DE COLHEITA	
	1	2
<b>LÂMINA</b>		
25 <sup>a</sup>	0	13
50 <sup>a</sup>	10	33
75 <sup>a</sup>	16	45
100 <sup>b</sup>	38	14
<b>HIDROGEL</b>		
0 <sup>A</sup>	11	17
100 <sup>A</sup>	17	25
300 <sup>A</sup>	22	36
700 <sup>A</sup>	14	27
<b>SILÍCIO</b>		
Presente <sup>1</sup>	30	56
Ausente <sup>1</sup>	34	49

Rodrigues (2017), em seu trabalho com pimenta biquinho, utilizando lâminas de irrigação, também constatou a necessidade de utilização de maiores lâminas para que a produtividade seja maior, com destaque para lâminas de 75 e 100%, o que concorda com a presente pesquisa.

Para a variável massa fresca do fruto após duas colheitas (Figura 19), não houve diferença estatística para nenhum tratamento. Aragão (2005), Gomes (2012) e Pereira Júnior (2018) não encontraram efeito significativo para lâmina de irrigação sobre produção de pimenta para as variáveis massa fresca, massa seca e número de frutos por planta. Os resultados encontrados por estes autores concordam com o atual trabalho apenas para a variável massa seca dos frutos, não tendo ocorrido diferenciação estatística para nenhum dos tratamentos escolhidos.

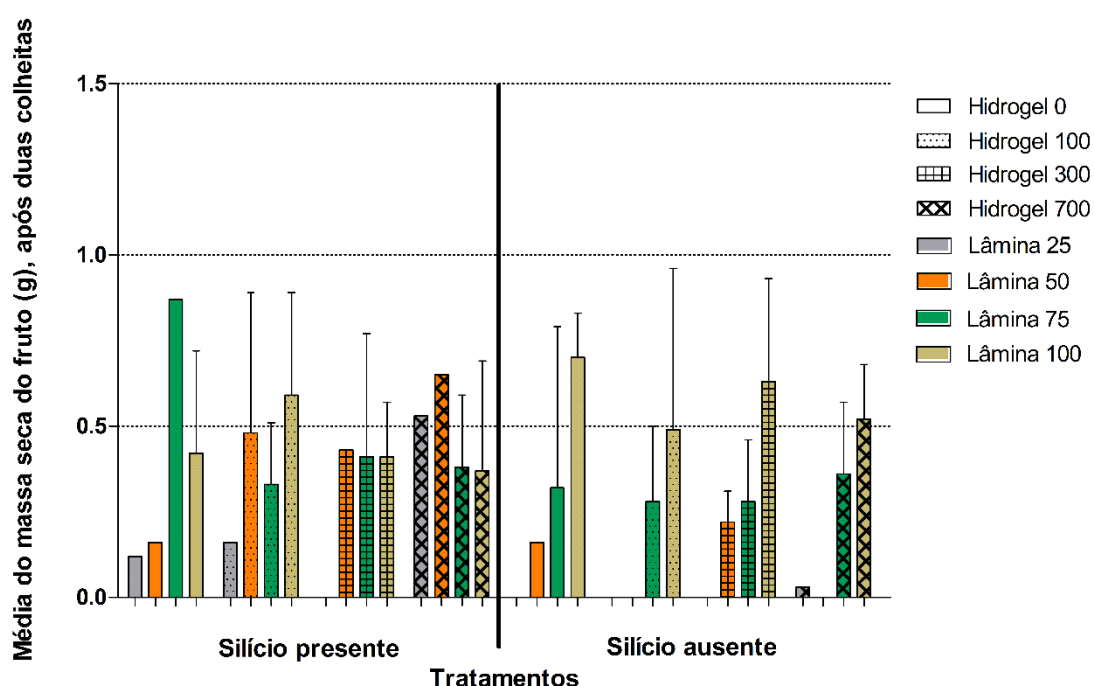


**Figura 19.** Média da massa fresca dos frutos (g), após duas colheitas

Para a variável massa seca (Figura 20), os resultados não concordam com os de Pereira Júnior (2018), que não encontrou diferença significativa

quando utilizou diferentes lâminas de irrigação no cultivo de pimenta. No presente trabalho, as lâminas se diferenciaram, tendo a maior média de massa seca sido encontrada pela lâmina de 75%, estando em consonância com os trabalhos na cultura do pimentão conduzidos por Silva et al. (2018).

Neste caso, as menores médias foram encontradas pelos tratamentos com 25% da lâmina real necessária, resultado que apoia o estudo feito com a cultura do pimentão por Souza et al. (2021), que verificou maiores valores resultantes da aplicação de lâmina de 70%.

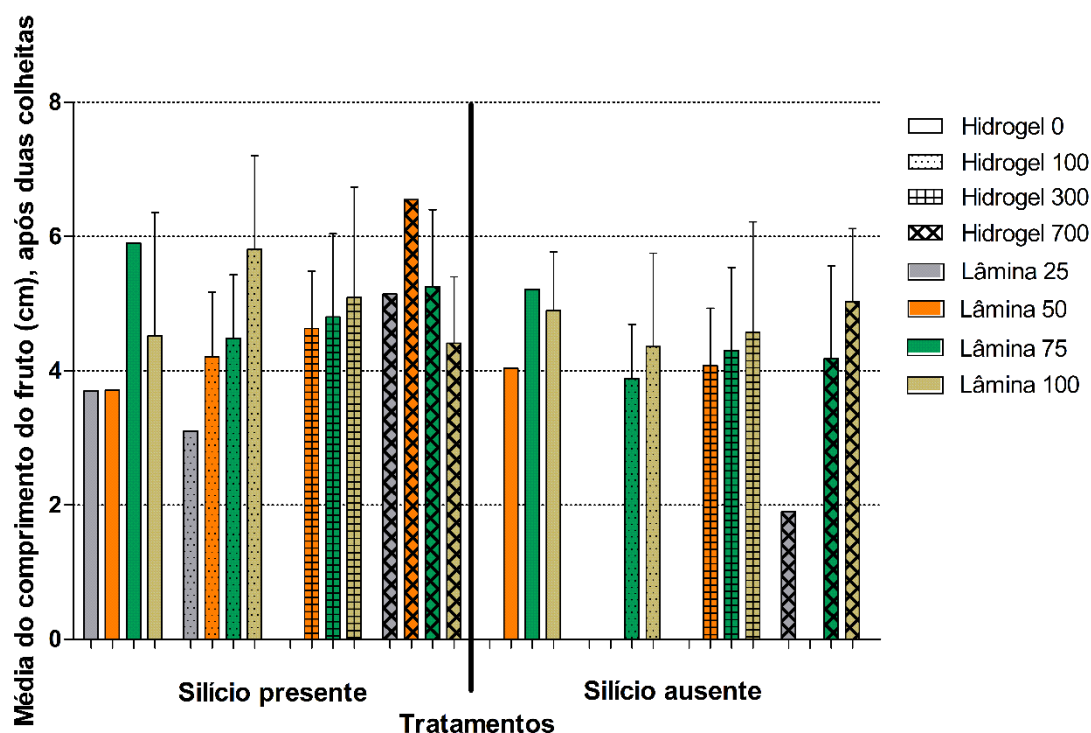


**Figura 20.** Média da massa seca do fruto, em gramas, após duas colheitas.

Os tratamentos aplicados à cultura da pimenta dedo-de-moça neste trabalho não causaram efeito no comprimento do fruto, e nenhum dos fatores apresentou diferenças para essa análise. Para o fator hidrogel, que não apresentou diferença e consequentemente não teve interação, resultados análogos foram obtidos por Carneiro et al. (2016) em seu trabalho com pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) com ou sem hidrogel, sendo que as variáveis comprimento e diâmetro do fruto não tiveram variação significativa para nenhum dos tratamentos com hidrogel.

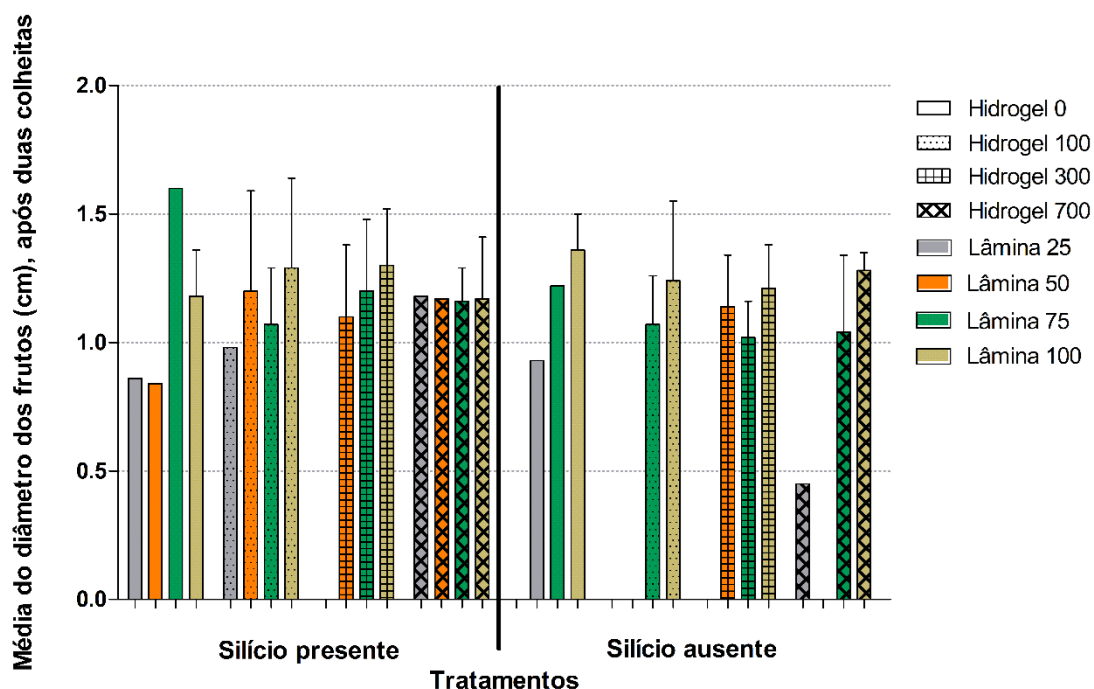
Analizando diferentes lâminas de irrigação (40, 70, 100, 130 e 160% da evapotranspiração de referência), Barroca et al. (2015), em seu experimento feito com pimenta dedo-de-moça e de cheiro, constataram maiores valores de comprimento e diâmetro do fruto quando submetidos à lâmina de 130% da evapotranspiração de referência, discordando com os dados apresentados no presente trabalho, que não encontrou diferença significativa quando analisado comprimento do fruto, tendo verificado que o diâmetro em destaque foi o da lâmina de 100%. Já o resultado encontrado Silva (2019) está em conformidade com o resultado do presente experimento, não tendo encontrado diferenças significativas para a variável comprimento do fruto ao final de duas colheitas de pimenta-de-cheiro, utilizando três valores diferentes de lâmina (60, 80 e 100%).

A Figura 21 apresenta as médias do comprimento do fruto para os tratamentos lâmina, hidrogel e silício, que não apresentaram diferença estatística nas duas colheitas.



**Figura 21.** Média do comprimento do fruto, em centímetros, após duas colheitas.

A Figura 22 apresenta as médias do diâmetro do fruto para os tratamentos lâmina, hidrogel e silício, que apresentaram diferença significativa apenas para o fator lâmina, destacando-se as médias em que foram utilizados tratamentos de 100%. Embora se perceba média alta para o tratamento com 75% de irrigação, ausência de hidrogel e presença de silício, no geral, e diante da aplicação do teste de Kruskal-Wallis, é perceptível que as médias de diâmetro foram maiores com maior quantidade de água disponibilizada ao fruto. Barroca et al. (2015) também encontrou altas médias de diâmetro quando aumentou a quantidade de água, porém Rubio (2019) e Lima et al. (2012) não encontraram diferença nos valores de diâmetro, utilizando diferentes níveis de irrigação.



**Figura 22.** Média do diâmetro do fruto, em centímetros, após duas colheitas.

## 5. CONCLUSÃO

A cultura da pimenta do gênero *Capsicum* utilizada neste trabalho, conhecida como dedo-de-moça, apresentou respostas aos tratamentos com diferentes lâminas de irrigação.

Analisando altura da planta, foi possível observar diferença entre o fator lâmina em análises aos 30, 90 e 120 DAT, sendo que com a utilização de 75 e 100% de irrigação as médias foram maiores.

A variável diâmetro da planta também foi verificada e o fator lâmina apresentou efeito significativo aos 90 e 120 DAT das mudas. Nas demais análises (30 e 60 DAT), não foi possível identificar diferença em nenhum tratamento.

Analisando a produção de frutos por planta, é possível observar maior quantidade para a lâmina de 75% e menor para a lâmina de 25%.

Quando averiguados dados de produção como massa fresca e massa seca dos frutos, apenas a massa seca apresentou resultados com diferença estatística, tendo a lâmina de 75% se destacado entre as demais, e os fatores silício e hidrogel não se diferenciaram.

As diferentes lâminas de irrigação, combinadas com doses de hidrogel e aplicação de silício, não surgiram efeito para a variável comprimento do fruto, porém o fator lâmina isoladamente apresentou diferentes valores para diâmetro do fruto ao final das colheitas.

## 6. REFERÊNCIAS

Abdala, L. **Manejos de irrigação associados a doses de hidrogel na produção do tomateiro de mesa**. 2019. 59f. Dissertação (Mestrado em Olericultura). Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos. Morrinhos, GO: IF Goiano, 2019.

AMARO, G. B.; CARVALHO, S. I. C.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; RIBEIRO, C. S. da C. **Árvore do conhecimento: Pimenta**. 2012. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/Abertura.html>. Acesso em: 20 ago. 2022.

ARAÚJO, R. R. **Fenologia e morfologia de plantas e biometria de frutos e sementes de muricizeiro (*Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich.) do tabuleiro costeiro de Alagoas**. 2009. 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Mossoró-RN: UFERSA, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34415/1/OT09018.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2022.

ARAGÃO, V. F. **Produção de Pimentão (*Capsicum annuum*) em Diferentes Níveis de Nitrogênio e Lâminas de Irrigação**. 2005. 60f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande: UFCG, 2005.

BARBIERI, R.L.; NEITZKE, R.S. Pimentas do gênero *Capsicum* – cor, fogo e sabor. In: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E.R.T. **Origem e evolução das plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p.727-745.

BARROCA, M. V.; BONOMO, R.; FERNANDES, A. A.; SOUZA, J. M. Lâminas de irrigação nos componentes de produção das pimentas 'De cheiro' e 'Dedo de moça'. **Revista Agro@mbiente Online**, v.9, n.3, p.243-250, 2015.

BASU, S. K.; DE, A. K. ***Capsicum: historical and botanical perspectives***. In: ***Capsicum: the genus Capsicum***. London: Taylor & Francis, 2003. p.1-15.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 9.ed. Viçosa: UFV, 2019. 545p.

BERNARDI, M. R.; SPEROTTO JÚNIOR, M.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, Lavras, v.18, n.1, p.67-74, 2012.

BERNARDO, S. MANTOVANI; SOARES, E. AA **Manual de irrigação**. 2019.

BERTOSSI, A. P. A.; MENEZES, J. P. C.; CECÍLIO, R. A.; GARCIA, G. O.; NEVES, M. A. Seleção e agrupamento de indicadores da qualidade de águas utilizando Estatística Multivariada. **Ciências Agrárias**, v.34, n.5, p.2025-2036, 2013. DOI: 10.5433/1679- 0359.2013v34n5p2025.

BOSLAND, P. W.; VOLTAVA, E.J. **Peppers: vegetable and spice capsicums**. Wallingford: CABI Publishing, 1999. 204 p.

BRUNINGS A. M.; DATNOFF, L. E.; MA, J. F.; MITANI, N.; NAGAMURA, Y.; RATHINASABAPATHI, B.; KIRST, M. *Differential gene expression of rice in response to silicon and rice blast fungus Magnaporthe oryzae*. **Annals of Applied Biology**, v.155, p.161–170, 2009.

CARNEIRO, L. B.; SILVA JÚNIOR, R. L.; CARVALHO, F. J.; NASCIMENTO, M. V.; XAVIER, R. C.; BENETT, K. S. S.; BENETT, C. G. S.; COSTA, E. *Effects of nitrogen fertilization and hydrotretentor gel application in Capsicum spp. cultivation*. **Australian Journal Of Crop Science**, v.10, n.10, p.1399-1403, 20 out. 2016. <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.10.pne56>.

CARVALHO, L. L. S.; LACERDA, C. F.; ANDRADE, E. M.; LOPES, F. B.; VALNIR JÚNIOR, M.; CARVALHO, C. M. Variabilidade espacial e temporal da qualidade da água de poços no perímetro irrigado do Baixo Acaraú - CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, n.2, p.1348-1357, 2017. DOI: 10.7127/rbai.v11n200623 .

CARVALHO, L. L. S.; LACERDA, C. F.; ANDRADE, E. M.; LOPES, F. B.; GOMES FILHO, R. R. Variabilidade espaço-temporal da qualidade das águas subterrâneas em área irrigada no semiárido brasileiro. **Research, Society and Development**, v.9, n.8, e644985786, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.5786.

CARVALHO, S. C. I.; BIANCHETTI, L. B.; RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A. **Pimentas do gênero Capsicum no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. 27p.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (Capsicum spp.) da Embrapa Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 49p.

CHRISTOFIDIS, D. Água, irrigação e agropecuária sustentável. **Revista de Política Agrícola**, v.22, n.1, p.115-127, 2013.

COSTA, C. S. R.; HENZ, G. P. **Sistemas de Produção: Pimenta (Capsicum spp.)**. Embrapa Hortaliças, 2007. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/>> . Acesso em: 27 jul.2022.

DALASTRA C.; CAMPOS, A. R.; FERNANDES, F. M.; MARTINS, G. L. M.; CAMPOS, Z. R. Silício como indutor de resistência no controle do trips do prateamento *Enneothrips flavens* Moulton, 1941 (Thysanoptera: Thripidae) e seus reflexos na produtividade do amendoimzeiro. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.35, n. 3, p.531-538, 2011.

DANNEHL, D.; JOSUTTIS, M.; ULRICHS, C.; SCHMIDT, U. *The potential of a confined closed greenhouse in terms of sustainable production, crop growth*



yield and valuable plant compounds of tomatoes. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v.87, p.210-219, 2014. DOI:10.5073/JABFQ.2014.087.030.

SALES, J. M. J.; NETTO, A. O. A.; MONTEIRO, A. S. C.; CARVALHO, C. M. Variabilidade espaço-temporal da qualidade da água em área de agricultura irrigada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.14, n.3, p.4071-4085, 14 nov. 2020. INOVAGRI. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v14n101167>.

DE OLIVEIRA, H. B. P.; SANTANA, L. M.; SANTOS, C. E. R.; MAZZINI-GUEDES, R. B. Casa de vegetação de baixo custo. Construção e análise das condições ambientais. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v.7, p.7-13, 2019.

EMBRAPA. **Sistemas de irrigação para pimenta**. Agência de Informação Tecnológica. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/pimenta/producao/irrigacao> Acesso em: 02 set. 2022.

EPSTEIN, E. *Silicon: Its manifold roles in plants*. **Annals of Applied Biology**, v.2, p.155–160, 2009.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. Sunderland: Sinauer Associates, 2005. 400p.

EZZAERI, K.; FATNASSI, H.; BOUHARROUD, R.; GOURDO, L.; BAZGAOU, A.; WIFAYA, A.; DEMRATI, H.; BEKKAOU, A.; AHAROUNE, A.; PONCET, C.; BOUIRDEN, L. *The effect of photovoltaic panels on the microclimate and on the tomato production under photovoltaic canarian greenhouses*. **Solar Energy**, v. 173, p.1126-1134, 2018. DOI: 10.1016/j.solener.2018.08.043.

FERNANDES; D. A.; ARAÚJO, M. M. V.; CAMILI, E. C. Crescimento de plântulas de maracujazeiro-amarelo sob diferentes lâminas de irrigação e uso de hidrogel. **Revista de Agricultura**, Cuiabá, v.90, n.3, p.229-236, 2015.

FONSECA, M. T. C. B.; RODRIGUES, A.; ROSA, F. C.; CASQUILHO, M. **Application of Superabsorbent Polymers to minimize soil water stress**. 2014. *Department of Chemical Engineering*, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/563345090412619/ArticleB4710.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M.; CARVALHO, S. I. C. Produção de sementes. In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, A. C.; CARVALHO, S. I., HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Ed.). **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. p.173- 187.

FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; FARIA, M. A. **Microirrigação: gotejamento e microaspersão**. 1.ed. Maringá: Eduem - Editora da Universidade Estadual de Maringá, 2012. 356p.

FRIZZONE, J. A.; REZENDE, R.; CAMARGO, A. P.; COLOMBO, A. **Irrigação por aspersão: Sistema pivô central**. 1.ed. Maringá: UEM – Universidade Estadual de Maringá, 2018. 353p.

GARCÍA-GARIZÁBAL, I.; CAUSAPÉ, J.; MERCHÁN, D. Evaluation of alternatives for flood irrigation and water usage in Spain under Mediterranean climate. **Catena**, v. 155, p. 127-134, 2017.

GOMES, D. P. **Desempenho do consórcio de alface e cenoura, sob manejo orgânico com irrigação automatizada**. 2012. 50f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ: UFRRJ, 2012.

HATTORI T.; INANAGA S.; ARAKI H.; PING A.; MORITA S.; LUXOVA M.; LUX A. **Application of silicon enhanced drought tolerance in Sorghum bicolor**. *Physiologia Plantarum*, v.123, p.459-466, 2005.

ISHII, M.; SASE, S.; MORIYAMA, H.; OKUSHIMA, L.; IKEGUCHI, A.; HAYASHI, M.; KURATA, K.; KUBOTA, C.; KACIRA, M. GIACOMELLI, G. A. *Controlled environment agriculture for effective plant production systems in a semiarid greenhouse*. **JARQ**, v.50, n.2, p.101-113, 2016. DOI: 10.6090/jarq.50.101.

LIMA, E. M. C.; MATIOLLI, W.; THEBALDI, M. S.; REZENDE, F. C.; FARIA, M. A. Produção de pimentão cultivado em ambiente protegido e submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v.3, n.1, p.40-56, 2012.

LUTZ, D. L.; FREITAS, S. C. Valor nutricional. In: RIBEIRO, C. S. C.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. p.31-38.

MANCOSU, N.; SPANO, D.; ORANG, M.; SARRESHTEH, S.; SNYDER, R. L. SIMETAW# - a model for agricultural water demand planning. **Water Resources Management**, v.30, n.2, p.541-557, 2016. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-015-1176-7>

MARINHO, L. B.; FRIZZONE, J. A.; JÚNIOR, J. B. T.; PAULINO, J.; SOARES, J. M.; VILAÇA, F. N. Déficit hídrico nas fases vegetativa e de floração da pimenta ‘Tabasco’ em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v.21, n.3, p. 561-571, 2016.

MELO JÚNIOR, J. C. F.; GERVÁSIO, E. S.; ARMINDO, R. A. Sistema de automação para o manejo da subirrigação em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v.18, n.2, p. 337-350, 2013.

MENDONÇA, T. G.; QUERIDO, D. C. M.; SOUZA, C. F. Eficiência do polímero hidroabsorvente na manutenção da umidade do solo no cultivo de alface. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.9, n.4, p.239, 2015.

MOREIRA, T. M. **Irrigação de pimenta dedo-de-moça amarela sob concentrações de efluente doméstico tratado**. 2017. 45f. Dissertação (Mestrado em Irrigação do Cerrado). Instituto Federal Goiano – Campus Ceres. Ceres, GO: IF Goiano, 2017.

MOREIRA, A.; TEIXEIRA, P. C.; ZANINETTI, R. A.; PLÁCIDO JÚNIOR, C. G. **Fertilizantes e corretivo da acidez do solo em Pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense*) cultivada no Estado do Amazonas (1ª aproximação)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. 18p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 82).

NASCIMENTO, I. R. S.; RODRIGUES, E. N. S.; SANTOS, F. A.; SOARES, F. J. S.; PEREIRA, W. E.; ARAÚJO, J. R. E. S.; CARTAXO, P. H. A.; SILVA, G. R.; BULHÕES, L. E. L.; SANTOS, J. P. O. Lâminas de irrigação e hidrogel nas taxas de crescimento e produção de tomateiro. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**. (On-line), v.24, p. 1-6, 2021.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; REININGER, L. R. S.; MUNIZ, M. F. B.; PEREIRA, M. de O. Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes nas mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Floresta**, Curitiba, v.45, n.2, p.315-328, 2015.

PEREIRA, H. S.; VITTI, G. C.; KORNDORFER, G. H. Comportamento de diferentes fontes de silício no solo e na cultura do tomateiro. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, v.27, p.111-117, 2003.

PURQUERIO, L. F. V.; TIVELLI, S. W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2006. 11p.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). ***Capsicum*: pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2000. 113 p.

REIS, L. S.; AZEVEDO, C. A. V. de; ALBUQUERQUE, A. W.; JÚNIOR, J. F. S. Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p.386-391, 18 jan. 2013.

RODRIGUES, P. Pimenta: de todos os sabores e gostos. **A lavoura**, ano 119, v. 716, p. 9-25, 2016. Disponível em: <https://alavoura.com.br/materias/pimenta-de-todos-os-sabores-e-gostos/> Acesso em: jul.2022.

ROZALINO, L.; ZORZETO, T.; MIRANDA, F. Influência da radiação solar e do fluxo de ar sobre medidas de sensores em casa de vegetação. **Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP**, n. 27, p.1-1, 2019.

RODRIGUES, S. A. **Comportamento da pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) submetida a diferentes lâminas de irrigação e substratos**. 2017. 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS: UFSM, 2017.

RUBIO, H, V. **Análise produtiva de pimenta biquinho sob irrigação e adubação nitrogenada**. 2019. 45f. TCC (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental). Universidade Federal de Mato Grosso. Rondonópolis, MT: UFMG, 2019.

SANTOS, H.; CARVALHO, D. F.; SOUZA, C. F.; MEDICI, L. O. Cultivo de alface em solos com hidrogel, utilizando irrigação automatizada. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.5, p.852-862, set. 2015.

SANTOS, M. C.; JUNQUEIRA, A. M. R.; DE SÁ, V. G. M.; ZANÚNCIO, J. C.; BAUCH, M. A.; SERRÃO, J. E. Efeito do silício em aspectos comportamentais e na história de vida de *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.2, p.76-88, 2012.

SANTOS, L. L.; SEABRA JÚNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1, p.83-93, 16 dez. 2010.

SHAMSHIRI, R. R.; JONES, J. W.; THORP, K. R.; AHMAD, D.; MAN, H. C.; TAHERI, S. *Review of optimum temperature, humidity, and vapour pressure deficit for microclimate evaluation and control in greenhouse cultivation of tomato: a review*. **Int. Agrophys**, v.32, p.287-302, 2018. DOI: 10.1515/intag-2017-0005.

SILVA, F. S. N. **Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense* Jacq.) em Manaus–AM**. 2019. 52f. Dissertação (Mestrado em Agricultura do Trópico Úmido). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Amazonas: INPA, 2019.

SILVA, G. H.; FERREIRA, M. G.; PEREIRA, S. B.; DELAZARI, F. T.; SILVA, D. J. H. *Response of bell pepper crop subjected to irrigation depths calculated by different methodologies*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.22, n.1, p.45–50, 2018.

SILVA, A. R. A. **Irrigação plena e com déficit em diferentes estádios fenológicos da cultura do girassol no semiárido cearense**. 2012. 173f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Fortaleza, CE: UFC, 2012.

SILVA, V. F.; LIMA, V. L. A.; NASCIMENTO, E. C.; ANDRADE, L. O.; OLIVEIRA, H.; FERREIRA, A. C. *Effect off different irrigation levels with different qualities of water and organic substrates on cultivation of pepper*. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.15, p.1373-1380, 2016.

SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; BRITO, M. E. B.; ARAÚJO, T. T.; SÁ, F. V. Taxas de crescimento do tomateiro sob lâminas de irrigação em ambiente protegido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, p.210-217, 2011.

SOUZA, R. M. A.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; OLIVEIRA, G. M.; OLIVEIRA, E. M. D.; CORREIA, L. T. Demanda hídrica e adubação orgânica no cultivo protegido de pimentão na região norte da Bahia. **Irriga**, v.26, n.4, p. 787-800, 2021.

SOUZA, W. de J.; BOTREL, T. A.; COELHO, R. D.; NOVA, N. A. V. Irrigação localizada subsuperficial: gotejador convencional e novo protótipo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.8, p. 811-819, 2012.

SOUZA, W. R. N.; ALMEIDA, A. C.; CARVALHO, R. D.; FERREIRA, R. L.; PERON, A. P. *Karyotypic characterization of Capsicum spp. accessions*. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.37, n.2, p.147-153, 2015. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v37i2.19485>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações**. Campinas: Unicamp/FEAGRI, 2017, 203p.

VERVLOET FILHO, R. H. **Utilização de hidrorretentor em substrato semissaturado na produção de mudas de eucalipto**. 2011. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro, ES: UFES, 2011.

VIOL, M. A.; CARVALHO, J. A.; LIMA, E. M. C.; REZENDE, F. C.; MATTOS, R. W. P.; RODRIGUES, J. L. M.; Déficit hídrico e produção do tomate cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, n.1, p.1244-1253, 2017.

YANG, H; DU, T; QIU, R; CHEN, J; WANG, F; LI, Y; WANG, C; GAO, L; KANG, K. 2017. Improved water use efficiency and fruit quality of greenhouse crops under regulated deficit irrigation in northwest China. *Agricultural Water Management* ,179: 193-204.

ZUCARINI, P. *Effects of silicon on photosynthesis, Water relations and nutrient uptake of Phaseolus vulgaris under NaCL stress*. **Biologia Plantarum**, Praha, v.52, p.157-160, 2008.