

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

CULTIVO DE PIMENTÃO SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS  
JUNTAMENTE COM O USO DE HIDROGEL E SILICATO DE POTÁSSIO VIA  
FOLIAR

Autora: Nayline Cristina de Almeida Vaz

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

CULTIVO DE PIMENTÃO SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS  
JUNTAMENTE COM O USO DE HIDROGEL E SILICATO DE POTÁSSIO VIA  
FOLIAR

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: Tecnologias de Irrigação.

Autora: Nayline Cristina de Almeida Vaz  
Orientador: Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão

CERES-GO  
2022



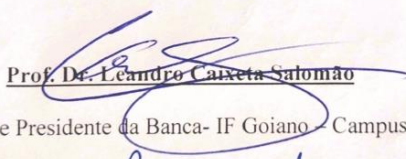
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO  
CAMPUS CERES

**CULTIVO DE PIMENTÃO SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS  
JUNTAMENTE COM O USO DE HIDROGEL E SILICATO DE POTÁSSIO  
VIA FOLIAR.**

Autora: Nayline Cristina de Almeida Vaz  
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. Dr. Raiane Ferreira de Miranda

(Avaliadora interna- Campus Urutai)

  
Prof. Dr. Cleiton Gregório 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**

VAZ, NAYLINE CRISTINA DE ALMEIDA  
Cultivo de pimentão sob diferentes regimes  
hídricos juntamente com o uso de hidrogel e silicato  
de potássio via foliar. / NAYLINE CRISTINA DE  
ALMEIDA VAZ; orientador Leandro Caixeta Salomão . --  
Ceres, 2022.  
47 p.

Dissertação (Mestrado em Irrigação no Cerrado) --  
Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2022.

1. água. 2. Capsicum annum. 3. silício. I. ,  
Leandro Caixeta Salomão, orient. II. Título.

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

*Ao meu avô Vanderlei de Almeida (in  
memoriam), pelo exemplo de vida, garra,  
honestidade e sabedoria. Todo meu respeito,  
saudade e amor...*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem Ele nada somos. A toda intercessão feita por Nossa Senhora Aparecida em todos os dias de minha vida, principalmente nos momentos de tristeza e luta. Gratidão ao Senhor por ter permitido chegar até aqui e poder concluir essa etapa com êxito.

À minha família, pessoas que são meu esteio e que fortalecem minha caminhada. Em especial minha mãe Núbia de Almeida, que esteve presente em vários momentos da condução de meu experimento, ajudando em tudo o que era preciso. Ao meu padrasto Cláudio Machado, por todo apoio, toda palavra amiga e todo subsídio. À minha avó Divina Batista Almeida, por nunca duvidar de minha capacidade e sempre me acalentar nos momentos difíceis.

Ao meu namorado e fiel companheiro, parceiro de todas as horas, meu colega de sala e de experimento, obrigada por nunca me deixar desistir. Sempre presente e disposto, grande responsável por eu ter chegado até aqui.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão, pessoa que está presente em minha vida desde a graduação e por muitas vezes ultrapassou os limites de docente, se tornando um amigo, ajudando em todos os momentos necessários.

A todos os servidores do Instituto Federal Goiano Campus Ceres e Campus Urutaí, por todo apoio, atenção e serviço prestado.

Agradeço à banca examinadora, composta pelo Prof. Dr. Cleiton Gredson Sabin Benett e pela Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raiane Ferreira Miranda, por terem aceitado meu convite, se disponibilizando a estar s nesse dia tão importante.

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Nayline Cristina de Almeida Vaz, filha de Salmo de Davi Vaz e Núbia de Almeida, natural de Ipameri-Goiás, nascida em 10 de março de 1997, solteira. Engenheira Agrícola pelo Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, formou-se em 2019 e em 2020 iniciou seus estudos no Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado no Instituto Federal Goiano, Campus Ceres. Atualmente é estudante de Licenciatura em Matemática e trabalha na Secretaria Estadual de Educação do Estado de Goiás como professora regente em uma escola de Ensino Fundamental II e Ensino Médio. Minha experiência profissional sempre foi na área da educação, de forma que o programa de mestrado pode agregar muito à minha formação, proporcionando mais conhecimentos na área de água, solo, planta e atmosfera.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Vista lateral do ambiente protegido utilizado para condução do projeto de cultivo de pimentão, localizado no Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, 2022. .... | 21 |
| <b>Figura 2.</b> Irrigação localizada com gotejador autocompensante.....   | 23 |
| <b>Figura 3.</b> Solução de hidrogel utilizada no momento do transplântio .....  | 26 |
| <b>Figura 4.</b> A: Medidas de diâmetro. B: Pesagem dos frutos. C: Visão dos frutos cortados .....   | 27 |
| <b>Figura 5.</b> Temperatura do ar máxima, mínima e média no período experimental para a cultura do pimentão,.....   | 28 |
| <b>Figura 6.</b> Umidade relativa do ar (%), média aferida durante a experimentação com a cultura de pimentão , .....  | 29 |
| <b>Figura 7.</b> Altura da planta aos 30 dias. ....  | 30 |
| <b>Figura 8.</b> Altura da planta aos 60 dias. ....  | 31 |
| <b>Figura 9.</b> Altura da planta aos 90 dias. ....  | 31 |
| <b>Figura 10.</b> Altura da planta aos 120 dias. ....  | 32 |
| <b>Figura 11.</b> Diâmetro da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 60 dias após o plantio. ....   | 34 |
| <b>Figura 12.</b> Diâmetro da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 120 dias após o plantio. ....  | 36 |
| <b>Figura 13.</b> Colheitas feitas ao longo da condução do experimento distribuídas de acordo com cada nível de irrigação estudado. ....   | 37 |
| <b>Figura 14.</b> Número médio de frutos produzidos em cinco colheitas. ....   | 38 |
| <b>Figura 15.</b> Massa fresca do fruto, em gramas, após cinco colheitas. ....   | 38 |
| <b>Figura 16.</b> Média da massa seca do fruto, em gramas, após cinco colheitas. ....  | 39 |
| <b>Figura 17.</b> Média do comprimento do fruto após cinco colheitas. ....   | 40 |
| <b>Figura 18.</b> Média de diâmetro dos frutos ao final de cinco colheitas. ....   | 40 |



## Sumário

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....                               | 12 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA.....                    | 14 |
| 2.1 Produção de hortaliças.....                  | 14 |
| 2.2 Pimentão ( <i>Capsicum annuum L.</i> ).....  | 15 |
| 2.3 Sistema de irrigação.....                    | 16 |
| 2.4 Hidrogel.....                                | 17 |
| 2.5 Silicato de potássio .....                   | 19 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS .....                      | 21 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                   | 27 |
| 4.1 Dados meteorológicos.....                    | 27 |
| 4.2 Análise biométrica .....                     | 29 |
| 4.2.1 Altura da planta.....                      | 29 |
| 4.2.3 Diâmetro da planta.....                    | 32 |
| 4.3 Dados de produção.....                       | 36 |
| 4.3.1 Números de frutos .....                    | 36 |
| 4.3.2 Massa fresca e massa seca dos frutos ..... | 38 |
| 4.3.2 Comprimento e diâmetro dos frutos .....    | 39 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                    | 42 |
| 6. REFERÊNCIAS .....                             | 43 |

## RESUMO

VAZ, NAYLINE CRISTINA DE ALMEIDA. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, setembro de 2022. **Cultivo de pimentão sob diferentes regimes hídricos juntamente com o uso de hidrogel e silicato de potássio via foliar.** Orientador: Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão.

O presente trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, no período de dezembro de 2021 a maio de 2022. Foram produzidas mudas de pimentão (*Capsicum annuum*), tendo sido escolhidas 128 plantas contendo de quatro a seis folhas para realização do transplante para os vasos. 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. Foram feitas análises biométricas (altura e diâmetro da planta) aos 30, 60, 90 e 120 dias após o transplante. Os parâmetros de produção número de frutos por planta, massa fresca e seca dos frutos, comprimento e diâmetro dos frutos foram feitos no final de cada colheita, tendo sido feitas cinco colheitas durante todo o trabalho. Nos primeiros 60 dias, os fatores lâmina de irrigação, hidrogel e aplicação de silício não apresentaram efeito significativo para a variável altura de planta. Quando analisado aos 90 e 120 DAT, é possível observar que o fator lâmina apresenta diferença isoladamente, sendo que, quando utilizada a lâmina 100%, os resultados são melhores, podendo acontecer até interações aos 120 DAT com os outros fatores. Para o diâmetro, somente aos 30 DAT nenhum fator mostrou diferença. Aos 60 dias, é possível perceber diferenças para o fator lâmina, tendo as médias de 75 e 100% se igualado. Aos 90 e 120 DAT, a lâmina de 100% foi a que mostrou melhores resultados. A terceira colheita foi o momento em que se concentrou o maior número de frutos colhidos, e de forma isolada a maior quantidade de frutos foi encontrada nos tratamentos com lâmina de 100%, os outros fatores não se diferenciaram para esta variável. Observando a massa fresca e a massa seca dos frutos, admite-se que as plantas submetidas a lâminas de 75 e 100% mostraram médias semelhantes e diferiram das demais. As variáveis comprimento e diâmetro do fruto também apresentaram médias diferentes apenas para o fator lâmina, se destacando os níveis de 100 e 75%. Os fatores hidrogel e silício não se diferenciaram separadamente para nenhuma das variáveis analisadas neste trabalho.

**PALAVRAS – CHAVE:** água, *Capsicum annuum*, silício.

## ABSTRACT

VAZ, NAYLINE CRISTINA DE ALMEIDA. Goiano Federal Institute, Ceres Campus, Goiás State (GO), Brazil, September 2022. **Sweet pepper cultivation under different water regimes together with the use of hydrogel and potassium silicate via foliar.** Advisor: Prof. Dr. Salomão, Leandro Caixeta.

This study was carried out at Goiano Federal Institute, Urutaí Campus, Goiás State, Brazil, from December 2021 to May 2022. Sweet pepper (*Capsicum annuum*) seedlings were produced, and 128 plants containing 4 to 6 leaves were chosen to be transplanted into the pots. The experimental design was completely randomized in a 4 x 2 factorial system with 4 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. Biometrics were carried out (plant height and diameter) on the 30<sup>th</sup>, 60<sup>th</sup>, 90<sup>th</sup>, and 120<sup>th</sup> days after transplanting (DAT). The production parameters, number of fruits per plant, fruit fresh mass, fruit dry mass, and fruit length/diameter were analyzed at the end of each harvest, having been made five harvests during the study. In the first sixty days, the irrigation blades, hydrogel, and silicon application factors had no significant effect on the plant height variable. It was possible to observe that the blade factor shows a difference individually when analyzed on the 90<sup>th</sup> and on the 120<sup>th</sup> DAT; the results are better when using the 100% blade, and interactions may occur with other factors on the 120<sup>th</sup> DAT. No factor showed difference for the diameter until the 30<sup>th</sup> DAT. It was possible to notice differences for the blade factor on the 60<sup>th</sup> DAT with the averages of 75% and 100% being equalized. The 100% blade showed the best results on the 90<sup>th</sup> and on the 120<sup>th</sup> DAT. The third harvest was the moment in which the largest number of harvested fruits was concentrated, and individually the largest number of fruits was found in treatments with 100% blade, whereas other factors showed no difference for this variable. It is supposed that the plants submitted to water blades of 75% and 100% showed similar means, differing from others, when observing the fruit fresh mass and the fruit dry mass. The fruit length/diameter variables also showed different averages only for the blade factor, highlighting the levels of 100% and 75%. The hydrogel and silicon factors did not show difference separately for any of the variables analyzed in this study.

**KEYWORDS:** *Capsicum annuum*. Silicon. Water.

## 1. INTRODUÇÃO

A complementação hídrica em culturas olerícolas é uma necessidade, mesmo na estação chuvosa, uma vez que é bastante comum tais culturas serem suscetíveis a deficiências hídricas, quer sejam ocasionadas pela má distribuição das chuvas ou por um sistema de irrigação inadequado.

Na agricultura irrigada, o conhecimento da quantidade de água requerida pelas plantas e o momento apropriado para sua aplicação são um dos mais importantes passos para a racional utilização da prática da irrigação. Este fato se torna possível pelo estudo da determinação da evapotranspiração e da estimativa dos coeficientes da cultura ( $K_c$ ) nas condições de solo e clima onde a cultura é explorada (FERNÁNDEZ et al., 2010).

Diversos são os sistemas de irrigação utilizados na agricultura, incluindo a localizada e principalmente o gotejamento, que têm crescido muito ao longo dos anos. Este fato pode ser justificado pela economia no uso dos recursos hídricos e por proporcionar altos índices de produtividade.

A irrigação por gotejamento é utilizada para diversas culturas, em virtude da sua alta eficiência no uso da água. A eficiência e a uniformidade desse sistema de irrigação são afetadas pela variação dos emissores, variação da pressão por perda de carga e desnível geométrico, além de possíveis obstruções nos emissores (SILVA et al., 2015).

O pimentão, um fruto do tipo baga, de formato cônico, semicônico, retangular ou quadrado, encontrado em variadas cores, como o amarelo, verde, vermelho, creme, laranja e roxo, é uma espécie de planta arbustiva, cujo nome científico é *Capsicum annuum* L. Configura-se como uma das hortaliças mais ricas em vitamina C e, quando maduro, é uma fonte bastante significativa de vitamina A, assim como de cálcio, fósforo e ferro, além de ter poucas calorias.

O fruto é uma importante hortaliça cultivada no mundo todo, haja vista ser utilizado de diversas formas, como fruto verde, fruto maduro, como condimento ou mesmo como conservante de alimentos. O pimentão é apreciado em diversas formas, no preparo de saladas, cozido (recheado ou não), em conserva ou processado, já que tem sabor marcante, aroma agradável e cores atrativas.

Mesmo que a irrigação por gotejamento proporcione uma boa eficiência do sistema, têm sido estudadas técnicas para potencializar ainda mais o uso da água, com o uso de polímeros sintéticos - hidrogel. O hidrogel proporciona maior sobrevivência das mudas, aumenta o intervalo entre irrigações, reduz o número de irrigações, o consumo de água e o custo operacional das irrigações (SANCHES, 2013).

A utilização de silício em aplicação foliar para reduzir o estresse abiótico em plantas é interessante para a amenização dos efeitos ruins causados pela deficiência hídrica na agricultura (CANTUÁRIO, 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o cultivo de pimentão submetido a diferentes reposições de irrigação, com uso de doses de hidrogel incorporado ao solo no momento do transplante e aplicação de silicato de potássio via foliar.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Produção de hortaliças

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), o Brasil produz cerca de 53 milhões de toneladas de hortaliças, que ocupam, em média, 5,1 milhões de hectares. Ao considerar apenas a produção de verduras e legumes, o país aproxima-se da marca de 12,2 milhões de toneladas produzidas por ano.

O cultivo convencional é o mais empregado atualmente para a produção de frutas, verduras e legumes. Assim, o plantio é feito por pequenos, médios e grandes produtores, em campo aberto, diretamente no solo. Para a obtenção de bons resultados, os produtores lançam mão de defensivos químicos e biológicos, bem como utilizam fertilizantes e indutores de resistência nas respectivas plantas. Neste contexto, é comum aos produtores a utilização de fertilizantes minerais e pesticidas nas práticas agrícolas, com a finalidade de conseguir obter altos rendimentos e controlar tanto as pragas quanto as doenças.

Segundo Sedyama et al. (2014), a produção de hortaliças pode ser considerada um sistema orgânico. Estes autores consideram que essa modalidade está em crescimento no mundo, “em decorrência da necessidade de se proteger a saúde dos produtores e consumidores e de preservar o ambiente, entre outras”.

Para eles, esse sistema de produção é bastante utilizado por agricultores familiares, em decorrência da necessidade de se adequarem às peculiaridades que esses produtores encontram. Embora seja um setor em expansão, a produção de hortaliças orgânicas está sujeita a riscos. Além daqueles inerentes à agricultura convencional, incluem-se baixa escala de produção, maior uso de mão de obra, uso de embalagens adequadas para a certificação, custos com a certificação, que oneram o produto, o que também representa um risco de mercado (LIMA, 2005)”.

As hortaliças são produtos altamente perecíveis. E para evitar prejuízos, cabe ao produtor adotar estratégias minimizadoras dos riscos,

“como programação da produção e previsão de mercado”. Ademais, os estudiosos citados alertam para algumas práticas para melhor conduzir as hortas e produzir insumos pertinentes ao sistema orgânico, incluindo a produção de mudas, de fertilizantes orgânicos, de biofertilizantes, de vermicompostos e de adubos verdes, além de tecnologias para manejo de pragas, doenças e de plantas espontâneas, rotação e consorciação de olerícolas, que contribuem para a melhoria da produção orgânica.” (SEDIYAMA et al., 2014).

Como o objeto de estudo do presente trabalho é o pimentão (*Capsicum annuum L.*), entre as práticas de plantio de frutos, na sequência serão abordados alguns assuntos pertinentes a ele.

## **2.2 Pimentão (*Capsicum annuum L.*)**

segundo Maldonado (2001), o pimentão prefere solos bem arejados, profundos, com boa drenagem, por ser uma planta sensível à asfixia radicular. É uma planta exigente em temperatura, sobretudo se a variedade for de polpa grossa. A temperatura ideal para a germinação se situa em volta de 25°C. A planta tem desenvolvimento adequado com temperaturas entre 20 e 25°C.

Nesse contexto, tem-se que a temperatura ideal para floração e frutificação está situada entre 20 e 25°C. Assim, temperaturas superiores a 35°C comprometem a floração e a frutificação, uma vez que provocam aborto e queda das flores, sobretudo se o ambiente for seco e pouco luminoso. Daí a vantagem de escolher um híbrido adaptado ao nosso clima tropical.

Charlo et al. (2009), autores do artigo “Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco”, atentam para o fato de a demanda do pimentão estar em ascendência, razão pela qual os produtores brasileiros têm ampliado seu cultivo em casa de vegetação pela maior segurança na produção, haja vista reduzir perdas e, em consequência, aumentar o rendimento e melhorar a qualidade dos frutos. Os estudiosos em referência também afirmam não existirem mais cultivares de pimentão resistentes ao

nematoide *Meloidogyne incognita* (CHARLO, HCO; CASTOLDI, R; FERNANDES, C; VARGAS, PF; BRAZ, LT., 2009.)

Outro nematoide que provoca mudança intensa em áreas de cultivo, segundo Charlo et al. (2009), é o *Meloidogyne mayaguensis*, que, quando detectado, requer que seja feito um adequado tratamento de solo, o que não deixa de causar grandes impactos ambientais. Para Charlo e colaboradores, uma possível saída para este problema é o cultivo em vasos ou sacos (“bags”), preenchidos com substratos. O cultivo em substrato com a utilização de fertirrigação promove aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos frutos por fornecer às plantas quantidade adequada de nutrientes para cada estágio de desenvolvimento da cultura. (CHARLO, HCO; CASTOLDI, R; FERNANDES, C; VARGAS, PF; BRAZ, LT., 2009.)

### **2.3 Sistema de irrigação**

A baixa disponibilidade de água, em determinadas localidades, é fator limitante à expansão do cultivo de hortaliças no Brasil. Mesmo aquelas cultivadas em época chuvosa, com frequência, exigem irrigações complementares, em razão da irregularidade das chuvas. (TEODORO, R.E.F.; OLIVEIRA, A.S. de; MINAMI, K. Minami, 1993)

Claro está que a evolução da agricultura moderna tem embasamento na premissa de que sempre há necessidade de se produzir mais, visto que, com o crescente aumento da população, é natural a tendência de aumentar a disparidade entre a oferta e o consumo de alimentos. Deste modo, para uma produção cada vez mais robusta, tornou-se imprescindível criar condições mais propícias para o desenvolvimento das plantas. Surgiram então os adubos, os defensivos, o melhoramento genético, o manejo de solo e a irrigação, entre outros fatores, além do problema da sazonalidade climática, que permite o cultivo apenas em alguns períodos do ano (RESENDE; GONÇALVES, 2004).

Sentelhas e Matos (1995), neste viés, chamam a atenção ao discorrerem acerca da tendência dessa agricultura, cuja finalidade reside justamente em minimizar os riscos com a utilização intensiva de tecnologia. E o cultivo protegido, seguem afirmando, é uma das formas de se obter êxito por



se tratar de uma técnica amplamente consolidada em vários países do mundo (SENTELHAS & SANTOS, 1995).

A introdução do cultivo protegido em nosso país deu-se por volta do final da década de 70, a partir de trabalhos pioneiros, com a utilização do plástico em estruturas para proteger as plantas contra as adversidades climáticas (GOTO, 1997). Esta tecnologia desponta como alternativa para os horticultores, haja vista diminuir os efeitos da variabilidade ambiental, o que resulta em melhorar o desenvolvimento dos cultivos e permitir produção durante todo o ano.

Nesta vertente, o pimentão (*Capsicum annuum L.*), solanácea de alto valor alimentício, está entre as hortaliças mais consumidas do Brasil, principalmente na região sudeste (MELO et al., 2000). Todavia, em estufa, situa-se entre as cinco que apresentam maior área cultivada no Brasil e em diversos países, pelo alcance da grande produtividade e da melhoria da qualidade dos frutos nessas condições (LORENTZ et al., 2002).

Cunha et al. (2002) constataram, em trabalho com pimentão, a eficiência do cultivo protegido na conversão da radiação líquida disponível em matéria seca total e na produtividade de frutos, além de menores perdas de energia, mostrando-se também mais eficiente no uso da água em relação ao cultivo em campo. (CUNHA; ESCOBEDO; KLOSOWSKI, 2002.)

Entre as tecnologias empregadas no cultivo protegido, está a fertirrigação, que é a aplicação de fertilizantes por meio da água de irrigação em que, tanto via gotejamento quanto via microaspersão, é a que mais se aproxima do ritmo de absorção de água e de nutrientes pela planta. (VILLAS BOAS et al., 2000).

## **2.4 Hidrogel**

A agricultura irrigada é a atividade econômica que demanda maior quantidade de água, e diversas ferramentas tecnológicas têm sido utilizadas, com vistas a otimizar seu uso. Como exemplo, destacam-se os dispositivos automáticos de acionamento dos sistemas de irrigação, que visam a evitar aplicações excessivas de água, e o uso de substâncias hidrofílicas

(HENDERSON & HENSLEY, 1986), que contribuem para o aumento da capacidade de retenção de água no solo (CRA).

Segundo Hendersen e outros (1991), caso estejam associadas a um manejo adequado de irrigação, as práticas de cultivo podem promover o aumento da CRA e influenciar na qualidade da produção (HENDERSON et al., 1991). Assim, o uso de condicionadores de solo, conhecidos como hidrogel, tem apresentado resultados satisfatórios, principalmente em cultivo protegido, em que o uso da irrigação é substancial.

Segundo Coelho et al. (2008), o hidrogel é um polímero hidrofílico com capacidade de armazenar grande quantidade de água de modo a permitir sua liberação, em um fluxo contínuo, na quantidade necessária ao desenvolvimento das plantas (REHMAN et al., 2011). O fornecimento de água às plantas no momento adequado e na quantidade necessária é o objetivo principal da agricultura irrigada, principalmente no cultivo de hortaliças em ambiente protegido, onde variações no conteúdo de água no solo podem afetar o desenvolvimento vegetativo, acarretando diminuição da qualidade e da produtividade das plantas (SALA & COSTA, 2012).

Considerada uma hortaliça de alto consumo no mundo todo, o pimentão apresenta crescimento rápido, levando, geralmente, de 100 a 110 dias até ser colhido, é muito exigente quanto a condições climáticas, à disponibilidade de água e nutrientes para que ocorra um acelerado acúmulo de massa. Em geral, é possível afirmar que a planta do pimentão tem uma necessidade uniforme de água durante o seu ciclo, já que ela é sensível à asfixia radicular e à seca. As irregularidades no fornecimento de água podem dar força à aparição de necroses apicais. Isso significa que a rega deve manter o solo úmido, mas sem excesso. Para obter a completa adequação dos fatores de produção, devem ser observadas com cautela as condições de cada cultivo, incluindo tipo de solo, climatologia e estado vegetativo da planta.

Apesar de estar sendo utilizado como foco de pesquisa em diversos trabalhos na agricultura, principalmente em plantas ornamentais, condimentares e frutíferas (ALBUQUERQUE FILHO et al., 2011), anda são escassos na literatura estudos que apontem para o uso do hidrogel associado a técnicas de monitoramento de umidade do solo e a dispositivos acionadores de irrigação. Assim, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o

cultivo de pimentão em solos com diferentes doses de hidrogel, a partir de uma irrigação por gotejamento.

Muito mais que a escolha de um substrato eficiente, o uso correto da água no processo de produção de mudas é fator determinante para a obtenção de plantas produtivas. Entre as tecnologias utilizadas como opção para a utilização eficiente da água, os hidrogéis agrícolas, por proporcionarem benefícios às plantas pela sua capacidade de retenção de água e nutrientes, além de promoverem melhorias nas características físicas do solo, vêm ganhando expressivo espaço nos últimos 15 anos na agricultura brasileira (KLEIN e KLEIN, 2015).

É válido dar realce ao posicionamento dos autores Monteiro Neto et al. (2018) em relação ao uso de hidrogel: “Portanto, definir um sistema de produção de mudas de pimentão que propicie o uso eficiente da água e de materiais eficientes como substratos é essencial à obtenção de cultivos produtivos e economicamente viáveis”. (MONTEIRO NETO, J.L.L.; ALBUQUERQUE, J.A.A. de; MANDULÃO, G.E.C.; MAIA, S.da S.; MELO, A.K.P. de; ZBOROWSKI, L.G.C.; e DIAS, E. da S., 2018).

## **2.5 Silicato de potássio**

O silicato de potássio é um produto com alta concentração de silício e potássio solúvel, desenvolvido para elevar a produtividade, aumentar a resistência e regular a perda de água das plantações. O silício (Si) configura-se como um dos elementos químicos mais abundantes do planeta, haja vista que algumas plantas, como o milho e outras gramíneas, acumulam esse elemento. Desta feita, a utilização de fontes de silício na agricultura é extremamente benéfica, pois “vai ao encontro da necessidade de alternativas para um eficiente controle fitossanitário, além da busca por estratégias que ofereçam risco reduzido ao ambiente”. (NALIN, R. S.; MOURA, R. de; BEXIGA, W. L.; GOUSSAIN, R. de C. S. Benefícios do silício para a agricultura. Revista Cultivar, 18 ago 2016.)

A planta, ao absorver o Si e depositá-lo na parede da célula vegetal, contribui para a ocorrência de uma polimerização e provoca a formação de

uma camada dupla de silício cuticular. Em contrapartida, ocorre o “enrijecimento da parede, o que traz diversos benefícios já comprovados, seja em fatores abióticos e/ou bióticos.” (NALIN, R. S.; MOURA, R. de; BEXIGA, W. L.; GOUSSAIN, R. de C. S. Benefícios do silício para a agricultura. Revista Cultivar, 18 ago 2016.)

Um dos desafios mais significativos da produção vegetal atualmente é o de atender a demanda quantitativa do pimentão, sem que haja saturação do uso dos recursos naturais. Assim, trata-se de melhorar a eficiência no processo do cultivo, mas sem comprometer a planta, seu desenvolvimento e sua produtividade (YANG et al., 2017).

Para Pereira et al. (2015), o uso de indutores de resistência, como o silicato de potássio ( $K_2SiO_3$ ), foi relatado como um componente eficaz para o manejo fitossanitário em pimentão. No Brasil, esse tipo de manejo de irrigação ainda é pouco explorado, pois o déficit hídrico pode atuar como precursor de estresse abiótico em *Solanaceae*, família que *abrange* as pimentas e os pimentões, além do tomate, da beringela e da batata (OLIVEIRA et al., 2013).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os dias 04 de dezembro de 2021 e 16 de maio de 2022 em ambiente protegido, localizado na Unidade Educacional de Produção (UEP) de Olericultura do Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, localizado na Fazenda Palmital, Rodovia Geraldo Silva Nascimento km 2,5, Zona rural, município de Urutaí, Estado de Goiás. As coordenadas geográficas do local são 17°48'46''S de longitude, 48°21'25''O de latitude e 725 m de altitude.

A região apresenta clima tropical do tipo CWB, verão chuvoso e inverno seco, segundo Koppen, média pluvial de 1000 a 1500mm, temperatura média anual de 23°C, que, no período de setembro a outubro, pode chegar a 30°C e, entre junho e julho, obter mínima inferior a 15°C, com umidade relativa do ar com média de 71%.

Para coleta de dados de umidade relativa do ar e temperatura (máxima e mínima) dentro da casa de vegetação (Figura 1) utilizada no experimento, foi utilizado um termo-higrômetro. Essas informações eram obtidas diariamente no mesmo horário para auxiliar no manejo da irrigação da planta.



**Figura 1.** Vista lateral do ambiente protegido utilizado para condução do projeto de cultivo de pimentão, localizado no Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí (2022).

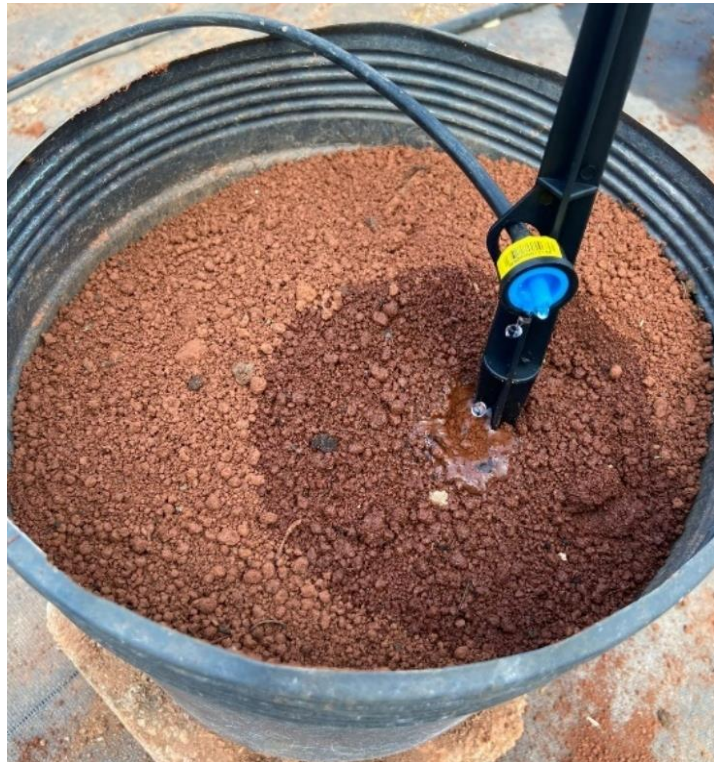
Os vasos utilizados no projeto tinham capacidade de 12 litros e foram preenchidos com solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, textura argilosa (SANTOS et al., 2013). Foram feitas análises química e física do solo (Tabela 1), coletando amostras de solo em seis pontos com profundidade de 0-20cm e fazendo uma homogeneização para constituir uma amostra composta.

**Tabela 1.** Propriedades químicas e físicas do solo utilizado no experimento.

| <b>Propriedades Químicas</b> | <b>Unidades</b>       | <b>Valores</b> |
|------------------------------|-----------------------|----------------|
| Fósforo (P)                  | mg dm <sup>3</sup>    | 40,5           |
| Potássio (K)                 | mg dm <sup>3</sup>    | 304            |
| Cálcio (Ca)                  | cmolc dm <sup>3</sup> | 2,6            |
| Magnésio (Mg)                | cmolc dm <sup>3</sup> | 1,10           |
| Enxofre (S)                  | mg dm <sup>3</sup>    | 14             |
| Cobre (Cu)                   | mg dm <sup>3</sup>    | 7,20           |
| Ferro (Fe)                   | mg dm <sup>3</sup>    | 137            |
| Matéria Orgânica             | g dm <sup>3</sup>     | 22             |
| pH (H <sub>2</sub> O)        | -                     | 5,5            |
| <b>Propriedades físicas</b>  | <b>Unidades</b>       | <b>Valores</b> |
| Areia                        | g kg <sup>-1</sup>    | 421            |
| Silte                        | g kg <sup>-1</sup>    | 130            |
| Argila                       | g kg <sup>-1</sup>    | 449            |

O preparo do solo para o transplântio das mudas foi feito com a mistura de adubação orgânica e calcário, de acordo com recomendação da análise e interpretação dos dados de solo.

Foi instalado um sistema de irrigação por gotejamento, composto por gotejadores autocompensantes, com vazão de 2,2 L.h<sup>-1</sup> (Figura 2), distribuídos em linhas principais e laterais, com tubulação feita de polietileno de 16mm de diâmetro. O conjunto motobomba era de 0,5 cv, tendo sido instalados registros e manômetro para controlar a pressão de serviço. Como seriam estabelecidas diferentes lâminas de água, foi necessária a instalação de registros para cada lâmina e, após montado todo o sistema de irrigação, foi aplicado um teste de uniformidade para conferir a eficiência do sistema.



**Figura 2.** Irrigação localizada com gotejador autocompensante

O teste de uniformidade escolhido foi o CUC (Coeficiente de Uniformidade de Christiansen), cuja equação é demonstrada da seguinte maneira:

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

Em que:

CUC: Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (%);

$Q_i$ : Vazão de cada gotejador ( $L \cdot h^{-1}$ );

$Q$ : média das vazões coletadas de todos os gotejadores ( $L \cdot h^{-1}$ ); e

$N$ : número de observações.

Para condução do experimento, foram utilizadas mudas de pimentão (*Capsicum annuum*) produzidas em bandejas de polietileno contendo 150 células, das quais foram escolhidas 128 mudas que tinham de quatro a seis folhas definitivas para o transplante para os vasos. Até o estabelecimento das plantas, foi mantida a irrigação de acordo com a capacidade de campo, e os tratamentos, incluindo as lâminas, foram iniciados 24 dias após o transplante (DAT).

O manejo da irrigação ocorre através de um tanque do tipo classe A, 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.

Para estimar a evapotranspiração da cultura, foi utilizado o modelo adotado pela FAO (*Food and Agricultural Organization*) do tanque “Classe A”. Essa estimativa foi feita por meio de dois passos. O primeiro passo, calculando a evapotranspiração de referência e depois a evapotranspiração da cultura proposta por Penman-Monteith.

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

**E<sub>t</sub>**= evapotranspiração da cultura 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 potencial da cultura é dada pela Equação 3.

$$E_{TC} = E_t \times K_c \quad \text{(Equação 3)}$$



**ETC**= evapotranspiração potencial 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.

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

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

**ETPc**= evapotranspiração potencial 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 sistema [L.h<sup>-1</sup>].

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 transplante. 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.



**Figura 3.** Solução de hidrogel utilizada no momento do transplântio

No decorrer do ciclo da cultura de pimentão, foram feitas fertirrigações, segundo recomendações de Trani (2007), utilizando  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de ureia e de cloreto de potássio, que foram se repetindo nos intervalos de 30 dias até o fim do experimento. O controle de plantas daninhas foi feito retirando as plantas indesejadas, e o manejo fitossanitário foi feito de acordo com o desenvolvimento da planta, aplicando fungicidas e inseticidas.

Foram analisados a altura e o diâmetro de todas as plantas a cada 30 dias desde o transplântio até a última colheita. Para altura, foi utilizada uma trena graduada em centímetros, medindo do colo da planta até a última folha, e para obtenção do diâmetro, utilizou-se um paquímetro com medidas em centímetro, captando o ponto de interseção do caule com a raiz.

As variáveis de produção analisadas nos frutos (Figura 4), ao longo de cinco colheitas, foram: número de frutos por planta (NFP), pelo sistema de contagem; comprimento dos frutos (CP) e diâmetro dos frutos (DF), medidos com o auxílio de um paquímetro; massa fresca (MF), pesada em balança; e massa seca (MS), também pesada em balança.



**Figura 4.** A: Medidas de diâmetro. B: Pesagem dos frutos. C: Visão dos frutos cortados

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

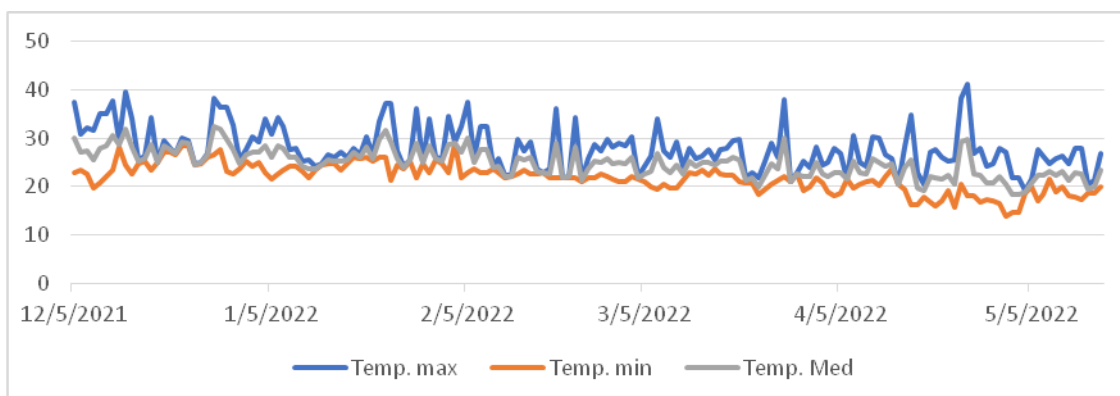
As variáveis avaliadas na planta foram altura e diâmetro da planta e, no fruto, foram avaliados massa fresca do fruto, diâmetro do fruto, comprimento do fruto e massa seca do fruto. Todas as variáveis foram submetidas ao teste de normalidade e homoscedasticidade. Todas as variáveis não paramétricas (altura 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, seguido do Teste t ajustado 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**

### **4.1 Dados meteorológicos**

Durante a condução do experimento, os valores encontrados para temperatura média do ar diariamente foram 22; 24,9 e 27,2°C para registros de temperatura mínima, média e máxima, respectivamente (Figura 5). A maior temperatura encontrada nesse período foi de 41,3°C, sendo que no mesmo dia

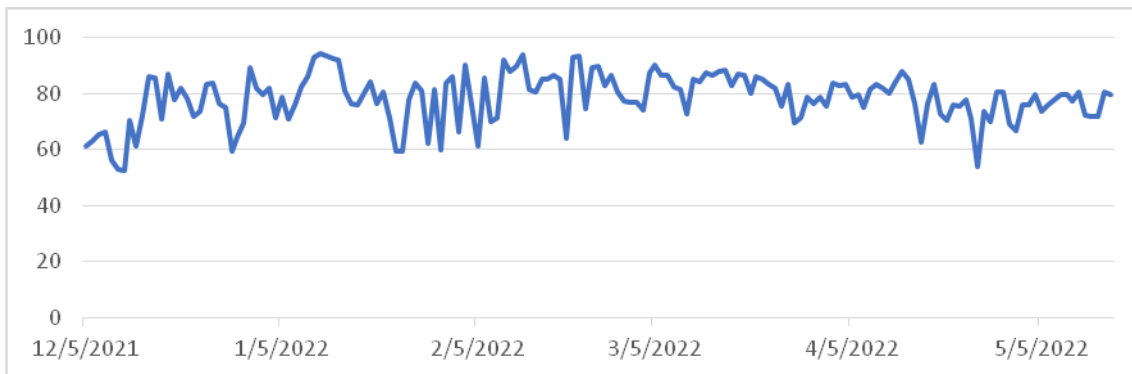
a umidade relativa do ar média chegou a abaixar para 54%, um fato isolado para as condições de tempo da região estudada.



**Figura 5.** Temperatura do ar máxima, mínima e média no período experimental para a cultura do pimentão. (Dados retirados do termo-higrômetro instalado dentro do ambiente protegido no município de Urutaí-Goiás).

O estudo teve seu término no início do período de inverno, sendo que a menor temperatura encontrada foi de 13,9°C já na finalização do trabalho. As faixas de temperatura para a cultura ficam entre 16 e 18°C à noite e entre 20 e 25°C durante o dia (FILGUEIRA, 2008). Essas temperaturas podem melhorar o desenvolvimento da planta, facilitar a floração e o surgimento dos frutos (SOUSA et al., 2011).

O termo-higrômetro instalado na casa de vegetação também captava as informações de umidade relativa do ar diariamente. A média de UR% foi de 79,5 durante a condução do trabalho, a menor foi de 52,5% e a maior, de 93,5%.



**Figura 6.** Umidade relativa do ar (%), média aferida durante a experimentação com a cultura de pimentão (Dados retirados do termo-higrômetro instalado dentro do ambiente protegido no município de Urutaí-Goiás).

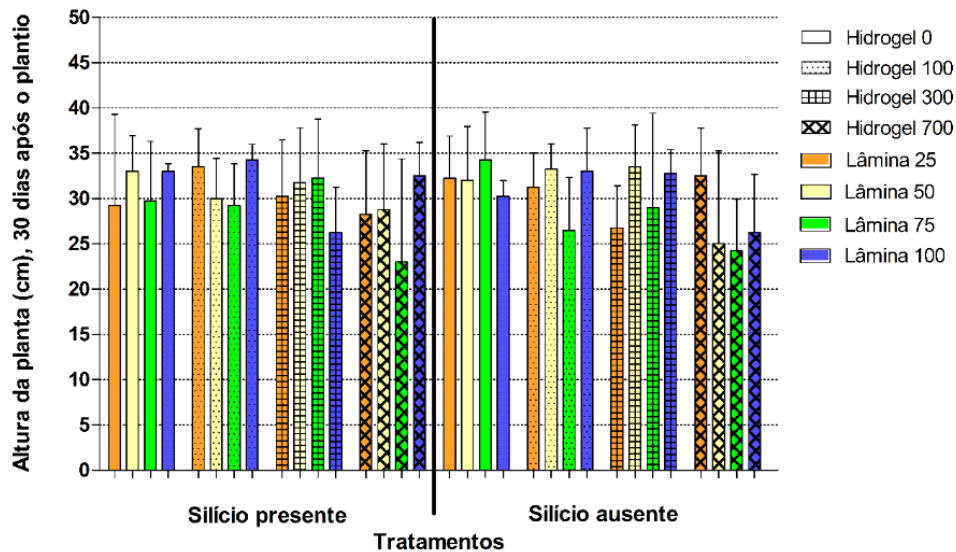
## 4.2 Análise biométrica

A biometria das plantas e a avaliação dos atributos físicos e químicos de frutos podem definir técnicas de condução e manejo, bem como o manuseio pós-colheita dos frutos, visando à aceitação do produto pelo consumidor para comercialização (DUTRA et al., 2017). Assim, foram analisados a altura e o diâmetro da planta no presente estudo.

### 4.2.1 Altura da planta

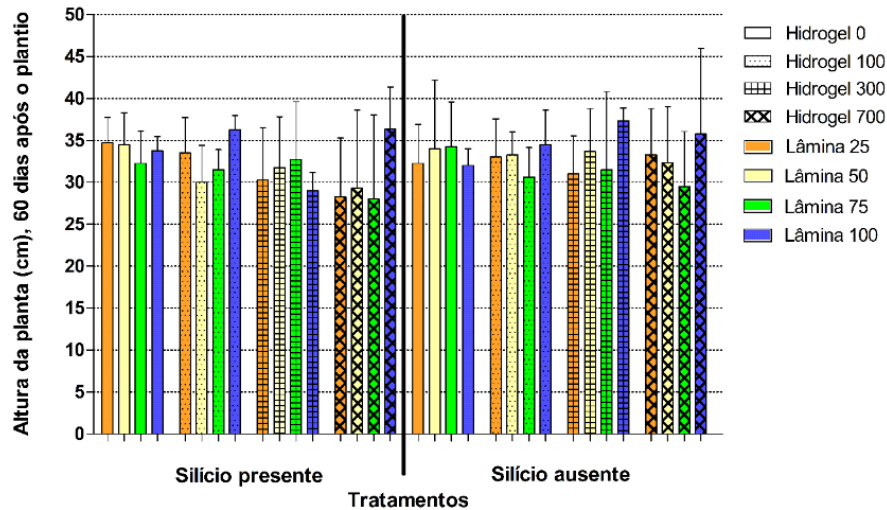
A altura da planta foi avaliada a cada 30 dias (Figura 7) desde o transplântio das mudas de pimentão. Nos primeiros dois meses, nenhum dos fatores utilizados apresentou diferenciação significativa entre si de acordo com o teste Kruskal-Wallis feito para os tratamentos “Lâmina” e “Hidrogel” e as possíveis interações, que não aconteceram nessa avaliação, o teste de Mann-Whitney foi feito para o tratamento “Silício”.

Este fato pode ser explicado pelo momento em que foram coletados os dados, sendo que até o pleno estabelecimento da planta ela foi mantida com elevado teor de umidade, característica do próprio sistema de irrigação localizada, visto que o turno de rega adotado foi de um dia, as aplicações de silicato de potássio se iniciaram no mesmo momento em que foram determinadas as lâminas de irrigação.



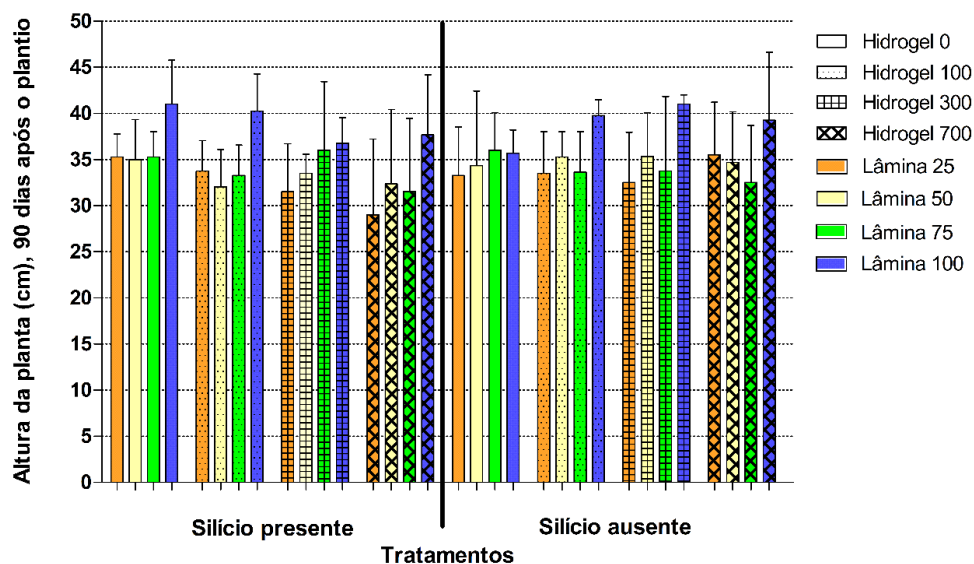
**Figura 7.** Altura da planta com 30 dias.

O mesmo comportamento da planta pode ser observado na avaliação de altura aos 60 DAT (Figura 8), quando não houve diferença significativa entre os tratamentos, razão pela qual não foi feita a interação. Os achados do trabalho Silva et al. (2019) estão em consonância com este trabalho, pois, quando cultivada, a pimenta-de-cheiro também não encontrou diferença significativa na altura das plantas em função das lâminas aplicadas, analisadas aos 42 e 70 dias após o plantio das mudas.



**Figura 8.** Altura da planta com 60 dias.

Já quando foi feita a avaliação da altura aos 90 dias após o transplântio (Figura 9), os resultados encontrados foram diferentes. Neste momento, a lâmina de 100% se destacou entre os demais tratamentos, apresentando maior média de altura. Porém os tratamentos com lâminas 75, 50 e 25% não se diferenciaram entre si. A diferença existente nesse momento foi somente entre as lâminas, não tendo ocorrido interação. Albuquerque et al. (2011) observaram efeito significativo das lâminas de irrigação aplicadas nas variáveis de crescimento do pimentão.



**Figura 9.** Altura da planta com 90 dias.

Aos 120 dias após o transplântio (Figura 10), última avaliação, foi possível observar maiores diferenças entre os tratamentos, de forma que novamente a lâmina de 100% ficou em destaque, porém ocorreram interações entre as lâminas, o hidrogel e a presença ou ausência de silicato de potássio. Desta forma, a lâmina de 25%, acompanhada de 700g de hidrogel e presença de silício, apresentou a menor média de altura da planta (30cm) entre as analisadas. Reforçando estudos desenvolvidos por Marouelli et al. (2011), que reforçam a importância hídrica para as hortaliças, como o pimentão, que mesmo com a aplicação dos produtos não teve bom resultado quando foi oferecida apenas 25% da irrigação total necessária à planta.

A maior média identificada para essa variável foi no tratamento com lâmina 100%, com dosagem 0 de hidrogel e presença de silício, alcançando uma altura de 52,67cm. As demais médias não variaram entre si.

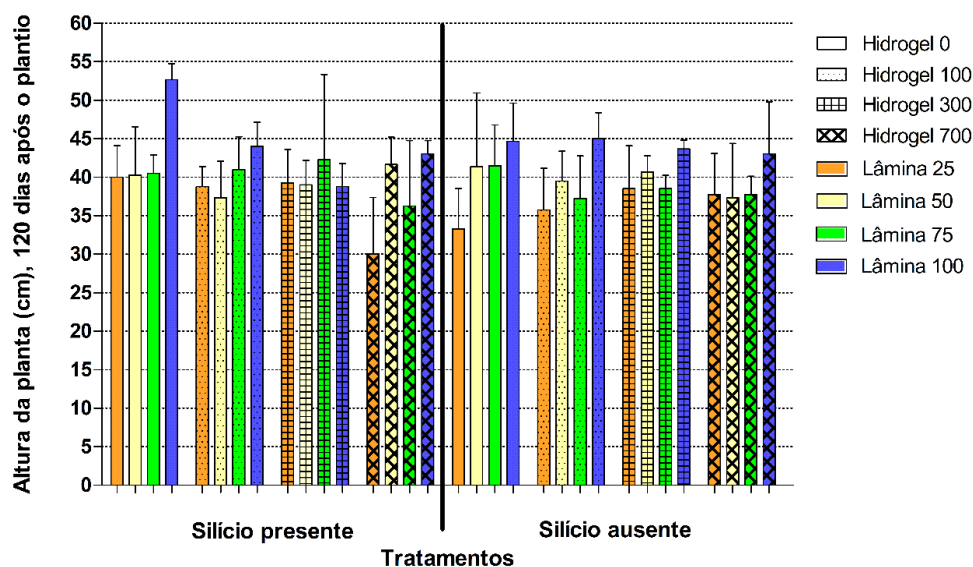


Figura 10. Altura da planta com 120 dias.

#### 4.2.3 Diâmetro da planta

No decorrer das análises feitas para diâmetro da planta, apenas aos 30 dias após o plantio das mudas de pimentão não ocorreu diferenciação significativa para nenhum dos fatores avaliados, sendo assim não houve interação (Tabela 2).

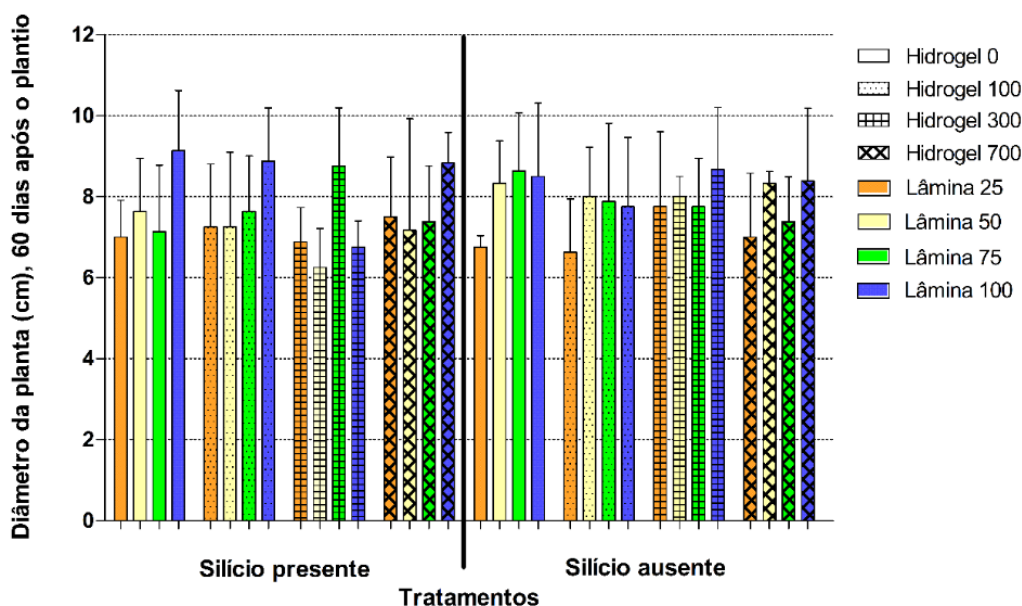


**Tabela 2.** Diferença e valor de p para os tratamentos e interações para dados do diâmetro da planta aos 30 dias.

| Diferença          |                       |                  |                      |                  | p              |           |           |            |        |
|--------------------|-----------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------|-----------|-----------|------------|--------|
| Fatores            |                       |                  |                      |                  |                |           |           |            |        |
| <b>Lâmina</b>      | 25 <sup>a</sup>       | 50 <sup>a</sup>  | 75 <sup>a</sup>      | 100 <sup>a</sup> | 0,6788         |           |           |            |        |
| <b>Hidrogel</b>    | 0 <sup>a</sup>        | 100 <sup>a</sup> | 300 <sup>a</sup>     | 700 <sup>a</sup> | 0,3359         |           |           |            |        |
| <b>Silício</b>     | Presente <sup>a</sup> |                  | Ausente <sup>a</sup> |                  | 0,9177         |           |           |            |        |
| Interações         |                       |                  |                      |                  |                |           |           |            |        |
| <b>Silício</b>     | <b>Presente</b>       |                  |                      |                  | <b>Ausente</b> |           |           |            |        |
| <b>Hidro.\Lâm.</b> | <b>25</b>             | <b>50</b>        | <b>75</b>            | <b>100</b>       | <b>25</b>      | <b>50</b> | <b>75</b> | <b>100</b> |        |
| <b>0</b>           | a                     | a                | a                    | A                | a              | a         | a         | a          | 0,7617 |
| <b>100</b>         | a                     | a                | a                    | A                | a              | a         | a         | a          |        |
| <b>300</b>         | a                     | a                | a                    | A                | a              | a         | a         | a          |        |
| <b>700</b>         | a                     | a                | a                    | A                | a              | a         | a         | a          |        |

Valores de  $p < 0,05$  (asterisco) indicam diferença pelo Teste de Kruskal-Wallis para os tratamentos “Lâmina”, “Hidrogel” e interações e Teste de Mann-Whitney para o tratamento “Silício”.

Logo após 60 dias (Figura 11), na análise biométrica realizada sobre o diâmetro da planta, o fator lâmina analisado separadamente dos outros apresentou diferença significativa, mas não houve interações com os outros tratamentos. As lâminas de 100 e 75% mostraram maiores médias, porém são consideradas semelhantes pelo teste Kruskal-Wallis, posteriormente aparece a lâmina de 50% e, no fim, a lâmina de 25%. Esta resposta confirma as encontradas por Carvalho et al. (2016), observando que a planta quando sofre redução de água pode ter seu crescimento e seu desenvolvimento afetados.



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

Na análise feita aos 90 dias, novamente foi verificada diferença significativa apenas para o fator lâmina, destacando-se a lâmina de 100%. Não foi possível observar interação entre os tratamentos (Tabela 3) e, apesar de  $p < 0,05$ , esse valor foi de 0,0498, sendo muito próximo de 0,05, tornando improvável a visualização das interações.

Segundo Griebler (2019), o pimentão é uma cultura que necessita de boas condições hídricas para alcançar seu maior potencial de desenvolvimento, sua demanda hídrica ideal compreende uma faixa estreita entre o déficit e o excesso de água, o que é reforçado neste trabalho quando as lâminas muito baixas não têm efeito positivo, tendo a lâmina de 25% apresentado as menores médias de diâmetro.

**Tabela 3.** Diferença e valor de p para os tratamentos e interações para os dados do diâmetro da planta as 90 dias pós-plantio.

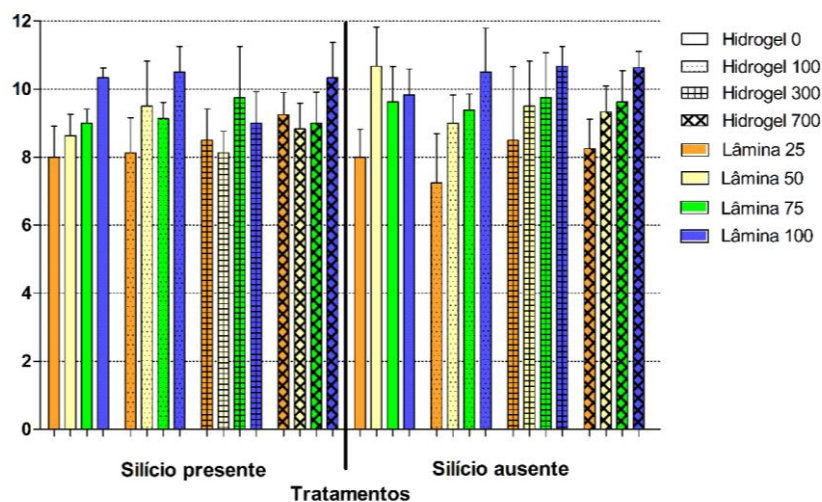
| Diferença estatística |                       |                  |                      |                  | p       |
|-----------------------|-----------------------|------------------|----------------------|------------------|---------|
| Fatores               |                       |                  |                      |                  |         |
| <b>Lâmina</b>         | 25 <sup>c</sup>       | 50 <sup>b</sup>  | 75 <sup>b</sup>      | 100 <sup>a</sup> | 0,0000* |
| <b>Hidrogel</b>       | 0 <sup>a</sup>        | 100 <sup>a</sup> | 300 <sup>a</sup>     | 700 <sup>a</sup> | 0,7280  |
| <b>Silício</b>        | Presente <sup>a</sup> |                  | Ausente <sup>a</sup> |                  | 0,8262  |

| Interações  |          |    |    |     |         |    |    |     |         |
|-------------|----------|----|----|-----|---------|----|----|-----|---------|
| Silício     | Presente |    |    |     | Ausente |    |    |     |         |
| Hidro.\Lâm. | 25       | 50 | 75 | 100 | 25      | 50 | 75 | 100 |         |
| 0           | a        | a  | a  | A   | a       | a  | a  | a   | 0,0498* |
| 100         | a        | a  | a  | A   | a       | a  | a  | a   |         |
| 300         | a        | a  | a  | A   | a       | a  | a  | a   |         |
| 700         | a        | a  | a  | A   | a       | a  | a  | a   |         |

Valores de  $p < 0,05$  (asterisco) indicam diferença pelo Teste de Kruskal-Wallis para os tratamentos “Lâmina”, “Hidrogel” e interações e Teste de Mann-Whitney para o tratamento “Silício”.

Finalizando as análises da planta aos 120 DAT, Figura 12, o fator lâmina mostrou resultados com diferença estatística. A lâmina de 100% com maiores médias e a de 25% com menores médias, 50 e 75%, não diferiram entre si e ficaram entre as outras duas citadas. Neste momento houve interação entre os tratamentos, de maneira que a maior média encontrada foi quando a planta recebeu 100% da irrigação total necessária, segundo sua evapotranspiração, 100g de hidrogel no ato do plantio e aplicações de silício via foliar.

Trabalho de Lima et al. (2012), analisando diferentes níveis de irrigação (50, 75, 100 e 125% da ETc), usando a cultivar de pimentão Konan R, também em ambiente protegido, contradiz o presente estudo, pois não foi observado efeito dos tratamentos para diâmetro do caule em nenhum momento.

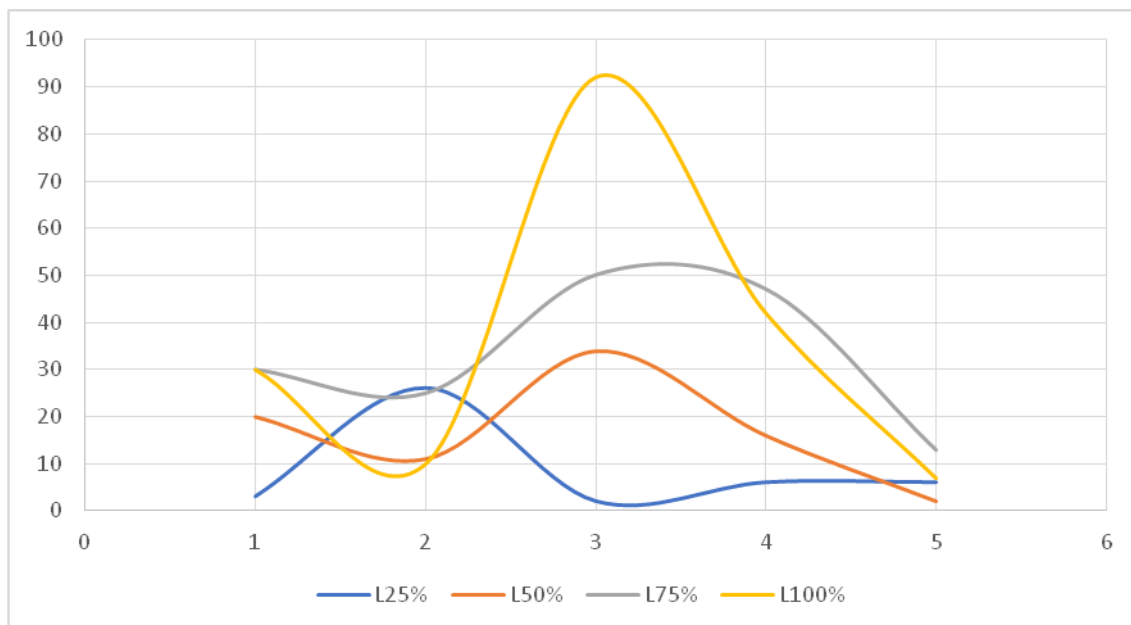


**Figura 12.** Diâmetro da planta, em centímetros, nos diferentes tratamentos, 120 dias após o plantio.

### 4.3 Dados de produção

#### 4.3.1 Números de frutos

Na condução deste trabalho, foram feitas cinco colheitas, e o único fator que apresentou diferenciação ao longo dessa produção foi a lâmina de irrigação: a lâmina de 100% produziu 181 frutos ao longo das colheitas e a lâmina de 25% resultou em 43 frutos. Observa-se também uma diferença entre os momentos de colheita: as maiores médias foram encontradas na terceira colheita e as menores, na quinta colheita (Figura 13).



**Figura 13.** Colheitas feitas ao longo da condução do experimento, distribuídas segundo cada nível de irrigação estudado.

Ao final das cinco colheitas, foi possível observar que apenas o fator lâmina influenciou na quantidade de frutos por planta (Figura 14), de maneira que mesmo com presença ou ausência de silício e até com dosagens diferentes de hidrogel, algumas médias se igualaram quando a lâmina utilizada foi de 100%. Estudo conduzido por De Matos Filho (2020) com níveis de irrigação associados a doses de hidrogel na cultura do pimentão encontrou valores máximos para número de frutos por planta quando utilizada irrigação com lâminas de 80%, em seu trabalho não foi necessário utilizar 100% da irrigação para alcançar as maiores médias de produção como no presente estudo.

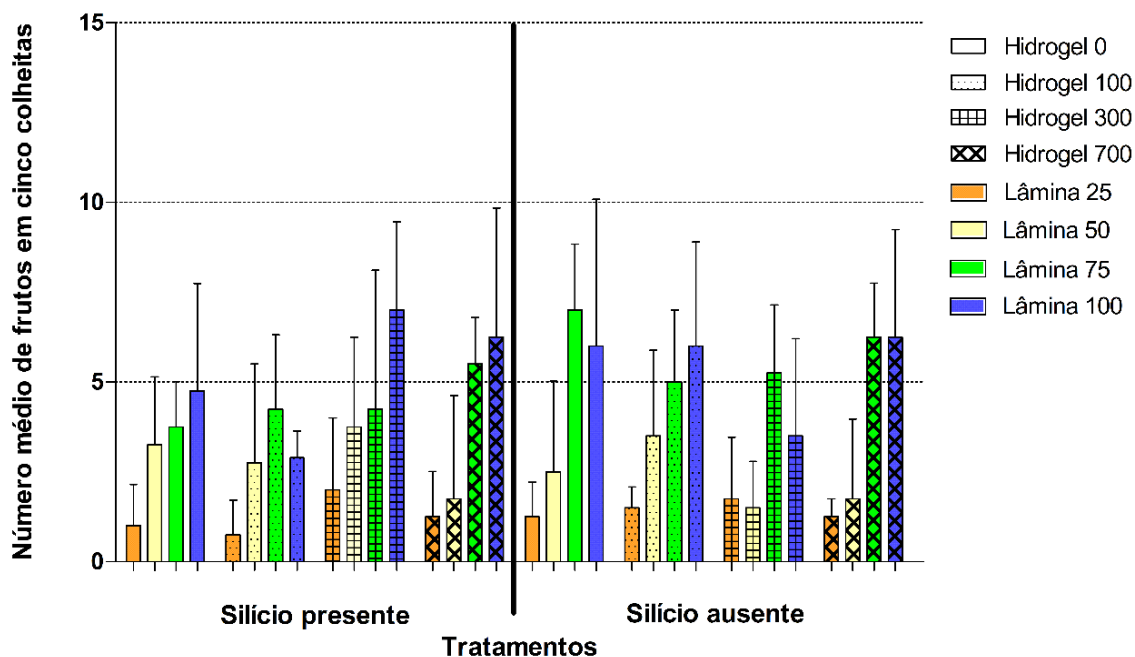


Figura 14. Número médio de frutos produzidos em cinco colheitas.

#### 4.3.2 Massa fresca e massa seca dos frutos

As variáveis massa fresca e massa seca dos frutos foram analisadas logo após cada colheita, tendo sido feita a média para cinco colheitas (Figura 15) e então observado que apenas o fator lâmina se diferenciou isoladamente.

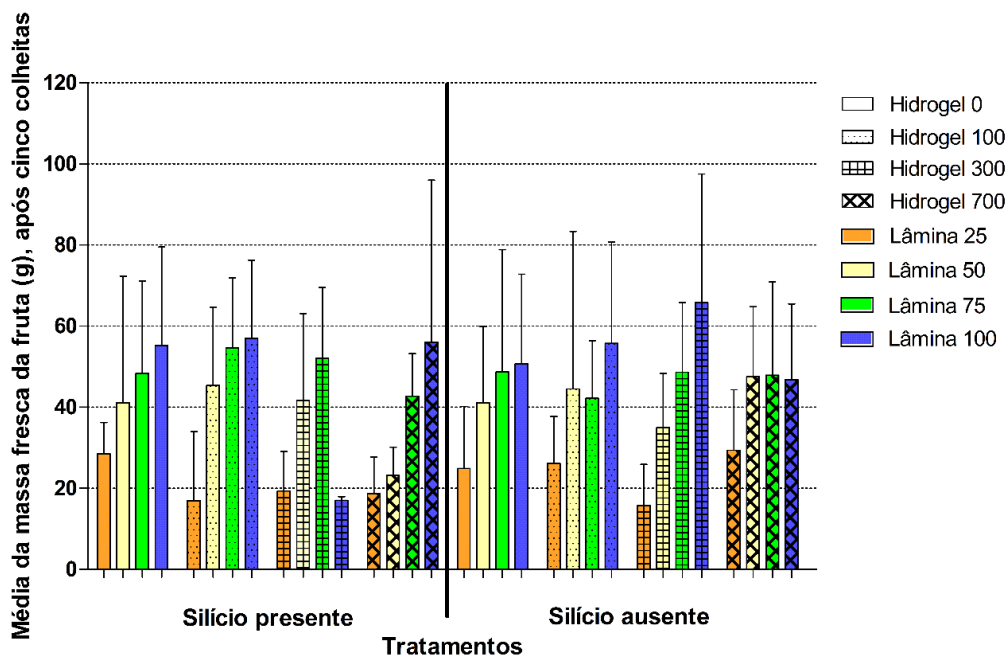


Figura 15. Massa fresca do fruto, em gramas, após cinco colheitas.

As lâminas de 100 e 75% foram iguais, logo adiante, vieram as lâminas de 50 e 25%. É possível verificar no gráfico que as médias para 25% foram bem menores, e para  $p < 0,05$  muitos tratamentos se igualaram para hidrogel e silício. Esse resultado confirma os achados de Madrid et al. (2009) e de Santos (2019), pois o déficit hídrico reduz o acúmulo de água pelos frutos e, conseqüentemente, seu peso.

No final de cinco colheitas, foi aferida também a massa seca dos frutos (Figura 16). Neste momento e para esta variável, apenas o fator lâmina apresentou diferença, destacando-se novamente a lâmina de 100% também para massa fresca do fruto.

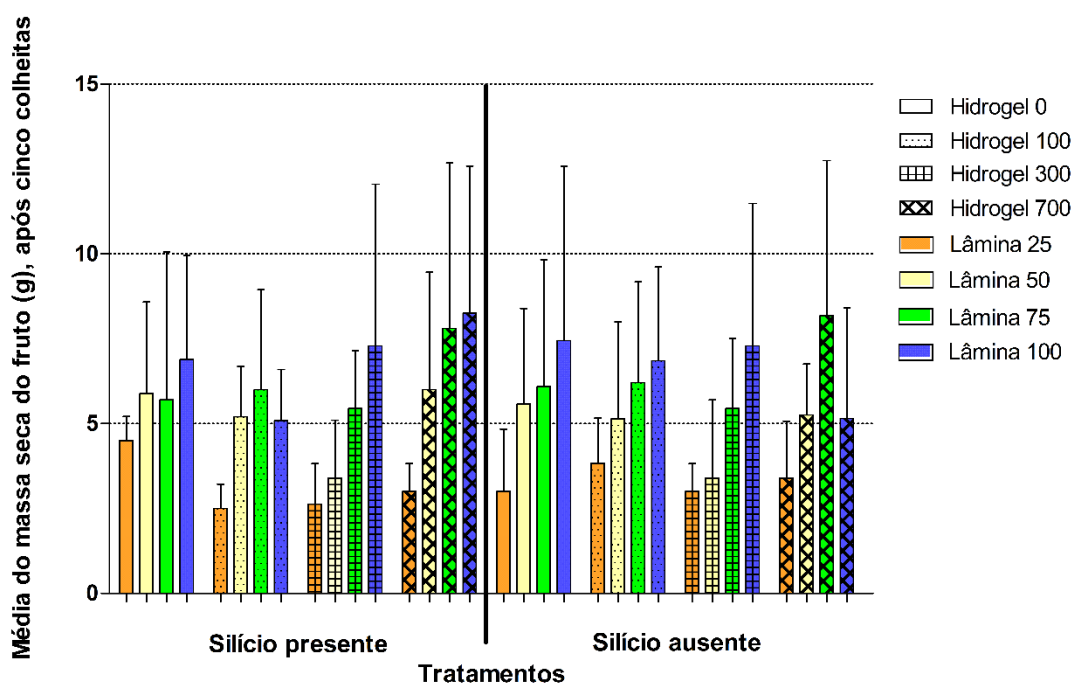


Figura 16. Média da massa seca do fruto, em gramas, após cinco colheitas.

#### 4.3.2 Comprimento e diâmetro dos frutos

Nas Figuras 17 e 19, são apresentadas as médias de comprimento e diâmetro do fruto ao final de cinco colheitas. O fator lâmina foi o único que mostrou diferença significativa (valores de  $p < 0,05$  pelo Teste de Kruskal-Wallis), de maneira que as lâminas de 100 e 75% não diferiram entre si, a

lâmina de 50% não se diferenciou da lâmina 75% e a menor média foi encontrada em tratamentos que receberam 25% da irrigação total necessária.

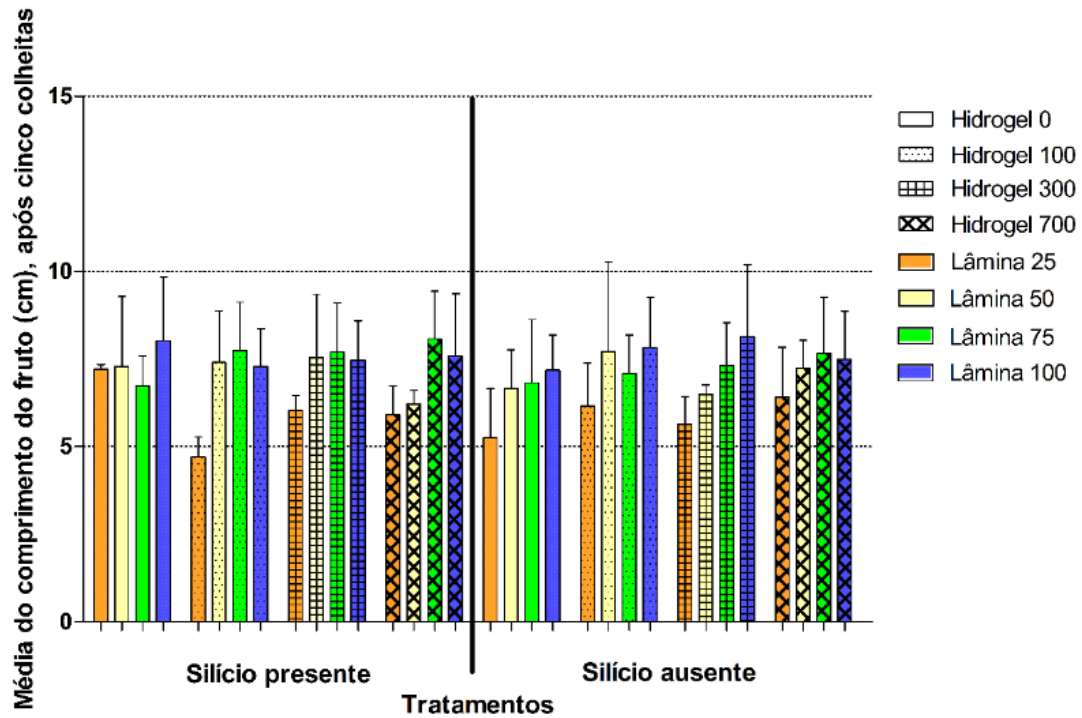


Figura 17. Média do comprimento do fruto após cinco colheitas.

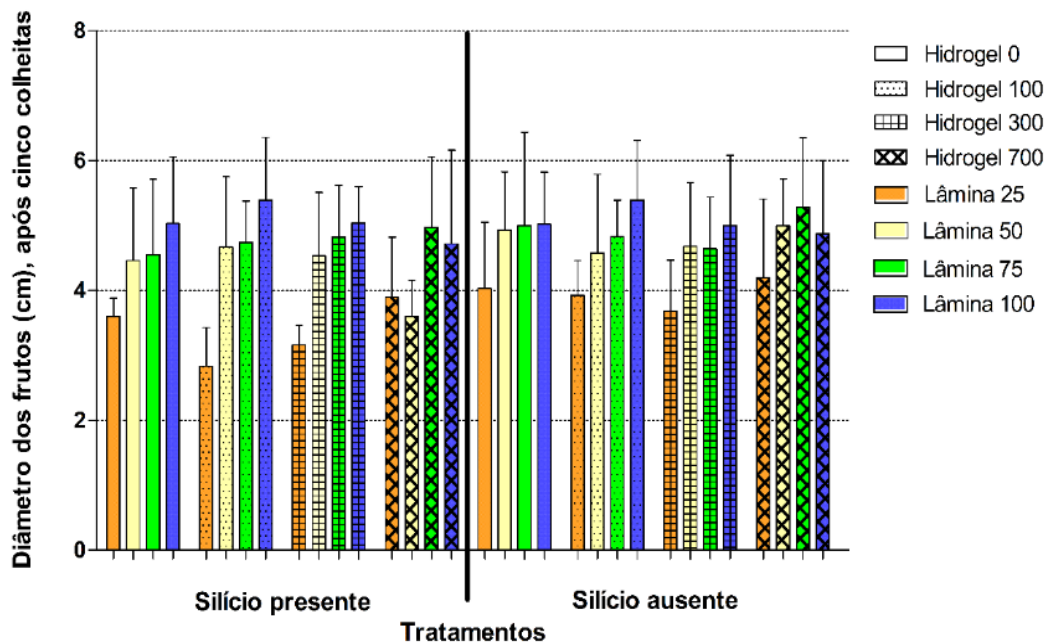


Figura 18. Média de diâmetro dos frutos ao final de cinco colheitas.

Segundo Filgueira (2003), para que o desenvolvimento da cultura do pimentão seja pleno é necessário que 80% ou mais da capacidade de campo



esteja disponível no solo. Pesquisas conduzidas por Silva et al. (2017) têm demonstrado que os maiores valores morfométricos de frutos de pimentão irrigado por gotejamento são alcançados nos tratamentos que recebem maior lâmina de água.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As primeiras análises feitas para altura da planta (30 e 60 dias após o transplântio) não apresentaram diferença em suas médias diante dos tratamentos aplicados. Aos 90 DAT, o fator lâmina apontou diferenciação, sendo que a lâmina de 100% mostrou as maiores médias e as demais não se diferenciaram. Aos 120 DAT, os níveis de irrigação continuaram mostrando diferença entre si, tendo ocorrido interação com os fatores silício e hidrogel.

Análises feitas sobre o diâmetro da planta mostraram que apenas aos 30 DAT os tratamentos não apresentaram diferenças. Nas demais análises, as lâminas mostraram diferença, tendo a lâmina de 100% apontado maiores valores em todos os momentos, se igualando com 75% apenas aos 60 dias após o transplântio.

Para dados de produção, é possível observar que na terceira colheita a produtividade foi maior em todas as lâminas apresentadas, e analisando cada lâmina separadamente, a de 100% resultou em um número maior de frutos por planta, totalizando 181 frutos.

Em relação à massa fresca e seca dos frutos, é possível observar que as médias com lâminas de 100% e 75% se igualaram, porém se diferenciaram das demais. As variáveis comprimento e diâmetro do fruto também apresentaram médias diferentes apenas para o fator lâmina, destacando-se os níveis de 100 e 75%.

Os fatores hidrogel e silício não se diferenciaram separadamente para nenhuma das variáveis analisadas neste trabalho.

## 6. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, E. F. F.; ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C.; NUNES, M. F. F. N. **Crescimento e rendimento de pimentão fertirrigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.7, p.686–694. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br>> Acesso em 20 de julho de 2022.

CANTUÁRIO, Fernando Soares de et al. **Produção de pimentão submetido a estresse hídrico e silicato de potássio em cultivo protegido**. 2012.

CARVALHO, J. A.; REZENDE, F. C.; OLIVEIRA, E. C.; AQUINO, R. F. **Pimentão cultivado em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo**. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 23, n. 3, p.236-245, maio/jun., 2016.

CHARLO Hamilton César de O.; CASTOLDI Renata; FERNANDES Carolina; VARGAS Pablo F. F; BRAZ Leila T. 2009. **Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco**. Horticultura Brasileira 27: 155-159.

COELHO, J.B.M; BARROS, M.F.C.; CORREA, M.M; WANDERLEY, R.A; COELHO JÚNIOR, J.M.; FIGUEREDO, J.L.C. **Efeito do polímero hidratassolo sobre propriedades físico-hídricas de três solos**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v.3, n.3, p.253-259, 2008.

CUNHA, A. R. da; ESCOBEDO, J. F.; KLOSOWSKI, E. S. **Estimativa do fluxo de calor latente pelo balanço de energia em cultivo protegido de pimentão**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, n.6, p.735-743, 2002.

DE MATOS FILHO, Hélio Aparecido; DA SILVA, César Antônio; BASTOS, Alefe Viana Souza. **Níveis de irrigação associados a doses de hidrogel na cultura do pimentão**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 14, n. 2, p. 3906, 2020.

DUTRA, F. V. et al. **Características físicas e químicas de umbuzeiros (*Spondias tuberosa* Arr. Cam).** Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, v. 40, n. 4, p. 814-822, 2017.

FERNÁNDEZ, M.D.; BONACHELA, S.; ORGAZ, F.; THOMPSON, R.; LÓPEZ, J. C.; GRANADOS, M.R.; GALLARDO, M.; FERERES, E. **Measurement and estimation of plastic greenhouse reference evapotranspiration in a Mediterranean climate.** Irrigation Science, v.28, p.497-509, 2010.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas.** 1. ed. Lavras: Editora UFLA, 2003. 333 p.

GOTO, R. **Plasticultura nos trópicos: Uma avaliação técnico-econômica.** Horticultura Brasileira, v.15, p.163-165, 1997. Suplemento

GRIEBLER, D. B. **Aspectos Biométricos do Pimentão Irrigado com Diferentes Lâminas de Irrigação.** Orientação do Prof. Dr. João José da Silva Junior. Brasília, 2019. 26 p. Trabalho de Conclusão de curso de Graduação. Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2019.

HENDERSON, J.C.; DAVIES, F.T.; PEMBERTON, H.B. **Landscape rose response to low moisture levels and a hydrophilic gel.** Scientia Horticulturae, New York, v.46, p.129-135, 1991.

HENDERSON, J.C.; HENSLEY, D.L. **Efficacy of a hydrophilic gel as a transplant aid.** HortScience, Alexandria, v.21, n.4, p.991-992, 1986.

KLEIN, C. & KLEIN, V. A. **Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo.** Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas. Guarapuava, v.19, n.1, p.21-29, 2015.

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, [S. l.], 2012.

LORENTZ, L. H.; LÚCIO, A. D.; HELDWEIN, A. B.; SOUZA, M. F.; MELLO, R. M. **Estimativa da amostragem para pimentão em estufa plástica**. Horticultura Brasileira, v.20, n.2, 2002. 4p.

MADRID, R.; BARBA, E. M.; SÁNCHEZ, A.; GRACÍA, A. L. **Effects of organic fertilizers and irrigation level on physical and chemical quality of industrial tomato fruit (cv. Nautilus)**. Journal of the Science of Food and Agriculture, Oxford, v. 89, n. 15, p.2608-2615, 2009.

MALDONADO, V. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, ed. n. 5, dez. 2000-jan.2001. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/o-cultivo-do-pimentao>. Acesso em 01 de agosto de 2022.

MARQUELLI WA; SILVA WLC. 2011. **Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças**. 2.ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2011. 20 p. (Circular Técnica 11).

MELO, S. C.; PEREIRA, H. S.; VITTI, G. C. **Efeitos de fertilizantes orgânicos na nutrição e produção do pimentão**. Horticultura Brasileira, v.18, n.3, p.200-203, 2000.

MONTEIRO NETO, J.L.L.; ALBUQUERQUE, J.A.A. de; MANDULÃO, G.E.C.; MAIA, S.da S.; MELO, A.K.P. de; ZBOROWSKI, L.G.C.; e DIAS, E. da S. **USO DE HIDROGEL E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTÃO**. **E-book Agronomia**, Vol. 2. P. 241-248, 2018. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2018/01/E-book-Agronomia-Vol.-2-3.pdf>. Acesso em 01 ago 2022. In: **Agronomia [recurso eletrônico]: elo da cadeia produtiva: vol. 2** / Organizadoras Adriane Theodoro

Santos Alfaro, Daiane Garabeli Trojan. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (**Ciências Agrárias**; v. 2) 9.233 kbytes Formato: PDF ISBN 978-85-93243-62-2 DOI 10.22533/at.ed.622182601.

NALIN, R. S.; MOURA, R. de; BEXIGA, W. L.; GOUSSAIN, R. de C. S. **Benefícios do silício para a agricultura**. Revista Cultivar, 18 ago 2016. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/beneficios-do-silicio-para-a-agricu>. Acesso em 01 de agosto de 2022.

OLIVEIRA, GQ; NAGEL, PL; LOPES, AS; SCHWERZ, F; SILVA, PA; GOMES FILHO, RR. 2013. **Desenvolvimento radicular da beringela irrigada e de sequeiro em diferentes formas de cultivo**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada 7: 146-156.

REHMAN, A.; AHMAD, R.; SAFDAR, M. **Effect of hydrogel on the performance of aerobic rice sown under different techniques**. Plant, Soil and Environment, Praga, v.57, n.7, p.321–325, 2011.

RESENDE, L. V.; GONÇALVES, W. M. **Cultivo de hortaliças em estufas: Quando plantar?** <<http://www.snagricultura.org.br/artigos/artitec-horticultura01.htm>>. 10 Jun. 2004.

SALA, F.C.; COSTA, C.P. **Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.30, n.2, p.187-194, 2012.

SANCHES LVC. 2013. **Aplicação de polímero hidrorretentor no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus grandis***. Botucatu: UNESP-JMF. 108p. (Tese de Doutorado).

SANTOS, Helane Cristina Aguiar. **Nutrição nitrogenada na cultura do pimentão fertirrigado em função de tensões de água no solo**. 2019. Tese de Doutorado. UFRA.

SEDIYAMA, M.A.N.; SANTOS, I.C. dos; LIMA, P.C. de. **Cultivo de hortaliças no sistema orgânico**. Rev. Ceres, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 829-837, nov/dez, 2014

SILVA, D. S.; SILVA, C. A.; TOMINAGA, J.; MATOS, H. A. **Produção e qualidade de pimentão em resposta a níveis de irrigação e aplicação de hidrogel**. In: VI Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológico IF Goiano, 2017, Urutaí. Anais... Urutaí: IF Goiano, 2017. n. 6,p.l-4.

SILVA, Samuel et al. **Qualidade da irrigação por gotejamento em cultivos consecutivos de cana-de-açúcar**. AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO, v. 11, n. 2, p. 01-08, 2015.

SOUSA, V. F. et al. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 771 p.

SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. Editores técnicos. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, 2011. Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. In: Cap. 5: Manejo da água de irrigação.

TEODORO, R.E.F.; OLIVEIRA, A.S. de; MINAMI, K. Minami. **Efeitos da irrigação por gotejamento na produção de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em casa-de-vegetação**. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) 50 (2), Set 1993. <https://doi.org/10.1590/S0103-90161993000200011>

TRANI, P. E.; CARRIJO, O. A. 2007. **Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido**. Disponível em: <[www.infobibos.com/Artigos/2007](http://www.infobibos.com/Artigos/2007)> Acesso em 13 de julho de 2022.

VILLAS BOAS, R. L.; KANO, C.; LIMA, C. P.; NANETTI, F. A.; Fernandes. D. M. **Efeito de doses de nitrogênio aplicado de forma convencional e através da fertirrigação na cultura do pimentão**. Horticultura Brasileira, v.18, p.801-802, 2000. Suplemento.

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.