

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

PRODUÇÃO DE PIMENTA DEDO-DE-MOÇA EM FUNÇÃO  
DE DOSES DE HIDROGEL E TURNOS DE IRRIGAÇÃO

AUTOR: Joianas da Silva Carvalho  
ORIENTADOR: Dr. Leandro Caixeta Salomão  
COORIENTADOR: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

Ceres - GO  
Março - 2017

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

PRODUÇÃO DE PIMENTA DEDO-DE-MOÇA EM FUNÇÃO  
DE DOSES DE HIDROGEL E TURNOS DE IRRIGAÇÃO

AUTOR: Joianias da Silva Carvalho  
ORIENTADOR: Dr. Leandro Caixeta Salomão  
COORIENTADOR: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

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

Ceres - GO  
Março - 2017

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

CC331p Carvalho, Joianias da Silva  
PRODUÇÃO DE PIMENTA DEDO-DE-MOÇA EM FUNÇÃO DE  
DOSES DE HIDROGEL E TURNOS DE IRRIGAÇÃO / Joianias  
da Silva Carvalho; orientador Leandro Caixeta  
Salomão; co-orientador Henrique Fonseca Elias de  
Oliveira. -- Ceres, 2017.  
40 p.

Dissertação (Mestrado em MESTRADO PROFISSIONAL EM  
IRRIGAÇÃO NO CERRADO) -- Instituto Federal Goiano,  
Câmpus Ceres, 2017.

1. gel hidroretentor. 2. *Capsicum baccatum* var.  
*pendulum*. 3. gotejamento. 4. evapotranspiração. I.  
Caixeta Salomão, Leandro, orient. II. Fonseca Elias  
de Oliveira, Henrique, co-orient. III. Título.


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

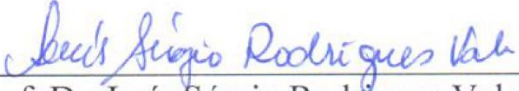
PRODUÇÃO DE PIMENTA DEDO-DE-MOÇA EM FUNÇÃO  
DE DOSES DE HIDROGEL E TURNOS DE IRRIGAÇÃO

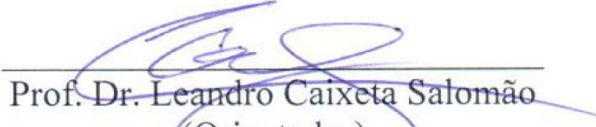
AUTOR: Joianias da Silva Carvalho  
ORIENTADOR: Dr. Leandro Caixeta Salomão  
COORIENTADOR: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

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

APROVADA em 23 de março de 2017.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Cleiton Gredson Sabin Benett  
*Avaliador externo*  
Universidade Estadual de Goiás

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luís Sérgio Rodrigues Vale  
*Avaliador interno*  
IF Goiano/Campus Ceres

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão  
(Orientador)  
IF Goiano/Campus Urutaí

## AGRADECIMENTOS

O coração do sábio adquire conhecimento, e o ouvido dos sábios busca a ciência (Provérbios 18:15).

Agradeço a Deus, pois Ele dá a sabedoria e da sua boca vem o conhecimento e o entendimento (Provérbios 2:6). A meus pais, João da Silva Carvalho e Emília da Silva Carvalho, pois me proporcionaram a base escolar e familiar para que superasse mais esse degrau. À minha esposa Elisângela Silva Gonçalves Carvalho que novamente me compreendeu e amparou em mais essa etapa de estudos. Aos meus irmãos Joiandro, Joianésia e Joienita que me incentivaram, mesmo que à distância, a concluir mais esse desafio. Ao meu orientador Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão, ao meu coorientador Prof. Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira e a outros ilustres professores do PPGIC IF Goiano Campus Ceres, que me conduziram no caminho para conclusão deste projeto. À Vanessa Lima Cornelio, ao Ulisses Reis Correia Pinto, ao Rannie do Carmo Souza, ao Gabriel Junio da Silva Dias, ao Vinicius Gonçalves Almeida, ao Juliano Silva Queiroz, entre outros alunos do IF Goiano Campus Ceres, que me ajudaram em várias fases da implantação e desenvolvimento do experimento. Ao Prof. Dr. Gabriel Greco de Guimarães Cardoso, que muito me ajudou no início do mestrado, em outro experimento, orientando-me no que seria a minha base para trabalhos em campo. Aos colegas do mestrado (PPGIC), que ao compartilhar experiências contribuíram para a concretização deste trabalho. Aos amigos, professores e colegas de trabalho do IF Goiano - Campus Ceres que, de alguma forma, contribuíram para o sucesso das atividades de pesquisa.

Muito obrigado.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Nascido em Brasília-DF em 1978. Aos dois anos mudou-se com sua família para Teresina – PI, onde cursou do ensino fundamental à graduação, exceto a 8ª série que estudou em Curimatá-PI, cidade natal dos seus pais João da Silva Carvalho e Emília da Silva Carvalho. Em 1996, ingressou na Universidade Federal do Piauí – UFPI, matriculando-se no curso de Engenharia Civil. Concomitante ao curso na UFPI, estagiou no Banco do Estado do Piauí - BEP, no Tribunal de Contas do Estado do Piauí – TCE-PI, na Fundação Nacional de Saúde - FUNASA e em um escritório de Engenharia Civil. Em cada estágio, trabalhou de um a dois anos até que em 2003, após aprovação em concurso público, começou a trabalhar no Banco do Brasil - BB, trancando o curso na UFPI. Para o BB, trabalhou em duas cidades no interior do Piauí (Itaueira e Campo Maior) até retornar a Teresina em 2007. Após retornar à capital, retomou o curso de Engenharia Civil, concluindo-o em 2013. Em 2014, aprovado em concurso público, assumiu uma vaga de Engenheiro Civil no IF Goiano Campus Ceres, onde trabalha atualmente. Em 2015, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado no Campus Ceres do IF Goiano.

## ÍNDICE

	Página
<b>RESUMO</b> -----	ix
<b>ABSTRACT</b> ----	x
<b>1. INTRODUÇÃO</b> -----	11
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> -----	13
2.1. Aspectos gerais da cultura da pimenta -----	13
2.2. Cultivo em ambiente protegido -----	14
2.3. Polímeros hidroretentores-----	15
2.4. Irrigação localizada -----	16
<b>3. OBJETIVOS</b> -----	18
3.1. Geral -----	18
3.2. Específico -----	18
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> -----	19
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> -----	25
<b>6. CONCLUSÕES</b> -----	35
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> -----	36

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Teste F, média geral e coeficiente de variação, referentes aos dados: altura da planta, diâmetro do caule e produção total; com relação aos frutos foram analisados a quantidade por planta, massa fresca, comprimento, diâmetro e espessura de casca. Os dados foram contabilizados aos 165 DAT-----	27



## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Foto da área experimental onde são identificadas as unidades experimentais, linhas principais, linhas laterais e minitanque de evaporação-----	20
Figura 2.	Croqui da área experimental onde são identificados os blocos, parcelas, subparcelas e unidades experimentais, além de componentes do sistema de irrigação -----	21
Figura 3.	Demonstração da utilização da leitura do tanque evaporímetro para o cálculo da lâmina irrigada acumulada para os turnos de irrigação em determinado período do experimento-----	23
Figura 4.	Representação gráfica de dados fenológicos, colheitas, temperaturas médias máxima e mínima observados durante o período experimental -	25
Figura 5.	Representação gráfica da umidade média máxima e mínima observadas durante o período experimental-----	26
Figura 6.	Umidade em substrato com doses de hidrogel, contido em vasos previamente imersos em caixa d'água, medida em intervalos de tempo sucessivos após a emersão dos vasos -----	28
Figura 7.	Umidade gravimétrica de amostras de solo em função do turno de irrigação (Ti) e dose de hidrogel (Dh) (%). Amostras colhidas 24h antes de cada turno de irrigação -----	29
Figura 8.	Diâmetro médio final do caule (DC) dos turnos de irrigação (Ti), em função de diferentes doses de hidrogel (Dh) no substrato -----	30
Figura 9.	Número de Frutos por planta (NF) em função de turnos de irrigação (Ti) e doses de hidrogel (Dh)-----	31
Figura 10.	Produção (PR) (Mg ha <sup>-1</sup> ) em função dos turno de irrigação (Ti) e doses de hidrogel (Dh) -----	33

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo /Sigla	Significado	Unidade de Medida
Etc	Evapotranspiração cultura	da mm
Ti	Turno de irrigação	dias
Ti2	Ti a cada 2 dias	dias
Ti4	Ti a cada 4 dias	dias
Ti6	Ti a cada 6 dias	dias
Ti8	Ti a cada 8 dias	dias
Dh	Dose de hidrogel	g vaso <sup>-1</sup>
Dh0	sem hidrogel (testemunha)	g vaso <sup>-1</sup>
Dh10	10g de hidrogel por vaso	g vaso <sup>-1</sup>
Dh20	20g de hidrogel por vaso	g vaso <sup>-1</sup>
Dh30	30g de hidrogel por vaso	g vaso <sup>-1</sup>
PR	Produção	Mg ha <sup>-1</sup>
DAT	Dias após o transplante das mudas para os vasos	dias
MFF	Massa fresca do fruto	g
DF	Diâmetro do fruto	mm
CF	Comprimento do fruto	mm
EC	Espessura de casca	mm
DC	Diâmetro médio final do caule	mm
SAP	Polímeros superabsorventes	-
VS	Válvulas solenóides	-

## RESUMO

CARVALHO, JOIANIAS DA SILVA. Instituto Federal Goiano - Campus Ceres – GO, março de 2017. **Produção da pimenta dedo-de-moça em função de doses de hidrogel e turnos de irrigação.** Orientador: Dr. Leandro Caixeta Salomão. Coorientador: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira.

Uma alternativa viável para a redução de consumo de água na irrigação é a utilização de hidrogéis. Os hidrogéis são polímeros hidrorretentores capazes de absorver e reter grande quantidade de água, sendo utilizados como alternativa viável para melhorar o armazenamento de água junto ao solo. Entretanto, instruções sobre o manejo de culturas com a utilização de hidrogéis em cultivos ainda são escassas na literatura especializada, tornando-se necessários estudos visando avaliar a precisão e a possibilidade da utilização dessa metodologia no auxílio ao manejo da irrigação, para diferentes cultivos. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das variações de doses de hidrogel e de turnos de irrigação no cultivo de pimenta dedo-de-moça. O experimento foi conduzido em casa de vegetação situado na área experimental do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres (IF Goiano). As variáveis analisadas foram: umidade do solo, altura da planta, diâmetro do caule, produtividade, número de frutos por planta, comprimento de fruto, diâmetro de fruto e espessura de casca. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, com parcela subdividida no espaço, sendo uma testemunha e três doses de hidrogel em quatro turnos de irrigação. Após análise dos dados comprovou-se que o uso de doses de hidrogel no substrato das plantas de pimenta proporcionou aumento significativo, tanto na quantidade de frutos como na produção total. A produção máxima ocorreu com a dose de 30g de hidrogel por vaso com turno de irrigação a cada 4 dias.

**PALAVRAS-CHAVES:** gel hidrorretentor, *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, gotejamento, evapotranspiração.

## ABSTRACT

CARVALHO, JOIANIAS DA SILVA. Goiano Federal Institute – Campus Ceres – GO, march - 2017. **Production of “dedo-de-moça” pepper as a function of hydrogel doses and irrigation shifts.** Advisor: Dr. Leandro Caixeta Salomão. Co-advisor: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira.

A viable alternative for reducing water consumption in irrigation is the use of hydrogels. Hydrogels are water holder polymers capable of absorbing and retaining large amounts of water, and are used as a viable alternative to improve water storage near the soil. However, instructions on crop management with the use of hydrogels in crops are still scarce in the specialized literature, making it necessary to study the accuracy and feasibility of using this methodology to aid irrigation management for different crops. In this sense, the objective of this work was to evaluate the effect of variations of hydrogel doses and irrigation shifts in the “dedo-de-moça” pepper crop. The experiment was conducted in a greenhouse located in the experimental area of Goiano Federal Institute - Ceres (IF Goiano). The variables analyzed were: soil moisture, plant height, stem diameter, productivity, number of fruits per plant, fruit length, fruit diameter and bark thickness. A randomized complete block design was used, with a plot subdivided in the space, as one attestant and three hydrogel doses in four irrigation shifts. After data analysis, it was verified that the use of hydrogel doses in the substrate of the pepper plants provided a significant increase both in the quantity of fruits and in the total production. The maximum production occurred with the dose of 30g of hydrogel per pot with irrigation shift every 4 days.

**Keywords:** Hydro retainer gel, *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, drip, evapotranspiration.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aprimoramento das tecnologias de irrigação e o aumento da área irrigada, há maior demanda por água para suprir as culturas. Esse bem de consumo se torna cada vez mais escasso em várias regiões do país e do mundo, sendo essencial para a manutenção e expansão da produção agrícola. Por isso, urge que alternativas sejam encontradas para minimizar seu desperdício nesse setor.

Para minimizar o uso da água nas culturas, deve-se escolher o melhor método para irrigação. De acordo com Burton (2010), existem quatro métodos principais de irrigação: superfície, aspersão, localizada e subirrigação. O método de irrigação localizada, utilizando o sistema de gotejamento, segundo Dasberg & Or (2013), se destaca em relação a outros sistemas por sua maior eficiência no uso da água decorrente, da aplicação precisa, diretamente na zona de raiz.

A utilização de hidrogel no substrato das culturas contribui muito para a economia de água na irrigação. Segundo Mendonça et al. (2015), o hidrogel é um material capaz de reter grandes volumes de água em sua estrutura sem se dissolver, armazenando centenas de vezes o seu peso em água e liberando gradualmente para as plantas, possibilitando o aumento no intervalo entre as irrigações.

De acordo com Sousa et. al. (2013), o hidrogel, quando incorporado ao solo, aumenta a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, atuando como condicionador de solo.

O ambiente de cultivo é um fator importante na produção das culturas, impactando também no consumo de água. Oliveira et. al. (2013) diz que as casas de vegetação se constituem em um instrumento de proteção ambiental para produção de hortaliças e flores. Sua cobertura com materiais transparentes permite a passagem da luz para crescimento e desenvolvimento das plantas, possibilitando a criação e manutenção de um microclima ideal para o seu cultivo.

O ambiente protegido, em detrimento de seus benefícios, restringe a presença de insetos polinizadores. Porém, as pimentas por serem, em grande parte, autógamias ou seja, possuírem o pólen e o óvulo que é fecundado em uma mesma flor (Costa & Henz, 2007), não tem sua produção muito prejudicada por conta desse fator, se tornando uma boa opção de cultura para esse ambiente.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Aspectos gerais da cultura da pimenta

A família solanácea compreende aproximadamente 90 gêneros e cerca 3000 espécies catalogadas. São plantas cultivadas em várias partes do mundo e se adaptam bem a climas tropicais e temperados (Mazuhovitz, 2013). Dois gêneros de pimentas mais conhecidos fazem parte desta família, o *Piper* e o *Capsicum* (Souza & Rossi 2014).

Segundo Souza & Rossi (2014) o gênero *Capsicum* abrange cerca de 20 espécies de pimentas. As pimentas já distribuídas pelos continentes são classificadas pelos botânicos em cinco espécies: *Capsicum baccatum*, *Capsicum pubescens*, *Capsicum annuum*, *Capsicum chinense* e *Capsicum frutescens*.

A *Capsicum baccatum* destaca-se por ser extremamente difundida na América do Sul. Segundo relatos históricos, ela é cultivada desde cerca de 2500 a.C. e sua origem é a região da Bolívia e Peru (Mazuhovitz, 2013). Rodrigues et al. (2011) afirmaram que esta espécie tem duas variedades mais comuns: *C. baccatum* var. *baccatum* (Cumari) e *C. baccatum* var. *pendulum* (Dedo-de-moça).

De acordo com Pinto et al. (2014), *Capsicum baccatum* é uma espécie que apresenta tipos com diferenças morfológicas, tais como: tamanho, coloração e forma. Rodrigues et al. (2011) confirmam que a espécie *C. baccatum* var. *pendulum* apresenta frutos de cores e formas variadas.

O processo de maturação das pimentas *Capsicum* é geralmente acompanhado pela alteração na cor, de verde para o vermelho ou amarelo. A mudança na coloração é em razão da conversão dos cloroplastos em cromoplastos (Liu, 2013).

O fruto de pimenta tem a pungência ou ardume como principal atributo, este é diretamente relacionado com a concentração dos capsaicinóides (Pinto et al. 2013). A concentração de capsaicina nos frutos de pimenta é expressa por uma escala sensorial denominada Scoville Heat Units (SHU) ou unidades de calor Scoville, em homenagem ao seu idealizador Wilbur Scoville. Os valores de SHU variam de zero, para pimentas doces, a 1.569.300 SHU (valor médio) alcançado pela pimenta Carolina Reaper, a mais ardida do mundo atualmente. A pimenta dedo-de-moça apresenta pungência oscilando entre 5mil e 15mil SHU, considerada de suave a mediana (LEBOOKS, 2016).

A pimenta é altamente sensível à falta de água no solo, como a maioria das hortaliças, principalmente durante o florescimento, a formação e o desenvolvimento dos frutos. A falta de água durante a floração pode reduzir a fixação e a qualidade dos frutos, assim como a produtividade. A insuficiência de água favorece também a queda e o abortamento de flores e frutos, a ocorrência de podridão apical e reduz o tamanho final dos frutos (Reifschneider & Ribeiro, 2008).

No início da fase vegetativa o déficit moderado de água favorece o crescimento do sistema radicular das plantas, aumentando sua capacidade de absorção de água e de nutrientes. Já em solos muito úmidos o desenvolvimento das pimenteiras é prejudicado, assim como o da maioria das hortaliças. Tanto no estágio vegetativo, quanto nos seguintes estágios, as irrigações excessivas reduzem a aeração em solos com drenagem deficiente e favorecem a maior ocorrência de doenças fúngicas e bacterianas, além de aumentar a lixiviação de nutrientes (Reifschneider & Ribeiro, 2008).

A temperatura é o fator climático que mais influencia o desenvolvimento de *Capsicum spp.* Nesse ponto, faz-se importante lembrar que essas espécies são predominantemente de origem tropical e, portanto, adaptadas a elevadas temperaturas, com baixa tolerância ao frio. Além disso, a pimenta é exigente em luminosidade durante todo o seu ciclo vegetativo. A falta de luz provoca o estiolamento da planta, alongando os entrenós e tornando os galhos frágeis (Amaro et al., 2012).

## 2.2. Cultivo em ambiente protegido

As casas de vegetação surgiram na Europa, com finalidade de cultivo de hortaliças durante o inverno e no Brasil trabalhos de pesquisas iniciaram-se no final da década de 90, nas regiões dos Campos Gerais, Paraná. Atualmente são largamente utilizadas por produtores de hortaliças (Oliveira et al., 2013).

O Cultivo em ambiente protegido é um sistema de produção agrícola especializado, que possibilita certo controle das condições edafoclimáticas, como temperatura, umidade do ar, radiação, solo, vento e composição atmosférica (Figueiredo, 2011). Santos et al. (2010) acrescentam que o cultivo protegido se caracteriza pela construção de uma estrutura para proteger as plantas contra os agentes meteorológicos, permitindo a realização de cultivos em épocas que normalmente não seriam escolhidas para a produção a céu aberto.



Reis et al. (2013) relatam que o propósito do cultivo em ambiente protegido é melhorar a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas por oferecer regularidade na produção. Figueiredo (2011) concorda que esta modalidade de cultivo proporciona uma fuga da sazonalidade, fato que ocorre principalmente na olericultura, em função do clima. Essa fuga possibilita a obtenção de uma melhor remuneração da produção, pelo fato de a comercialização ser feita em um período com menor oferta e melhor preço.

### 2.3. Polímeros hidroretentores

O surgimento dos polímeros hidroretentores (hidrogéis) a base de poliacrilamida se deu na década de 50 por uma empresa americana. Na época, a capacidade de retenção de água deionizada não ultrapassava 20 vezes a sua massa. Nos anos 70, uma empresa britânica melhorou as propriedades de retenção de água do polímero, elevando a capacidade de retenção de 20 para 40 vezes e de 40 para 400 vezes no ano de 1982 (Azevedo et al., 2002).

Ahmed (2015) constata que os polímeros superabsorventes (SAP), são polímeros hidrofílicos estruturalmente reticulados. Ullah et al. (2015) concordam com Ahmed (2015) que os SAP têm a capacidade de absorver água ou fluidos aquosos em quantidade de 10 a 1000 vezes seu peso ou volume original em curto período de tempo. Ahmed et al. (2013) acrescentam que eles, mesmo sob pressão, resistem a liberação da água absorvida. Os polímeros superabsorventes tem forma sólida, granular ou em pó.

Conforme observado em experimento conduzido por Fonseca et al. (2014) e afirmação de Mendonça et al. (2013) os SAP, quando imersos em água ou solução aquosa, a absorvem até atingir um volume de equilíbrio, mas não se dissolvem, graças à sua estrutura reticulada. Os SAP podem resistir a repetidos ciclos de absorção-dessorção (Navroski et al., 2016). Fonseca et al. (2014) observam em seu experimento que enquanto a absorção de solução aquosa se dá em minutos, sua dessorção é finalizada em dias. Santos et al. (2015) opinam que essa propriedade dos SAP de liberação lenta de água em um fluxo contínuo atende a quantidade necessária ao desenvolvimento das plantas.

Garcia et al. (2011) acrescentam que o hidrogel ao ser incorporado ao substrato das plantas tem capacidade de fornecer água para as raízes por um tempo que varia em função das condições climáticas, do solo e da planta.

Pelo processo químico, os polímeros absorvem os nutrientes minerais e orgânicos contidos nos solos. A capacidade de troca catiônica (CTC) dos polímeros hidroabsorventes é muito alta em comparação com a maioria dos solos (Moreira, 2011).

#### 2.4. Irrigação localizada

Na visão da agricultura sustentável, a irrigação localizada hoje é o método de maior eficiência no uso da água. A água é aplicada de forma pontual, por gotejadores, ou outros emissores, somente na região da raiz. Assim, as perdas de água por evaporação são minimizadas, não ocorre o molhamento tanto das partes do solo onde não há cultura plantada, quanto da parte aérea das plantas, que podem provocar doenças. Por isso, o volume de água para irrigação localizada é menor quando comparado aos demais métodos de aplicação (Grah et al., 2012).

O sistema de irrigação localizada por gotejamento, apesar de requerer alto capital inicial de investimento, é uma das melhores técnicas para irrigar hortaliças e pomares, devido ao menor consumo de água e fertilizantes. No entanto, nesse sistema pode ocorrer excesso de água, causando doenças, ou escassez de água, comprometendo o rendimento da cultura (Barroca et al., 2015).

Uma das formas para antever e minimizar a ocorrência de escassez ou excesso de água na irrigação é o teste de uniformidade de aplicação de água. Valnir Júnior et al. (2012) concordam que esse é um parâmetro que caracteriza o sistema de irrigação em função da diferença de volume aplicado na planta ao longo das linhas laterais. A uniformidade da irrigação tem efeito direto no rendimento de culturas, por isso, é considerada como um dos fatores mais importantes no dimensionamento e na operação de sistemas de irrigação.

Segundo Bernardo et al. (2006), a uniformidade pode ser expressa por índices ou coeficientes, sendo o mais utilizado o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC). Silva & Silva (2005) concordam que, em sistemas por gotejamento, o ideal é que a uniformidade atinja um valor de CUC superior a 90%. Já Mantovani et al. (2009) estimam que o sistema de irrigação por gotejamento pode apresentar valores de eficiência de uniformidade da ordem de 85 a 95%.

A reposição da água do solo no momento oportuno e na quantidade adequada envolve parâmetros relacionados à planta, ao solo e ao clima. Existem vários métodos

disponíveis para o controle da irrigação, que apresentam vantagens e desvantagens (Costa & Henz, 2007).

No caso específico de cultivo de olerícolas, como as pimentas, torna-se fundamental a irrigação, entre outras técnicas. O sistema de cultivo e o manejo da irrigação têm sido determinantes para o rendimento satisfatório da pimenteira, sobretudo nas regiões Sul, Sudeste, Centro Oeste e Nordeste do país (Lima et al., 2013). De acordo com Barroca et al. (2015), o manejo da água para a cultura da pimenta é importante durante todo desenvolvimento da planta, tendo influência no estabelecimento do estande, assim como também nos problemas funcionais na emissão de frutos e na sua qualidade.

Dentre os vários métodos de manejo de irrigação, Salomão et al. (2009) destacam o manejo com turno de irrigação (Ti) e caracteriza-o pela aplicação de lâminas de irrigação iguais, apropriadas à fase fenológica da cultura, porém com turno de irrigação variável. Em suma, aplica-se a mesma quantidade de água, com intervalos distintos entre irrigações, pois é determinado pelo balanço hídrico no solo que depende da demanda evapotranspirométrica e da precipitação pluviométrica.

A precisão do método do turno de irrigação simplificado pode ser sensivelmente melhorada calculando-se a evapotranspiração da cultura em tempo real. Assim, o valor de evapotranspiração da cultura (Etc) a ser considerado deve ser igual à média da evapotranspiração ocorrida no período entre duas irrigações consecutivas. Uma forma simples para o cálculo da evapotranspiração é o uso do tanque classe A, que pode ser instalado nas imediações ou dentro da área cultivada (Costa & Henz, 2007).

Estudos realizados por Salomão (2012) constam que os tanques de evaporação servem para quantificar diretamente a demanda evapotranspirativa do ambiente, nos quais a evapotranspiração é determinada multiplicando-se a evaporação da superfície livre da água contida no tanque por um coeficiente de correção (coeficiente do tanque, denominado Kt) a ser determinado para as condições locais.

Salomão (2012) abordou com sucesso a utilização de tanques de evaporação de dimensões reduzidas (TEDR) e de baixo custo para cultivos em ambiente protegido. O manejo de irrigação com (TEDR) em ambiente protegido alia as vantagens de custo reduzido de aquisição e menor espaço ocupado no interior das casas de vegetação em relação ao tanque classe A.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Geral

Avaliar o efeito da aplicação de doses de hidrogel e turnos de irrigação no desenvolvimento da planta de pimenta dedo-de-moça.

#### 3.2. Específico

Avaliar o efeito de doses de hidrogel e turnos de irrigação sobre a produtividade da cultura.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental do Instituto Federal Goiano Campus Ceres (latitude 15° 21' 1,54'' S, longitude 49° 35' 55,42'' W e altitude de 566m), no período de março a novembro de 2016. De acordo com Koppen, o clima da região é classificado como Aw (tropical com estação seca de inverno).

As mudas de pimenta foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo substrato comercial Rohrbacher. Foram utilizadas sementes de pimenta dedo-de-moça amarela (*Capsicum baccatum* L.) da linhagem IFET 1572, disponibilizado pelo Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do IF Goiano Campus Ceres.

Das bandejas as mudas foram transplantadas para copos descartáveis quando apresentavam de 2 a 3 folhas definitivas. Para os vasos, foram transplantadas quando apresentavam 4 a 6 folhas definitivas (Silva et al., 2015). A mudança preliminar para os copos, é feita para que haja um melhor desenvolvimento das mudas, que serão transplantadas para os vasos, por conta do maior volume de substrato e nutrientes presentes nos copos em relação às células das bandejas. O propósito é a seleção de mudas menos suscetíveis a tombamento.

A casa de vegetação utilizada para cultivo protegido foi do tipo arco simples, com orientação Leste-Oeste e estrutura metálica, dimensões de 20 m de comprimento e 7 m de largura, coberta com filme de polietileno de 150 micras.

Um termo-higrômetro instalado dentro da casa de vegetação foi utilizado para coleta diária de dados de umidade relativa do ar e temperatura máximos e mínimos. Considerando os dados colhidos durante o período de condução do experimento foram calculadas as médias da temperatura e umidade. As médias máxima e mínima de temperatura foram de 41,59°C e 18,49°C, respectivamente, e as de umidade relativa do ar foram de 75% e 20%, respectivamente.

As bancadas presentes na casa de vegetação tiveram que ser desmontadas e retiradas para que os vasos pudessem ser acomodados no chão (Figura 1). Em função da grande quantidade de vasos (256) estes não caberiam sobre as bancadas. A distância entre linhas e entre unidades experimentais utilizada foi de 0,28m, tendo como

referência a borda dos vasos. Cada vaso possuía capacidade de 12 L e tinha dimensões de 0,27 m de boca e 0,23 m de altura.

Foi utilizado sistema de irrigação localizada por gotejamento. As quatro linhas principais e as laterais eram formadas por tubulação de polietileno de 16 mm de diâmetro. Microtubos foram inseridos nas linhas laterais e gotejadores conectados na extremidade final dos microtubos. Os emissores eram espaçados entre si a 0,56 m. Após cálculo do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) foi constatado que os emissores forneciam uma vazão média de 2,46 L h<sup>-1</sup>, com eficiência de 94,97%, trabalhando com pressão de serviço de 20 mca.



Fonte: arquivo pessoal.

Figura 1. Foto da área experimental onde são identificadas as unidades experimentais, linhas principais, linhas laterais e mini tanque de evaporação

Foi utilizado um sistema de bombeamento automatizado, composto por controlador de irrigação Rainbird, quatro válvulas solenoides (VS) e conjunto motobomba de 0,5 cv. À jusante da motobomba foi instalado um filtro de disco, registros e manômetro para aferição da pressão do sistema de irrigação.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC) com arranjo em parcelas subdivididas (Figura 2), onde as parcelas distinguiam-se em quatro turnos de irrigação: 2 (Ti2), 4 (Ti4), 6 (Ti6) e 8 (Ti8) dias. As subparcelas diferenciavam-se pelas doses de hidrogel incorporadas ao substrato, nas seguintes proporções: 0 (Dh0), 10 (Dh10), 20 (Dh20) e 30g (Dh30) por vaso.

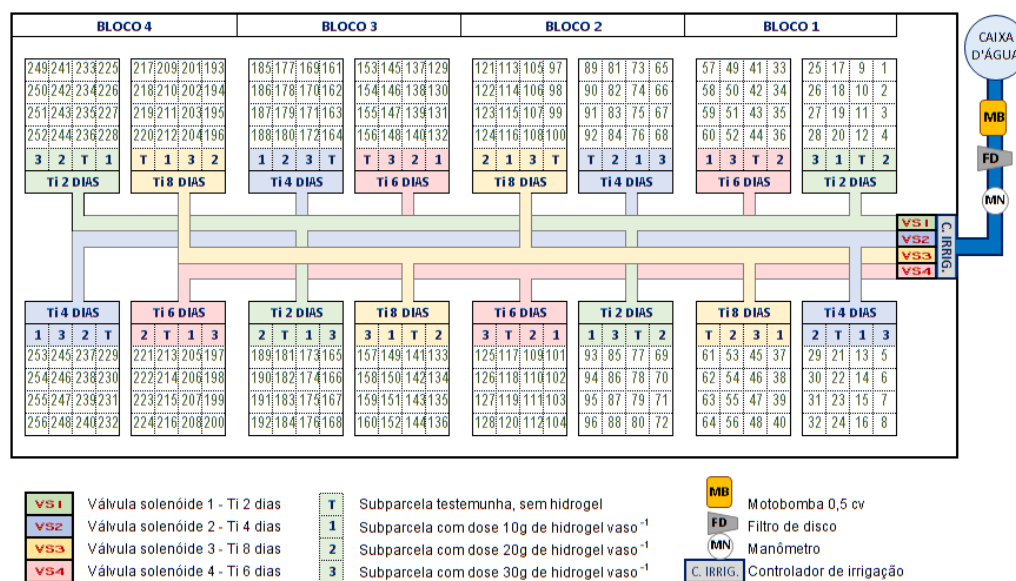


Figura 2. Croqui da área experimental onde são identificados os blocos, parcelas, subparcelas e unidades experimentais, além de componentes do sistema de irrigação

O solo utilizado para preencher os vasos foi extraído de barranco em uma área do Campus Ceres do IF Goiano. O solo coletado foi submetido à secagem ao ar livre e, em seguida, destorroado em peneira manual com crivo de 0,002 m para posterior adubação e dosagem de hidrogel.

As amostras de solo possuem classe textural classificada como argiloso (Santos et al., 2013), cujas características químicas foram determinadas pela análise de solo, com os seguintes atributos: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,8; matéria orgânica = 10 mg dm<sup>-3</sup>; P= 0,8 mg dm<sup>-3</sup>; K= 0,09 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca= 0,70 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg= 0,20 cmolc dm<sup>-3</sup>; H+Al= 2,90 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC= 3,89 cmolc dm<sup>-3</sup> e saturação por base= 25,56%. Na análise do esterco bovino utilizado foi constatado teor de 17g kg<sup>-1</sup> de N.

O hidrogel adotado é um copolímero acrílico de potássio e acrilamida e seu CTC é de 532,26 mmolc dm<sup>-3</sup> (EVERALDO JÚNIOR ELLER, 2014). O solo utilizado no experimento foi analisado e definido com CTC efetiva de 38,9 mmolc dm<sup>-3</sup>.

As doses do polímero hidrorretentor (em pó e não hidratado) foram pesadas em balança de precisão, incorporadas ao solo e homogeneizado. O substrato de cada vaso para plantio das mudas continha 10 L de substrato, sendo 7,5 L de solo e 2,5L de esterco bovino peneirado. Foram adicionados também 15g de calcário (478 kg ha<sup>-1</sup>), 5g de superfosfato simples (159 kg ha<sup>-1</sup>), 3g de KCl (96 kg ha<sup>-1</sup>) e 0,5 g do microelemento GRAN 12 (16 kg ha<sup>-1</sup>). Aos 81 dias após o transplante das mudas para os vasos (DAT) foram incorporadas 4 g de ureia ao substrato de cada vaso (13 kg ha<sup>-1</sup>). Esta adubação

foi repetida mais três vezes durante o experimento, antes de cada colheita. A adubação foi embasada na análise de solo e na recomendação contida nos estudos de Ribeiro et al. (1999) e Reifschneider & Ribeiro (2008).

Uma avaliação foi realizada preliminarmente para determinar a capacidade de retenção de água em vasos de 12 litros, utilizados no experimento. Os vasos continham 9kg do mesmo substrato utilizado no experimento, sendo três repetições de cada dose de hidrogel (Dh). Os solos acomodados nos vasos foram colocados para saturar em duas caixas d'água com volume de água equivalente a  $2/3$  da altura dos vasos. Os vasos foram mantidos parcialmente imersos por um período de 24 h, para que ocorresse a saturação completa. Findo este período, eles foram cobertos com filme plástico, para evitar a evaporação, colocados para drenar livremente sobre uma bancada e pesados a cada 12h, durante 96h (Casaroli & Van Lier, 2008).

Do início do experimento até o 34º DAT a umidade do solo foi mantida próxima à capacidade de campo com irrigações frequentes, para garantir condições iniciais de estabelecimento das plantas, igualitárias a todos os tratamentos. As plantas daninhas foram controladas de forma manual semanalmente. Por conta do elevado crescimento das plantas, estas foram tutoradas com hastes de bambu.

O tratamento fitossanitário foi feito aos 24 DAT, com a aspersão de solução contendo o inseticida Evidence<sup>®</sup> 700wg. Foram utilizados 10g do inseticida diluídos em 5 litros de água, em cada aplicação. A aplicação fitossanitária foi repetida por mais duas vezes durante o experimento.

Para obtenção dos dados necessários para definição das lâminas de irrigação foi utilizado um tanque evaporímetro (altura de 0,26m e diâmetro de 0,57m). Os dados eram coletados diariamente (Figura 3) e inseridos em planilha para cálculo das lâminas de irrigação. A lâmina aplicada em cada turno de irrigação correspondia à 100% da evapotranspiração da cultura (Etc) acumulada para cada período, conforme a (Equação 1).



Dados de evaporação (Ev) utilizados para o cálculo das lâminas de irrigação aplicadas (La) por Turno de irrigação (Ti) (mm)	Ti8								A+B+ C+D+ E+F+ G+H				
	Ti6						A+B+ C+D+ E+F						G+H+I +J+K+ L
	Ti4				A+B+ C+D				E+F+ G+H				I+J+K +L
	Ti2		A+B		C+D		E+F		G+H		I+J		K+L
Leitura de evaporação (Ev) do mini tanque (mm)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
Data	26/07	27/07	28/07	29/07	30/07	31/07	01/08	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	

Figura 3. Demonstração da utilização da leitura do tanque evaporímetro para o cálculo da lâmina irrigada acumulada para os turnos de irrigação em determinado período do experimento

O cálculo das lâminas de irrigação obedeceu à seguinte fórmula:

$$La = (Ev \cdot Kp \cdot Kc) / UD \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

La – lâmina de irrigação a ser aplicada (mm);

Ev – evaporação diária lida no mini tanque evaporímetro (mm);

Kp – coeficiente do mini tanque (adimensional);

Kc – coeficiente de cultivo (adimensional);

UD – Uniformidade de vazão dos emissores (%).

Na programação do controlador de irrigação eram definidos o início e o fim das irrigações para cada Ti. A lâmina encontrada diariamente era acumulada para ser aplicada nos Ti subsequentes. As VS eram acionadas para irrigar individualmente cada Ti. O período de funcionamento das VS era calculado em função da vazão média apurada dos emissores, correspondendo à lâmina acumulada no período para cada Ti (Figura 3).

A diferenciação dos turnos de irrigação iniciou no 35º DAT e foi mantida até a última colheita. A primeira colheita de pimentas foi realizada manualmente aos 109 DAT e a última aos 165 DAT, totalizando cinco colheitas com intervalo médio de 14 dias. Os frutos colhidos foram embalados em sacos de papel, para a análise das variáveis de massa fresca do fruto (MFF), diâmetro do fruto (DF), comprimento do fruto (CF), espessura de casca (EC) e produção total (PR). Foram analisados também a altura final da planta (AF) e diâmetro final de caule (DC).

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% e a 1% de probabilidade, para os turnos de irrigação Ti e para as doses de hidrogel (Dh) foi realizada a análise de regressão. Os resultados foram submetidos à análise de variância com o uso do software ASSISTAT (Silva et. al., 2016).

Os dados das médias de número de frutos (NF), produção (PR) e diâmetro de caule (DC) foram submetidos a teste de correlação usando o comando “CORREL” no software Microsoft Office Excel®.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura máxima média, aferida na área interna da casa de vegetação, observada no período entre a 3ª e a 4ª colheitas foi de 45,41°C e a mínima média foi de 14,00°C, observada no período que antecede a primeira floração (Figura 4). As temperaturas máxima e mínima médias recomendadas para o cultivo da pimenteira são de 35°C e 18°C, respectivamente (Costa & Henz, 2007). As temperaturas máximas médias superaram a faixa recomendada de 35°C em toda a duração do experimento, exceto em alguns dias isolados. Já a temperatura mínima média ficou abaixo da recomendada, principalmente, no período anterior à primeira floração.

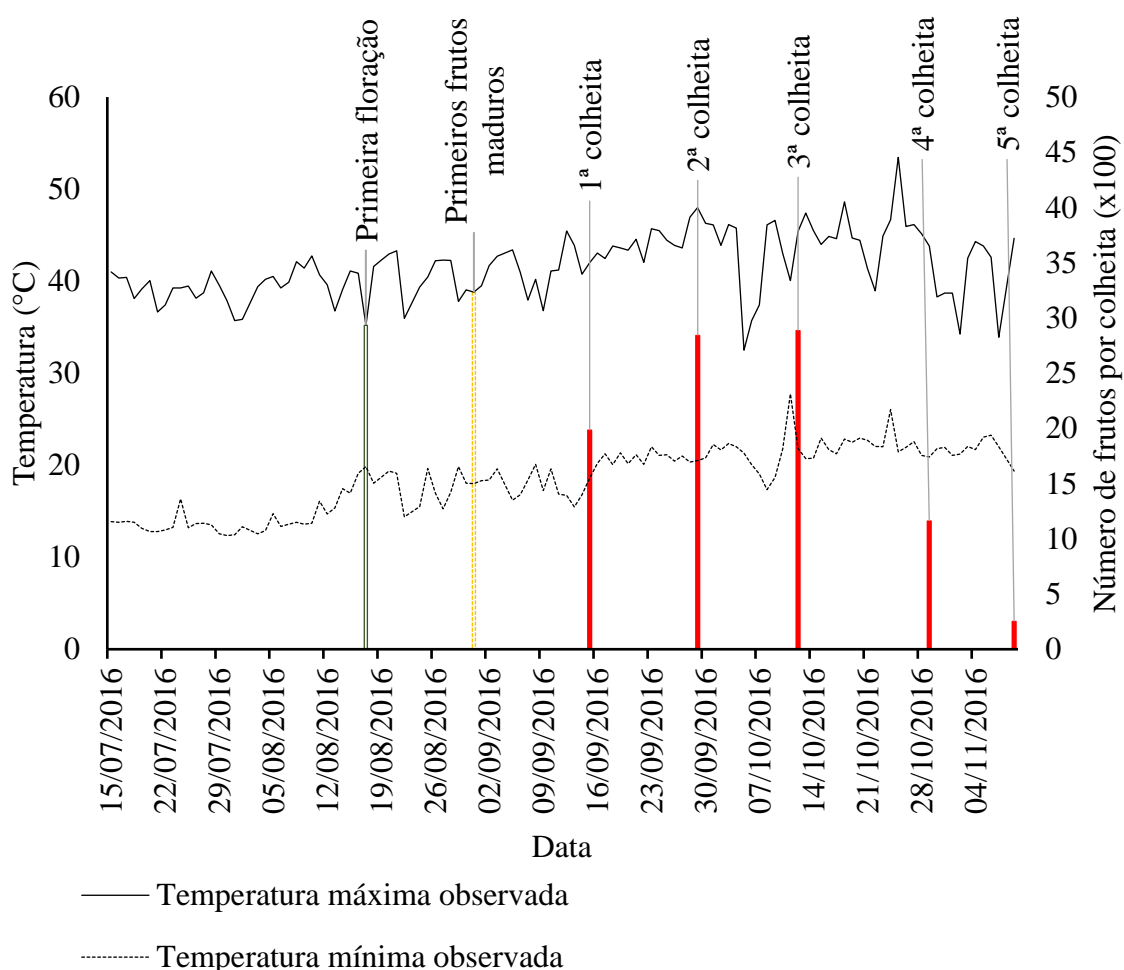


Figura 4. Representação gráfica de dados fenológicos, colheitas, temperaturas médias máxima e mínima observados durante o período experimental

Para o florescimento a faixa de temperatura ideal fica entre 21 e 27 °C. Em temperaturas abaixo de 15 °C ocorrem queda de flores. Tanto o pegamento de frutos quanto o seu crescimento, são favorecidos por temperaturas amenas (19 a 21 °C). O mesmo não se observa em temperaturas acima de 35 °C. Temperaturas altas acompanhadas de umidade relativa do ar baixa, também provocam queda de flores e de frutos recém-formados. Há maior tolerância até 40 °C quando a umidade relativa do ar é elevada (Amaro et al., 2012).

Durante a floração e desenvolvimento dos frutos, é fundamental que umidade relativa do ar oscile entre 50-70 % (Amaro et al. 2012). Na Figura 5, observa-se que a amplitude dos valores de umidade supera a faixa recomendada para as fases fenológicas citadas.

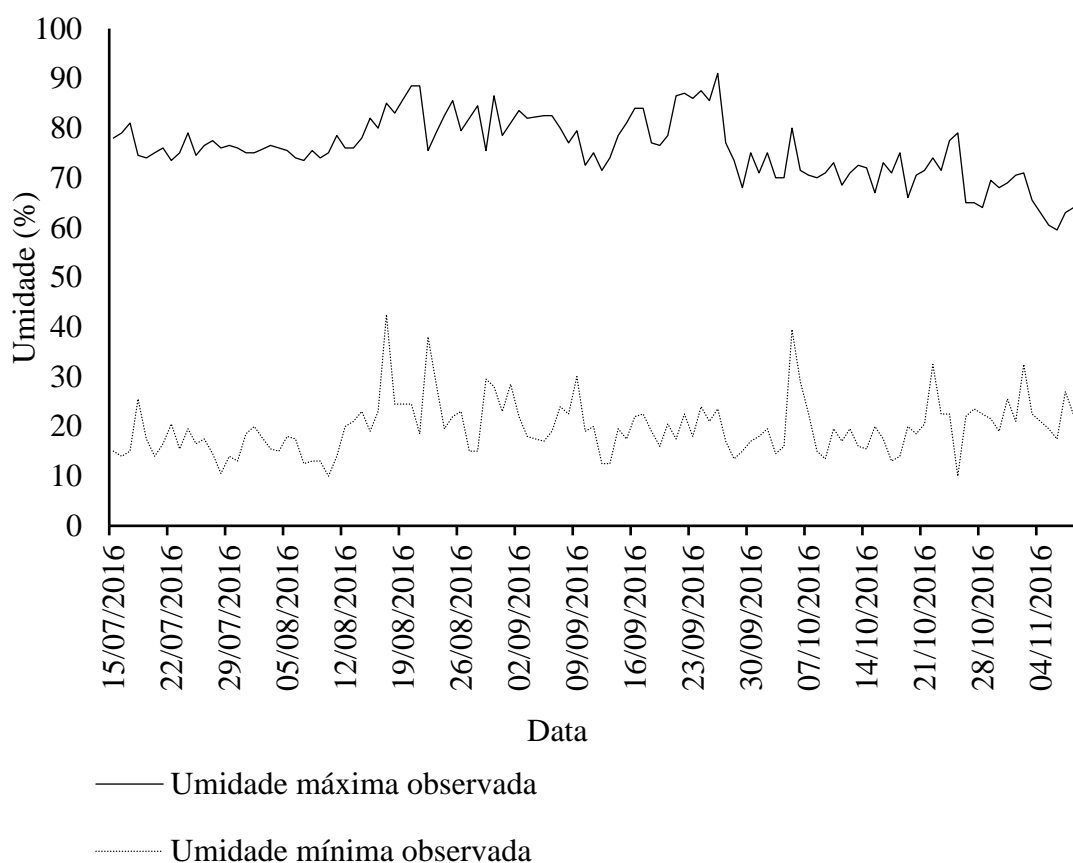


Figura 5. Representação gráfica da umidade média máxima e mínima observadas durante o período experimental

No experimento, foram observados o abortamento de flores, assim como abortamento e podridão-apical de frutos, com ocorrências em todos os turnos de irrigação Ti e doses de hidrogel (Dh). Sendo a variação de temperatura e umidade

fatores abrangentes a todos os tratamentos, isso aduz que esses fatores contribuíram para a ocorrência dessas doenças.

Na Tabela 1 é apresentado o resumo da análise de variância de características finais das plantas e de frutos. Dentre as análises efetuadas, somente as características de diâmetro do caule (DC), produção (PR) e número de frutos por planta (NF) tiveram variações significativas em relação aos tratamentos aplicados.

Semelhante aos resultados obtidos por Carneiro et al. (2016) em seu experimento com pimenta iracema biquinho (*Capsicum chinense*) com ou sem hidrogel, as variáveis altura final, massa fresca do fruto, comprimento do fruto e diâmetro do fruto não tiveram variação significativa para nenhum dos tratamentos.

Tabela 1. Teste F, média geral e coeficiente de variação, referentes aos dados: altura da planta, diâmetro do caule e produção total; com relação aos frutos foram analisados a quantidade por planta, massa fresca, comprimento, diâmetro e espessura de casca. Os dados foram contabilizados aos 165 DAT.

Fontes de Variação	Altura Final (cm)	Diâmetro do Caule (mm)	Produção (Kg.ha <sup>-1</sup> )	Análise dos Frutos				
				Frutos por planta	Massa fresca (g)	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)	Espessura de casca (mm)
Turno de irrigação (A)	1,44 <sup>ns</sup>	1,73 <sup>ns</sup>	13,99 <sup>**</sup>	4,36 <sup>*</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>
Doses de hidrogel (B)	2,21 <sup>ns</sup>	3,74 <sup>*</sup>	13,13 <sup>**</sup>	17,61 <sup>**</sup>	2,02 <sup>ns</sup>	2,22 <sup>ns</sup>	1,71 <sup>ns</sup>	2,72 <sup>ns</sup>
Int. A X B	0,63 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>	1,85 <sup>ns</sup>
Média geral	108,62	15,86	6605,56	37,21	5,66	62,75	17,33	2,55
CV (A) (%)	10,83	8,92	22,47	30,97	22,26	25,23	9,95	3,84
CV (B) (%)	7,15	7,00	19,50	16,59	13,89	12,84	8,33	5,79

ns, \*, \*\*- não significativo, significativo a 5% de probabilidade e significativo a 1% de probabilidade respectivamente pelo teste F.

A Figura 6 demonstra os resultados da umidade gravimétrica contida nos vasos imersos em caixa d'água. Verificou-se a capacidade de retenção de água, para as diferentes doses de hidrogel incorporadas ao substrato em função do tempo. As curvas iniciam após 12h, com a diferença nas médias de umidade inicial linearmente proporcionais ao incremento nas doses de hidrogel.

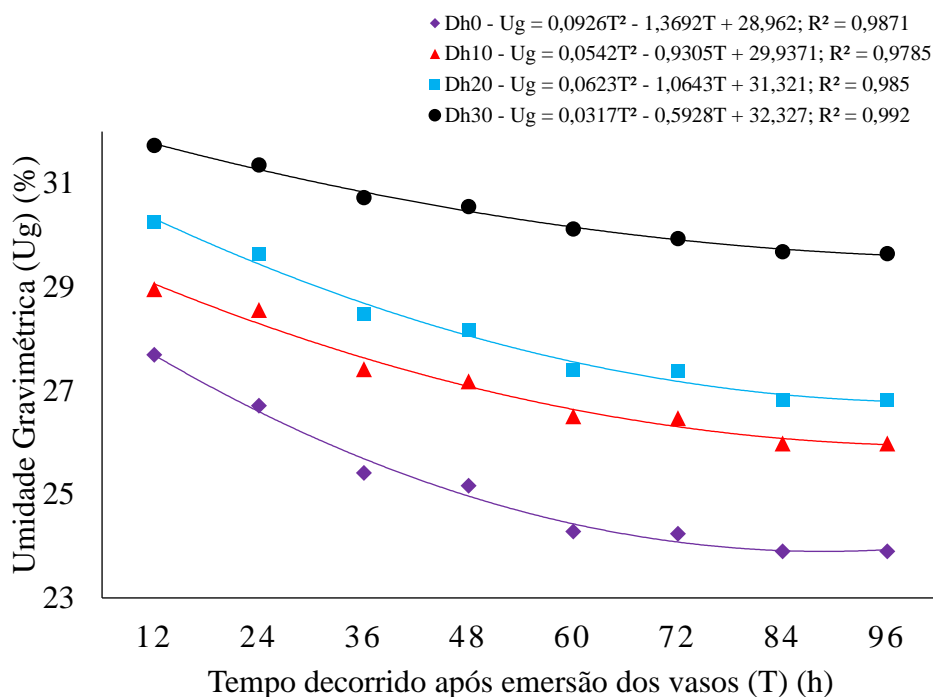


Figura 6. Umidade em substrato com doses de hidrogel, contido em vasos previamente imersos em caixa d'água, medida em intervalos de tempo sucessivos após a emersão dos vasos

Os vasos com 30g de hidrogel (Dh30) retiveram médias de umidade maiores que os demais durante todo o período de análise. Após 36h percebe-se que a curva de umidade apresentada em Dh30 se dissociou das demais doses, mantendo uma menor queda de retenção de umidade em relação a Dh20. Os vasos com Dh10 e Dh20 tiveram curvas semelhantes, porém esta última com umidade mantida pouco superior à de menor dose do polímero.

Os vasos que não continham hidrogel (Dh0) tiveram desempenho inferior aos demais em retenção de umidade com uma redução mais acentuada após 36h da emersão dos vasos. Essa avaliação demonstra que o hidrogel contribui diretamente para a retenção de umidade do solo em função do tempo.

Já no experimento, houve análise pontual da umidade dos vasos de acordo com os Ti (Figura 7). A umidade do solo contido nos vasos para os Ti e Dh foi avaliada com a coleta de amostras deformadas 24h antes da irrigação de cada Ti separadamente. O procedimento de análise de umidade das amostras de solo foi feito conforme EMBRAPA (1997).

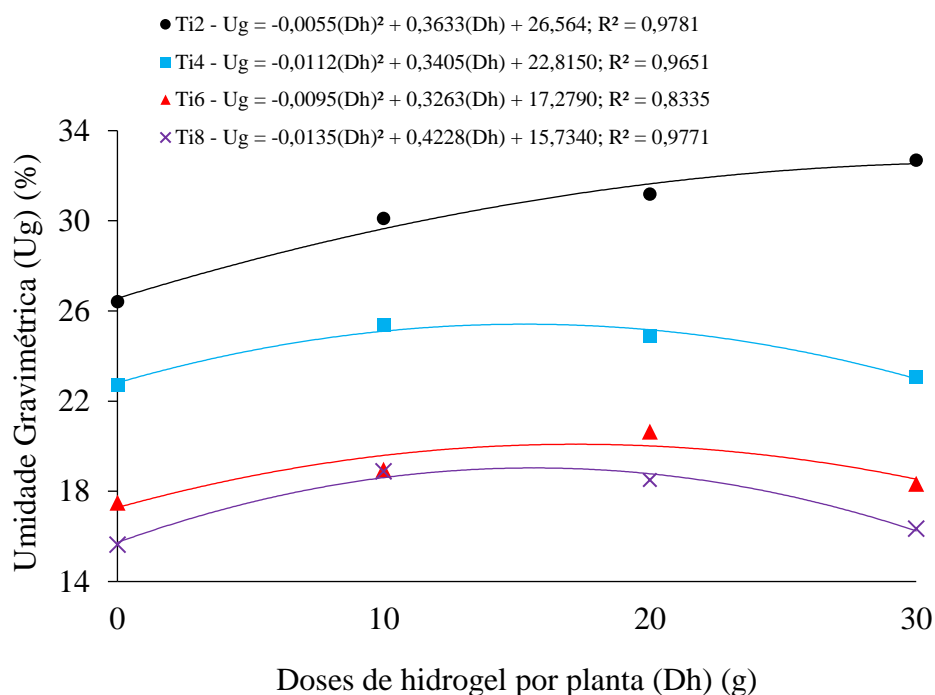


Figura 7. Umidade gravimétrica de amostras de solo em função do turno de irrigação (Ti) e dose de hidrogel (Dh) (%). Amostras colhidas 24h antes de cada turno de irrigação

Diferentemente do demonstrado na Figura 6, nesse caso as amostras de solo foram colhidas em vasos com cultivares de pimenta, ocorrendo, além da evaporação a interação solo-planta.

Para Ti2 a umidade do solo foi ascendente, com o incremento de polímero hidrorretentor nos vasos. No Ti4 a umidade máxima situou-se entre Dh10 e Dh20. Nos Ti6 e Ti8 as curvas de retenção de umidade foram semelhantes, sendo que em Ti6 além de apresentar médias ligeiramente superiores, apresentou queda de retenção menos acentuada em relação a Ti8 à medida que se acrescenta o hidrogel.

Como o experimento foi feito em solo argiloso, Mendonça et al. (2015) concordam que isso contribui para maior retenção da água no solo até mesmo para o tratamento sem presença de hidrogel, pois solo argiloso tem baixa condutividade hidráulica.

O resultado para a umidade também sofreu influência do sistema de irrigação utilizado. A irrigação por gotejamento fornece a água necessária para a planta e diretamente na base da mesma. Dessa forma, as testemunhas tiveram baixa perda de água, pois o gotejamento permitiu menor perda de água também no tratamento sem hidrogel (Mendonça et al., 2015).

As amostras de solo retiradas dos vasos sujeitos a Ti2 e Dh30 apresentaram a maior média de umidade do solo, com 32,69%.

Para a variável diâmetro médio de caule (Figura 8) (DC) houve diferenciação significativa apenas considerando o tratamento com Dh. O aumento na Dh incorreu em aumento quadrático no DC para todos os Ti, exceto para Ti4 onde a linha de tendência alcança um DC máximo de 16,59 cm com uma Dh de 19,03 g por vaso. Zonta et al. (2009) em seu experimento com o desenvolvimento inicial de plantas de café também observaram aumento no diâmetro do caule com o aumento na dose de hidrogel.

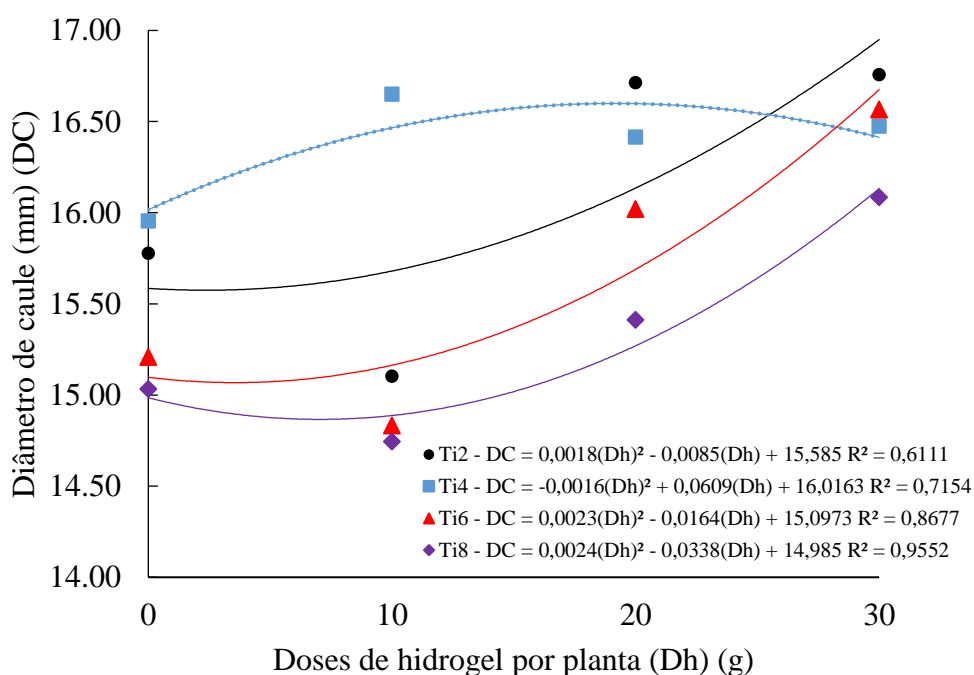


Figura 8. Diâmetro médio final do caule (DC) dos turnos de irrigação (Ti), em função de diferentes doses de hidrogel (Dh) no substrato

O número de frutos por planta (NF) (Figura 9) apresentou variação significativa considerando tanto os tratamentos com Ti como com Dh. Para os Ti2, Ti4 e Ti8 o NF tiveram evolução quadrática à medida em que aumenta a Dh. Já no Ti6, ao contrário dos demais Ti, a curva apresenta um ponto de máximo com 37,4 frutos, obtido com uma dose de 28,85g de hidrogel por vaso.



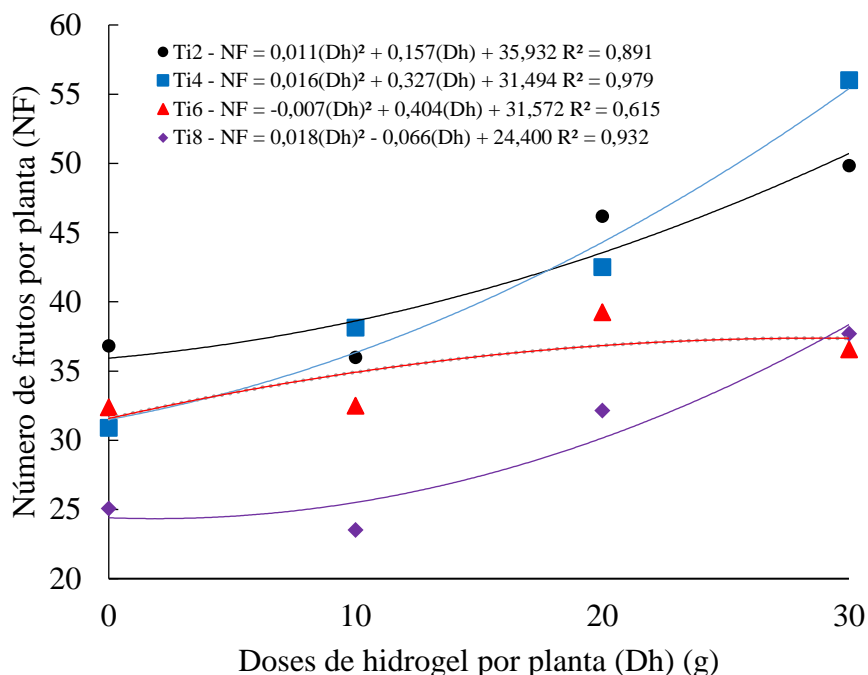


Figura 9. Número de Frutos por planta (NF) em função de turnos de irrigação (Ti) e doses de hidrogel (Dh)

Observando a Figura 9, verificamos que para todos os Ti e Dh houve reduzida quantidade de frutos por planta pois, de acordo com experimento realizado por Toffoli et al. (2012), a produção para esta cultivar atinge 729 frutos por planta quando cultivada em campo. Um dos motivos seria a quantidade reduzida de colheitas. Enquanto Toffoli et al. (2012) realizaram 13 colheitas, neste experimento foram realizadas 5 colheitas.

A disposição dos vasos dentro da casa de vegetação também pode ter sido um fator que motivou a reduzida quantidade de frutos. A casa de vegetação foi construída para acomodar os vasos em bancadas, a uma altura de 0,90m do chão, porém as bancadas tiveram que ser desmontadas para que os vasos pudessem ser dispostos no chão. O grande número de vasos impossibilitou que eles fossem acomodados nas bancadas.

Voltan et al. (2014) observaram, em análise de umidade dentro de casa de vegetação, que os maiores valores da umidade relativa do ar foram encontrados na altura de 0,30m, a mais próxima do solo dentre as analisadas. Segundo Mustafaraj et al. (2011) a umidade relativa do ar está diretamente relacionada a outros fatores climáticos como radiação solar e temperatura do ar. Desta forma, podemos deduzir que a disposição das plantas próximo ao solo submeteu-as a temperatura e umidade superiores às que estariam sujeitas se estivessem dispostas em bancadas.

Assim como o deslocamento dos vasos para o nível do solo, o espaçamento reduzido entre linhas e entre plantas pode ter provocado a redução no número de frutos. A produção máxima alcançada por Toffoli et al. (2012) foi verificada na densidade de plantio 1,00 x 1,25 m entre linhas e entre plantas, enquanto que a utilizada neste experimento foi de 0,56 x 0,56 m.

Outro motivo seriam as médias de umidade e temperatura fora das faixas recomendadas para os estágios fenológicos da cultura. A primeira florada, por exemplo, foi antecedida de temperaturas mínimas abaixo do recomendado para esta fase.

Para os Ti6 e Ti8 outra causa provável foi que o prolongado período sem irrigar acarretou estresse hídrico em várias fases do desenvolvimento da planta. Durante o experimento, foi observado que as plantas sujeitas a esses Ti sofreram murchamento de folhas, sendo mais acentuado nas menores Dh.

Durante a floração, essa situação de falta d'água favorece a queda de flores e frutos, reduzindo o tamanho dos frutos. No estágio inicial de frutificação, esse fator pode ter reduzido a translocação de cálcio, favorecendo o surgimento de frutos com podridão apical (Reifschneider & Ribeiro, 2008).

A correlação entre as médias do número de frutos (NF) e produção total (PR) foi de 0,946, sendo a maior obtida entre as variáveis analisadas. Assim sendo, de forma geral, os motivos que implicam no maior ou menor número de frutos implicam na maior ou menor produção.

A produção total (Figura 10) apresentou variação significativa considerando tanto os tratamentos com Ti como com Dh. Para Dh0 houve semelhança na PR entre Ti2, Ti4 e Ti6. O Ti2 teve evolução linear à medida em que aumenta a Dh. Com evolução semelhante a Ti2, Ti4 teve produção acrescida à medida que foi aumentada a Dh, porém com tendência quadrática. Ti4 obteve a maior produção com Dh30, superando todas os demais tratamentos nesta variável.

Considerando todas as Dh, os Ti6 e Ti8 tiveram PR inferior às de menor Ti. A PR em Ti6 e Ti8 teve evolução semelhante, porém Ti6 foi superior a esta em todas as Dh.

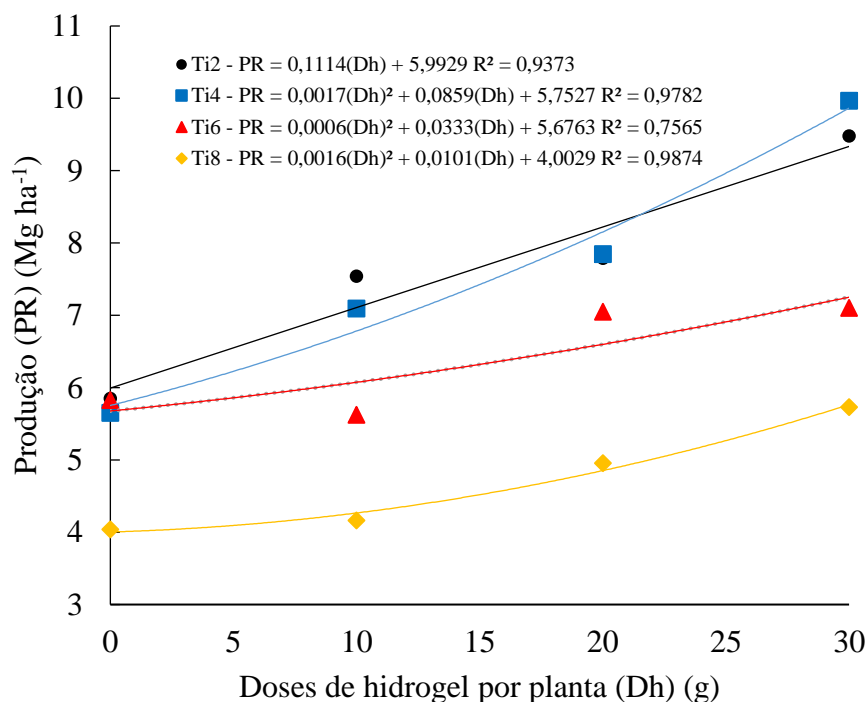


Figura 10. Produção (PR) ( $Mg\ ha^{-1}$ ) em função dos turnos de irrigação (Ti) e doses de hidrogel (Dh)

A produção máxima de pimenta dedo-de-moça alcançada foi de  $9,97\ Mg\ ha^{-1}$  com Ti4 e Dh30, bem inferior à produção de  $35\ Mg\ ha^{-1}$ , alcançada aqui na região centro-oeste, conforme relatado por Amaro et al. (2012). Essa produção reduzida está relacionada aos fatores já relatados em relação ao número de frutos, por serem variáveis com correlação bastante acentuada.

A semelhança entre as PR obtidas para Dh0 nos Ti2, Ti4 e Ti6 pode advir do fato de que o déficit moderado de água, ou seja, turnos de irrigação mais espaçados, no início da fase vegetativa podem ter favorecido o crescimento do sistema radicular das plantas. Esse crescimento é vantajoso por aumentar a capacidade de absorção de água e de nutrientes pelas plantas. (Reifschneider & Ribeiro 2008).

Outra questão é que o solo argiloso utilizado no experimento já possui boa hidretenção, como comprovado nas análises de umidade de solo demonstradas nas Figuras 6 e 7. Isso pode ter amenizado as consequências de estresse hídrico mais rigoroso, caso fosse utilizado um solo arenoso.

Segundo as linhas de tendência obtidas na Figura 10, a produção (PR) foi maior, para Ti2 até a intersecção das curvas Ti2 e Ti4, sendo obtida com Dh de  $21,51g$  por vaso. A partir dessa Dh a produção com Ti4 supera os demais Ti. Para Ti2 e Ti4 o

incremento de Dh resultou diretamente em maior produtividade. Já para Ti6 e Ti8 o aumento das Dh resultaram em curvas menos ascendentes.

Na Figura 10 a menor PR nos Ti6 e Ti8 pode ter sido influenciada por situações de déficit hídrico assim como outros fatores edafoclimáticos já relatados, também relacionados ao número de frutos.

Navroski et al. (2016), em seu experimento, observou que houve um aumento da umidade atual e na porosidade total com o uso do hidrogel e efeito contrário no espaço de aeração. A assimilação de nutrientes pode ter sido prejudicada pela maior Dh incorporada ao substrato. Isso pode ser um dos fatores para o menor incremento de produção dos Ti6 e Ti8 em relação aos Ti2 e Ti4 para Dh30.

A variação irregular no número de frutos e, conseqüentemente, na produção para os tratamentos estudados pode estar relacionada também à participação do hidrogel na absorção radicular de nutrientes e na influência destes na capacidade de hidroretenção do polímero (Coelho et al., 2008).

Bogarim (2014) concluiu em seu experimento que a capacidade de retenção de água dos hidroretentores poliacrilatos é dependente do conteúdo de sais dissolvidos na água utilizada ou umidade dos solos. Seus resultados comprovaram que as melhores condições de absorção da água e as maiores capacidades de hidroretenção são encontradas em condições próximas ao pH neutro. Assim, as condições extremas de pH e concentração salina diminuem a hidroretenção.

Mendonça et al. (2013) sugerem estudos mais aprofundados para compreender a tendência de liberação de sais pelo hidrogel. Estudos que abordem sobre a vulnerabilidade promovida pela aplicação de hidrogel no processo de salinização do solo, que elucidem os efeitos das propriedades químicas do produto na liberação de sais.

## 6. CONCLUSÕES

O uso de doses de hidrogel no substrato das plantas de pimenta proporcionou aumento significativo tanto na quantidade de frutos como na produção total. O turno de irrigação a cada 4 dias aliado à dose de hidrogel de 30 g por vaso proporcionou o maior número médio de frutos por planta, assim como a maior produção média de pimenta.

O diâmetro de caule teve aumento significativo com o acréscimo de doses de hidrogel no substrato das plantas de pimenta.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azevedo, T. L. de F.; Bertonha, A.; Gonçalves, A. C. A.. Uso de hidrogel na agricultura. Revista do Programa de Ciências Agro-ambientais, Alta Floresta, v. 1, n. 1, p.23-31, 7 out. 2002.

Ahmed, E. M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications. Journal of Advanced Research, [s.l.], v. 6, n. 2, p.105-121, mar. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jare.2013.07.006>.

Ahmed, E. M.; Aggor, F. S.; Hawash, S. I. Feasibility and relevant cost indicators of superabsorbent hydrogel produced in Egypt. Journal of Applied Sciences Research, [s.l.], p.3045-3049, 2013. ISSN 1819-544X

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: 11 dez. 2016.

Barroca, M. V.; Bonomo, R.; Fernandes, A. A.; Souza, J. M. de S. Lâminas de irrigação nos componentes de produção das pimentas ‘De cheiro’ e ‘Dedo-de-Moça. Revista Agro@mbiente On-line, Boa Vista, v. 9, n. 3, p.243-250, 24 jun. 2015. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i3.2342>.

Bernardo, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. Manual de Irrigação. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

Bogarim, E. P. de A. Uso de hidrogel no desenvolvimento de espécies nativas, visando aplicação em áreas degradadas. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados, 2014. 48p. Dissertação Mestrado.

Burton, M. Irrigation Management: Principles and Practices. Cambridge: Cabi, 2010. 375p.

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 hydroretentor gel application in *Capsicum* spp. cultivation. Australian Journal Of Crop Science, [s.l.], v. 10, n. 10, p.1399-1403, 20 out. 2016. <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.10.pne56>.

Casaroli, D.; Van Lier, Q. de J. Critérios para determinação da capacidade de vaso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p.59-66, 2008.

Coelho, J. B. M. ; Barros, M. de F. C. ; Correa, M. M. ; Wanderley, R. A. ; Coelho Júnior, J. M. ; Figueredo, J. L. da 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, 1 jul. 2008.

Costa, C. S. R. da; Henz, G. P. *Sistemas de Produção: Pimenta (Capsicum spp.)*. 2007. Disponível em: <[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta\\_capsicum\\_spp/index.html](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/index.html)>. Acesso em: 27 dez. 2016.

Dasberg, S.; Or, D. *Applied Agriculture: Drip Irrigation*. Nova York: Springer Science & Business Media, 2013. 162 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Manual de métodos de análise de solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1997. 212p.

EVERALDO JÚNIOR ELLER. *Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ): Forth Gel para Plantio*. 2014. Disponível em: <[http://www.forthjardim.com.br/library/download.php?path=../arquivo/galeria/15.FISPQ\\_FORTH\\_Gel\\_para\\_Plantio.pdf](http://www.forthjardim.com.br/library/download.php?path=../arquivo/galeria/15.FISPQ_FORTH_Gel_para_Plantio.pdf)>. Acesso em: 4 fev. 2017.

Figueiredo, Gilberto. *Panorama da Produção em Ambiente Protegido*. Casa da Agricultura: Produção em Ambiente Protegido, Guararema, n. 2, p.10-12, 2011.

Fonseca, M. T. C. B. da; Rodrigues, A.; Rosa, F. C.; Casquilho, M. *Application of Superabsorbent Polymers to minimize soil water stress*. 2014. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/563345090412619/ArticleB4710.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2017.

Garcia, A. L. A.; Padilha, L.; Dias, A. S. *Uso de polímero hidroretentor no plantio de cafeeiros em ambiente protegido*. In: VII Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil, 7, 2011, Araxá. *Anais do VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*. Brasília: Embrapa Café, 2011. Disponível em: <<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/component/content/article/40-fixo/548-anais-do-vii-simposio-de-pesquisa-dos-cafes-do-brasili>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

Grah, V. de F.; Botrel, T. A.; Ponciano, I. de M.; Damasceno, A. P. A. B.; Salvador, C. A.; Alves, D. G. *Solução alternativa para bombeamento de água e automação da irrigação sem o uso de energia elétrica*. *Irriga*, Botucatu, p.309-323, 2012.

LEBOOKS. *O Guia das Pimentas: Com receitas de molhos e conservas de pimentas*. São Paulo: Lebooks, 2016. 70 p.

Lima, E. M. de C. ; Carvalho, J. De A. ; Rezende, F. C. ; Thebaldi, M. S. ; Gatto, R. F. *Rendimento da pimenta cayenne em função de diferentes tensões de água no solo*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 17, n. 11, p.1181-1187, 2 ago. 2013.

Liu, L. Ultrastructural study on dynamics of lipid bodies and plastids during ripening of chili pepper fruits. *Micron*, [s.l.], v. 46, p.43-50, mar. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.micron.2012.12.004>.

Mantovani, E. C.; Bernardo, S.; Palaretti, L. F. Irrigação: princípios e métodos. 3.ed. Viçosa: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2009. 355 p.

Mazuhovitz, G. K.. Otimização das condições de cultivo para multiplicação in vitro de *capsicum baccatum* var. *pendulum*. Palotina: Universidade Federal do Paraná, 2013. 30p. TCC Graduação.

Mendonça, T. G. ; Urbano, V. R. ; Peres, J. G. ; Souza, C. F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. *Water Resources and Irrigation Management*, v. 2, n. 2, p.87-92, 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*, [s.l.], v. 9, n. 4, p.239-245, 7 jul. 2015. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v9n400312>.

Moreira, K. D. Efeito do polímero hidratassolo sobre propriedades físico-químicas em solução nutritiva no desenvolvimento da cebolinha (*allium fistulosum* l.). Caxias: Universidade Estadual do Maranhão, 2011. 56p. TCC Graduação.

Mustafaraj, G.; Lowry, G.; Chen, J. Prediction of room temperature and relative humidity by autoregressive linear and nonlinear network models for an open office. *Energy and Buildings*, v.43, n.6, p.1452-1460, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.02.007>>.

Navroski, M. C.; Araújo, M. M.; Pereira, M. de O.; Fior, C. S. Influência do polímero hidrotentor nas características do substrato comercial para produção de mudas florestais. *Interciência*, Santa Maria, v. 41, n. 5, p.357-361, maio 2016.

Oliveira, N. M. de; Amâncio, D.; Dantas, R. T.; Furtado, D. A. Casa de vegetação para cultivo de alface. *Revista Educação Agrícola Superior - ABEAS*, [s.l.], v. 28, n. 2, p.126-131, out. 2013. <http://dx.doi.org/10.12722/0101-756x.v28n02a08>.

Pinto, C. M. F.; Pinto, C. L. de O.; Donzeles, S. M. L. Pimenta *capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 3, n. 2, p.108-120, dez. 2013.

Pinto, K. M. S.; Barbosa, L. A.; Ferreira, D. da S.; Nascimento, L. C. do; Rêgo, E. R. do; Bruno, R. de L. A. Sanidade e fisiologia de sementes de pimenta cambuci *capsicum baccatum* l. var. *pendulum* tratadas com extrato de *lippia microphylla*. *Bioscience*



Journal, Uberlândia, v. 30, n. 3, p.743-749, maio/junho, 2014.

Reifschneider, F. J. B.; Ribeiro, C. S. C. Cultivo. In: Ribeiro, C.S.C.; Carvalho, S.I.C.; Henz, G. P.; Reifschneider, F.J.B. Pimentas *Capsicum*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. p.11-14.

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.

Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez, V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a Aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

Rodrigues, C.; Sakashita, M.; Amaral, V. do; Cortez, L. E. R.. Estudo da ação anti-inflamatória da pimenta dedo-de-moça (*capsicum baccatum* l.). In: Encontro internacional de produção científica CESUMAR, 7. Anais Eletrônico. Maringá: CESUMAR, 2011.

Salomão, L. C.; Sanches, L. V. C.; Saad, J. C. C.; Bôas, R. L. V. Manejo da irrigação: um guia para o uso racional da água. Botucatu: Fepaf, 2009. 136 p.

Salomão, L. C. Calibração de tanques evaporímetros de baixo custo sob diferentes diâmetros em ambiente protegido. Botucatu: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2012. 87p. Tese Doutorado.

Santos, H. dos; Carvalho, D. F. de; 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, L. L. dos; Lacerda, J. J. J.; Zinn, Y. L. Partição de substâncias húmicas em solos brasileiros. Revista Brasileira de Ciência do Solo [online]. 2013, vol.37, n.4, p.955-968. ISSN 1806-9657. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000400013>.

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 Agro-ambientais, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p.83-93, 16 dez. 2010.

Silva, C. A. da; Silva, C. J. da. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, n. 8, dez. 2005.

Silva, F. de A. S.; Azevedo, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

Silva, H. W. da; Soares, R. S.; Vale, L. S. R. Qualidade das sementes de pimenta dedo-de-moça em função do repouso pós-colheita dos frutos. *Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, [s.l.], v. 58, n. 4, p.427-433, 2015. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2129>.

Sousa, G. T. de O.; Azevedo, G. B. de; Sousa, J. R. L. de; Mews, C. L.; Souza, A. M. de. Incorporação de polímero hidroretentor no substrato de produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) SPEG. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia*, v.9, n.16, p.1270-1278, 2013.

Souza, P. T. de; Rossi, A. V. Determinação espectrofotométrica indireta de capsaicinoides em pimentas *capsicum* a partir da reação com o complexo de Co(II) com 4-(2-piridilazo) resorcinol. *Química Nova*, [s.l.], v. 37, n. 4, p.631-637, 26 fev. 2014. <Http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20140100>.

Toffoli, E.; Paulus, D.; Valmorbida, R.; Teixeira, R.; Padilha, M. L. Produção de pimenta páprica (*capsicum annuum*) e BRS mari (*capsicum baccatum* var. *pendulum*) em função de diferentes densidades. In: II Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos, 2, 2012, Dois Vizinhos. Congresso. Dois Vizinhos: UTFPR, 2012. p.26-30.

Ullah, F.; Othman, M. B. H.; Jayed, F.; Ahmad, Z.; Akil, H. Md. Classification, processing and application of hydrogels: A review. *Materials Science And Engineering: C*, [s.l.], v. 57, p.414-433, dez. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.msec.2015.07.053>.

Valnir Júnior, M. Sousa, L. S. de; Carvalho, C. M. de; Ramos, M. J. B. ; Luna, N. de S. ; Araújo, O. P. Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento gravitacional em campo com a cultura da abóbora. In: Workshop internacional de inovações tecnológicas na irrigação, 4, 2012, Fortaleza. Fortaleza: Inovagri International Meeting, 2012.

Voltan, D. S.; Barbosa, R. Z.; Martins, J. E. M. P. Variabilidade espacial da umidade relativa do ar no interior de uma casa de vegetação em clima tropical. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 9, n. 2, p. 251-257, 2014.

Zonta, J. H.; Braun, H.; Reis, E. F. dos; Paulucio, D.; Zonta, J. B. Influência de diferentes turnos de rega e doses de hidroabsorvente no desenvolvimento inicial da cultura do café conillon (*coffea canephora pierre*). *Idesia*, [s.l.], v. 27, n. 3, p.29-34, dez. 2009.