

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM OLERICULTURA

MANEJOS DE IRRIGAÇÃO ASSOCIADOS A DOSES DE
HIDROGEL NA PRODUÇÃO DO TOMATEIRO DE MESA

Autora: Lívia Abdala
Orientador: Dr. César Antônio da Silva

MORRINHOS - GO
2019

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO - CAMPUS MORRINHOS PRÓ-REITORIA
DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO MESTRADO
PROFISSIONAL EM OLERICULTURA

MANEJOS DE IRRIGAÇÃO ASSOCIADOS A DOSES DE
HIDROGEL NA PRODUÇÃO DO TOMATEIRO DE MESA

Autora: Lívia Abdala

Orientador: Dr. César Antônio da Silva

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, ao Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos - Área de Concentração: Olericultura

MORRINHOS - GO
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

A135m Abdala, Livia.

Manejos de irrigação associados a doses de hidrogel na produção do tomateiro de mesa. / Livia Abdala. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2019.
59 f. : il. color.

Orientador: Dr.César Antônio da Silva.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos,
Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Olericultura, 2019.

1. Tomate. 2. Plantas - Efeito da umidade do solo. 3. Evapotranspiração.
I. Silva, César Antônio da. II.Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 635.64:631.86

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Lívia Abdala

Matrícula: 2017104330410089

Título do Trabalho: Manejos de irrigação associados a doses de hidrogel na produção do tomateiro de mesa

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 19/06/2019_

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

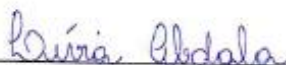
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:


1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Morrinhos, 19 de Junho de 2019



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)

Prof.º Dr. César Antônio da Silva
SIAPE: 1961563
IF Goiano - Campus Morrinhos

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

MANEJOS DE IRRIGAÇÃO ASSOCIADOS A DOSES DE
HIDROGEL NA PRODUÇÃO DO TOMATEIRO DE MESA

Autora: Lívia Abdala
Orientador: César Antônio da Silva

TITULAÇÃO: Mestre em Olericultura-Área de Concentração em Sistema
de Produção em Olerícolas.

APROVADA em 23 de abril de 2019.

César Antônio da Silva

Prof. Dr. César Antônio da Silva
Presidente da Banca
IF Goiano – Campus Morrinhos

Lívio José da Silva

Prof. Dr. Cícero José da Silva
Avaliador Interno
IF Goiano – Campus Morrinhos

Leandro Caixeta Salomão
Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão
Avaliador Externo
IF Goiano – Campus Urutaí

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. César Antônio da Silva, por toda a contribuição e paciência, por acompanhar todas as etapas do trabalho e por ser um exemplo de dedicação.

Ao meu pai Dirceu Abdala, que ofereceu total apoio para que eu conseguisse chegar até aqui. Agradeço à minha mãe Mariza Marques, meus irmãos, avós e a todos os familiares.

A Deus, eu agradeço pela vida e por todos os caminhos percorridos, principalmente pelos dias mais difíceis que me fizeram evoluir.

Agradeço aos meus colegas de trabalho do UniCerrado, em especial ao professor Dr. Uirá do Amaral, que me incentivou a iniciar o Mestrado Profissional em Olericultura.

Ao Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, que me acolheu desde a graduação e, quem sabe, depois do mestrado, consiga novamente mais alguma oportunidade de aprendizado nesta instituição que aprendi a amar.

Serei eternamente grata aos professores e a todos os colaboradores do Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos!

BIOGRAFIA DA AUTORA

Lívia Abdala nasceu em 12 de dezembro de 1987, na cidade de Goiatuba, Goiás. Filha de Dirceu Abdala e Mariza Marques. Concluiu o Ensino Médio no Liceu Albert Sabin, em Ribeirão Preto, São Paulo. Em 2014, concluiu o curso de Engenharia Agrícola, no Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí. Durante a Graduação, cursou Técnico em Segurança do Trabalho e participou de projetos de iniciação científica, PIBIC. Especializou-se em Engenharia Ambiental no ano de 2015 e em Engenharia de Segurança do Trabalho em 2017. Professora no UniCerrado, ministra aulas nos Cursos de Agronomia, Engenharia Civil, Fisioterapia e Gestão Ambiental. Até o momento, ministrou as disciplinas Desenho Técnico, Construções e Eletrificação Rural, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, Secagem e Armazenagem de Grãos, Topografia, Irrigação e Drenagem, Educação Ambiental, Agrometeorologia, Segurança no Trabalho, Gestão Ambiental e Certificações, Elaboração de Laudos e Projetos Ambientais, Ecoturismo e Turismo Rural. Também contribui com orientação de trabalhos de conclusão de curso e participação em bancas. Atualmente é Perita Judicial na primeira Vara do Trabalho TRT 18. Iniciou o Curso de Mestrado Profissional em Olericultura em março de 2017.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A cultura do tomate	3
2.2 Sistema de irrigação por gotejamento	5
2.3 Necessidades hídricas do tomateiro	5
2.4 Utilização de hidrogel na agricultura	8
2.5 Referências Bibliográficas	11
3. CAPÍTULO I	18
Introdução	20
Material e Métodos	22
Resultados e Discussão	27
Conclusões	35
Literatura Citada	35
4. CAPÍTULO II	38
Introdução	39
Material e Métodos	41
Resultados e Discussão	44
Conclusões	50
Agradecimentos	51
Literatura Citada	51
CONCLUSÃO GERAL	53
ANEXOS	54

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Temperatura mínima, média e máxima diária (°C) e umidade relativa do ar (%), interna à casa de vegetação, e radiação solar global ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) em área externa, durante o período experimental. Morrinhos - GO, 2018.23
- Figura 2. Altura de planta (AP) e crescimento da altura de planta (CAP) em função de lâminas de irrigação (% ETc) e do número de dias após transplântio do tomateiro BRS Nagai. Morrinhos - GO, 2018.28
- Figura 3. Diâmetro de caule (DC) aos 63 dias após transplântio em função de doses de hidrogel e crescimento do diâmetro de caule (CDC) do tomateiro BRS Nagai em função de lâminas de irrigação e fases de crescimento. Morrinhos - GO, 2018.....29
- Figura 4. Fotossíntese (A, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) do tomateiro BRS Nagai, aos 65 dias após transplântio, em função de lâminas de irrigação para cada dose de hidrogel e em função de doses de hidrogel nas lâminas de 75% (○), 100% (●) e 125% (▲) da ETc. Morrinhos - GO, 2018.32
- Figura 5. Massa seca da parte aérea (MSPA) do tomateiro BRS Nagai, aos 150 DAT, em função de níveis de irrigação em cada dose de hidrogel (A), e equações de regressão da MSPA em função de doses de hidrogel em cada nível de irrigação (B, C e D). Morrinhos - GO, 2018.....46
- Figura 6. Produtividade comercial (PC) e número de frutos com podridão apical (NFPA) do tomateiro BRS Nagai em função de níveis de irrigação (% ETc). Morrinhos - GO, 2018.47
- Figura 7. Rendimento comercial (RC) do tomateiro BRS Nagai em função de níveis de irrigação em cada dose de hidrogel (A) e equações de regressão do RC em função de doses de hidrogel em cada nível de irrigação (B). Morrinhos - GO, 2018.50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo das análises de variância (F calculado) do índice relativo de clorofila (IRC), altura de planta (AP, m), crescimento da altura de planta (CAP, m), diâmetro de caule (DC, mm), crescimento do diâmetro de caule (CDC, mm) e temperatura foliar (TF, °C) do tomateiro BRS Nagai, em função de lâminas de irrigação e doses de hidrogel. Morrinhos, GO, 2018.....27

Tabela 2. Resumo das análises de variância da transpiração (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), fotossíntese (A , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), relação entre concentração de carbono interna e externa (C_i/C_a), eficiência no uso da água [EUA, $\mu\text{m}(\text{CO}_2)/\text{mm}(\text{H}_2\text{O})$] e condutância estomática (G_{sw} , $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) do tomateiro BRS Nagai, aos 65 e 85 dias após o transplantio, em função de níveis de irrigação e doses de hidrogel.....31

Tabela 3. Resumo das análises de variância da massa seca de raízes (MSR, g planta^{-1}), massa seca da parte aérea (MSPA, g planta^{-1}), relação entre matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA), diâmetro transversal (DTF, cm) e longitudinal do fruto (DLF, cm), produtividade comercial (PC, t ha^{-1}), rendimento comercial (RC, frutos kg^{-1}), número de frutos por planta (NFP), número de frutos com podridão apical (NFPA, $\text{frutos planta}^{-1}$), massa de frutos com podridão apical (MFPA, g planta^{-1}), aos 57 e 114 DAT, sólidos solúveis totais (SST, °brix) e pH do fruto do tomateiro BRS Nagai, em função de níveis de irrigação e doses de hidrogel. Morrinhos - GO, 2018.....45

RESUMO

ABDALA, LÍVIA. Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, Abril de 2019. **Manejes de irrigação associados a doses de hidrogel na produção do tomate de mesa.** Orientador(a): Dr. César Antônio da Silva.

A cultura do tomate apresenta alto valor comercial e é uma das hortaliças mais consumida mundialmente. O crescimento e a produção do tomate dependem do suprimento adequado de água em todas as fases da cultura, evitando déficit ou excesso. Devido à escassez hídrica, o polímero hidrogel tem sido objeto de estudos que visam a otimizar o uso da água. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta do tomateiro sob manejes de irrigação por gotejamento, associados a doses de hidrogel. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com três repetições, em parcelas subdivididas 3x5, sendo três manejes de irrigação (75%, 100% e 125% da evapotranspiração da cultura – ETc) e cinco doses de hidrogel (0, 4, 8, 12 e 16 g vaso⁻¹). Cada subparcela foi constituída de seis plantas do tomateiro BRS Nagai, cultivadas em vasos. Foram feitas avaliações biométricas das plantas, de trocas gasosas, produção e qualidade dos frutos, totalizando seis colheitas. Nas condições de ambiente e turno de rega utilizados, a adição de hidrogel não propicia incrementos no desenvolvimento, produção e qualidade de frutos do tomateiro.

PALAVRAS-CHAVE: *Lycopersicon esculentum* Mill, umidade do solo, qualidade de frutos, evapotranspiração

ABSTRACT

ABDALA, LÍVIA. Goiano Federal Institute, Morrinhos Campus, April 2019. **Irrigation managements associated with hydrogel doses in the table tomato production.** Advisor: Dr. Silva, César Antônio da.

Tomato crop has a high commercial value and is one of the most consumed vegetables worldwide. Tomato growth and production depend on the proper water supply at all crop stages, avoiding deficit or excess. Due to the water shortage, the hydrogel polymer has been object of study aiming to optimize the water use. Thus, this paper aimed to evaluate the response from tomato plants under drip irrigation management associated with hydrogel doses. The experiment was carried out under greenhouse conditions at the Goiano Federal Institute, Morrinhos Campus, Goiás State, Brazil. The experimental design was in randomized complete block, three replicates, 3x5 subdivided plots scheme, three irrigation managements [crop evapotranspiration (ET_c) 75, 100, and 125%], and five hydrogel doses (0, 4, 8, 12, and 16 g per plant). Each subplot was composed of six-tomato plants cv. BRS Nagai, grown in pots. Plant biometrics, gas exchange, fruit quality, and yield were evaluated, totaling six harvests. In the environment and irrigation conditions used, the addition of hydrogel does not lead to increases in the development, production and quality of tomato fruits.

Keywords: *Lycopersicon esculentum* Mill., evapotranspiration, fruit quality, soil moisture

1. INTRODUÇÃO GERAL

O tomate é um produto altamente promissor do agronegócio, em nível nacional e mundial. O Brasil é o nono maior produtor mundial de tomate, sendo cultivado em todos os estados da federação, em uma área de 64.618 ha, com produção total de tomate para indústria e consumo in natura de, aproximadamente, 3.787.324 toneladas (IBGE, 2017). Goiás é maior produtor do país, responsável por 32,4% da produção nacional, sendo a cultura do tomateiro responsável pela geração de inúmeros empregos diretos e indiretos na cadeia produtiva.

Dada a crescente demanda de tomate no mercado, a Embrapa Hortaliças desenvolveu, em parceria com a Agrocinco, cultivares de tomate para mesa, como o BRS Nagai, de crescimento indeterminado, com frutos de formato elíptico, pertencentes ao grupo saladete (FÉLIX et al., 2015). Esta cultivar pode apresentar altas produtividades em ambiente protegido, utilizando irrigação por gotejamento.

O uso de irrigação por gotejamento vem aumentado entre os tomaticultores, em virtude dos benefícios desse sistema. Entre suas vantagens, destacam-se a economia de água e energia, o não molhamento da parte aérea das plantas, evitando doenças fúngicas, a alta eficiência, em razão da aplicação de água diretamente na zona radicular, minimizando a evaporação direta do solo, e a emergência de plantas daninhas.

Além da irrigação por gotejamento, outras alternativas visam a otimizar a eficiência no uso da água, como o uso de hidrogel. Este é um polímero hidrorretentor, que, ao ser incorporado ao solo ou substrato, aumenta a retenção de água e nutrientes, reduzindo eventual lixiviação de nutrientes essenciais e percolação profunda da água de irrigação (FERNANDES et al., 2015). Além disso, o hidrogel disponibiliza lentamente os nutrientes às plantas, em função dos ciclos de absorção-liberação (BERNARDI et al., 2012).

Segundo Saad et al. (2009), os polímeros sintéticos são comercializados como condicionadores das propriedades físico-químicas de solos, podendo reduzir o número de irrigações e o estresse hídrico das plantas, sobretudo em solos arenosos. Uma das hipóteses da utilização desse polímero é que, mesmo em pequenas dosagens no solo, há possibilidade de aumentar a retenção de água, podendo o irrigante utilizar maiores turnos de rega, evitar déficit hídrico e obter maior produtividade da água, aplicando lâminas menores que 100% da evapotranspiração da cultura.

O déficit hídrico assim como o excesso de água no solo são prejudiciais ao desenvolvimento do tomateiro. Silva et al. (2013) concluíram que o número de frutos e a produção por planta são os componentes de produção mais influenciados pelo déficit e pelo excesso de água disponível. O déficit provoca abortamento de flores e queda de botões florais, enquanto o excesso de umidade propicia o apodrecimento de frutos e o surgimento de doenças fúngicas.

Visando a contornar a limitação do déficit hídrico, vários estudos têm obtido efeito benéfico dos polímeros hidrorretentores quando misturados ao solo ou substrato, mas a maioria dos trabalhos são restritos à produção de mudas, principalmente de espécies florestais, como *Eucalyptus* (HAFLE et al., 2008). Pesquisas utilizando o polímero hidrogel em olerícolas são escassas, e poucas delas avaliam todo o ciclo da cultura. Apesar de o alto custo ser um fator limitante ao uso desses polímeros, resultados positivos podem ser obtidos com doses baixas, propiciando excelente alternativa em cultivos em vasos, onde são necessários pequenos volumes.

Conforme as informações apresentadas, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e a produção do tomate de mesa sob lâminas de irrigação e doses de hidrogel em condições de ambiente protegido.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do tomate

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pertence à família das Solanáceas, que compreende cerca de 90 gêneros e 1.750 espécies. Tem como centro de origem a região dos Andes, em áreas no Equador, Peru, Colômbia, Bolívia e norte do Chile (RICK, 1982).

O tomateiro se desenvolve bem em regiões de clima tropical de altitude, subtropical e temperado, possibilitando seu cultivo em vários países. A produção mundial é de aproximadamente 130 milhões de toneladas ao ano, das quais cerca de 88 milhões de toneladas são destinados ao consumo in natura e os outros 42 milhões de toneladas destinadas à indústria (FOODNEWS, 2018).

O tomate tem alto valor nutricional. Em 100 g de fruto maduro, 93% a 95% da massa é constituída de água e os 5% a 7% restantes são matéria seca, apresenta vários sólidos solúveis, como frutose (25%), glucose (22%), proteínas (8%), nutrientes como K, Ca, Mg e P (8%), aminoácidos, vitaminas C, A e do complexo B, além de alto teor de licopeno, considerado antioxidante (EMBRAPA, 2006). Pode ser consumido in natura, em saladas, cozido, ou processado em indústrias, para consumo na forma de molhos, ketchup e extratos (RICHTER et al., 2014).

O tomateiro é uma espécie autógama, de caule flexível, que se torna lignificado à medida que se desenvolve. Pode desenvolver-se de forma ereta, semiereta ou rasteira, podendo as cultivares ser caracterizadas pelo hábito de crescimento em determinado, semideterminado e indeterminado. As cultivares de crescimento determinado são geralmente rasteiras, destinadas à produção para processamento industrial, enquanto as de hábito indeterminado são tutoradas e podadas, com frutos destinados ao consumo in natura (FILGUEIRA, 2013).

As cultivares para consumo in natura são classificadas conforme o formato do fruto, pela relação entre o comprimento e o diâmetro transversal do fruto, sendo no Brasil considerados cinco grupos no mercado: Santa Cruz, caqui, salada, saladete (italiano) e minitomates (ALVARENGA, 2013).

Entre os híbridos lançados recentemente no mercado, o BRS Nagai apresenta frutos alongados, do tipo saladete, podendo ser cultivado em qualquer época, em várias regiões, tanto em campo quanto em ambiente protegido. Esse híbrido apresenta resistência e/ou tolerância a cerca de 40 espécies/variantes/raças de patógenos fúngicos, bacterianos e virais, sendo 4 espécies de tospovírus, 3 de nematoides de galhas e dezenas de espécies de begomovírus, o que propicia menor necessidade de defensivos e redução de custos. Por ser uma cultivar de crescimento indeterminado, apresenta contínua floração e frutos em diferentes estádios de maturação na mesma planta, sendo indicado para cultivo estaqueado, com longo período de colheita (BORGES, 2018).

Irregularidades nas condições climáticas, como o excesso de chuvas, ventos e geadas, podem ser superadas utilizando cultivo em ambiente protegido. Embora demande alto investimento na construção de estruturas, o cultivo em casa de vegetação tem propiciado alta produtividade e qualidade dos frutos, a exemplo dos trabalhos de Fayad et al. (2001), com produção total de até 115,4 t ha⁻¹ e 94% de frutos comerciais, e de Charlo et al. (2009), obtendo produção de até 6,61 kg planta⁻¹, com massa média do fruto de 109,3 g.

O cultivo em ambiente protegido propicia controle preciso da lâmina de irrigação (SILVA et al., 2013), facilita o controle de pragas e doenças, além de possibilitar melhor aproveitamento de nutrientes, luminosidade e trocas gasosas, como a síntese de CO₂, podendo reduzir o ciclo da cultura (PURQUÉRIO; TIVELLI, 2014; HACHMANN, 2015).

Como em ambiente protegido não há precipitações, a irrigação é primordial para suprir o consumo de água pelas plantas, evitando estresse e murchamento nos horários mais quentes. O manejo da irrigação consiste em definir como, quando e quanto de água aplicar. Como irrigar consiste em definir o método de irrigação, sendo atualmente o gotejamento um dos sistemas mais utilizados no tomateiro, dadas sua economia de água e eficiência. Quando irrigar e a lâmina de água aplicada variam conforme a retenção de água do solo, as variáveis meteorológicas e o coeficiente de cultivo, que expressa o consumo potencial de água em cada fase de desenvolvimento da cultura em relação à evapotranspiração de referência (SANTANA et al., 2011).

2.2 Sistema de irrigação por gotejamento

O gotejamento consiste na utilização de emissores de baixa vazão, geralmente menor que 20 L h^{-1} , instalados ou inseridos em linhas laterais de polietileno, fornecendo água diretamente na zona radicular.

O gotejamento, em virtude de sua alta eficiência, utiliza a água de forma racional na agricultura, evitando desperdícios, além de possibilitar a fertirrigação, possibilitando melhor aproveitamento dos nutrientes e parcelamento de fertilizantes conforme as fases de desenvolvimento das plantas. Entretanto, esse sistema requer água de qualidade e uso de filtros para evitar entupimentos (NASCIMENTO et al., 2009).

Por se tratar de sistema fixo, a irrigação por gotejamento possibilita a automação e pode ser utilizada com alta frequência, com o intuito de manter a umidade do solo na capacidade de campo. No cultivo em vasos, normalmente são utilizados emissores on-line, com microtubos e estacas gotejadoras. A ausência de molhamento da parte aérea das plantas é outra vantagem do sistema, pois minimiza doenças no tomateiro (NASCIMENTO et al., 2009).

A irrigação por gotejamento, associada à técnica de fertirrigação, propicia incremento de produtividade em relação às adubações convencionais. A qualidade final do fruto poderá ser influenciada pelo sistema de irrigação e quantidade de água (SILVA et al., 2013; LIMA, 2014). Marouelli et al. (2011) verificaram, na produção de tomateiro orgânico, que a taxa de frutos podres no sistema por aspersão foi o dobro da observada em gotejamento.

2.3 Necessidades hídricas do tomateiro

O tomate é uma das hortaliças de maior requerimento de água, sendo as necessidades hídricas totais, após o transplantio, de 400 a 600 mm, dependendo do clima (SILVA et al., 2000). Marouelli et al. (2013) verificaram que em um ciclo de 141 dias do tomate de mesa, cv. Duradouro, foram necessários 667 mm na irrigação por aspersão e 457 mm na irrigação por gotejamento. A economia de 31% da água ao utilizar gotejamento se deve principalmente ao fato de o sistema apresentar pequeno percentual de área molhada, reduzindo a evaporação.

Além da escolha correta do sistema de irrigação, a otimização de recursos hídricos e energéticos e a obtenção de altas produtividades requerem conhecimento da evapotranspiração da cultura (ETc). Conforme Santana et al. (2010), a ETc é constituída pela evaporação de água na superfície do solo e das folhas e pela transpiração pelos estômatos, estando as plantas sem restrições hídrica e nutricional.

O conhecimento das inter-relações entre solo, água, planta e atmosfera é fundamental para o planejamento e a operação do projeto de irrigação. No que se refere às necessidades hídricas, o ciclo do tomateiro pode ser dividido em cinco fases: germinação, fase inicial, crescimento vegetativo, frutificação e maturação. Dependendo da cultivar e das condições climáticas locais, poderão ocorrer variações na duração dessas fases e na evapotranspiração. No entanto, a maior exigência por água ocorre durante a floração e o crescimento dos frutos (MOURA et al., 2004).

Conforme Schmidt et al. (2017), o ciclo do tomateiro pode ser dividido em quatro fases: da sementeira ao transplântio (três a quatro semanas), do transplântio ao início do florescimento (quatro a cinco semanas), do florescimento ao início da colheita (cinco a seis semanas) e do início ao final da colheita. Assim, a duração do ciclo, do transplântio à colheita, varia de 95 a 125 dias. A duração de cada fase depende principalmente da cultivar, do aspecto nutricional, da sanidade das plantas e das variáveis meteorológicas.

Existem várias metodologias para determinar a ETc, como o uso de equações com variáveis meteorológicas, tanque classe A e lisímetros, de drenagem ou de pesagem. As equações, a maioria delas é complexa, dificultando a operacionalização em campo. O tanque classe A é um método de baixo custo, mas requer a obtenção de valores de coeficientes de cultivo (Kc), que variam conforme a cultivar e o local, se ambiente protegido ou não.

Por sua vez, o lisímetro de pesagem, com o solo na umidade de capacidade de campo, é considerado um dos métodos mais precisos de determinação da ETc, possibilitando, no caso de culturas anuais, como o tomateiro, utilizar lisímetros de menores dimensões e balança eletrônica para mensurar a massa de água evapotranspirada e, então, estimar a ETc em mm dia^{-1} (SILVA, 2017).

Reis et al. (2009) estimaram a evapotranspiração e o coeficiente de cultivo da cultura do tomate em ambiente protegido, irrigado por gotejamento, utilizando lisímetros com dimensões 1,0 x 1,0 x 0,7 m. Comparando a ETc em lisímetro e a ETc estimada pelo método de Penman-Montheith, método padrão da FAO, obtiveram

correlação de 74,8% entre os dois métodos. Os valores de ETc nos métodos de Penman-Montheith e em lisímetro, acumulados no período de 35 a 121 dias após transplântio (DAT), foram de 165,46 e 213,79 mm, respectivamente, sendo o Kc médio de 0,65.

Santana et al. (2011) encontraram valores de Kc para as fases inicial (1 a 10 DAT), desenvolvimento (11 a 30 DAT), intermediário (31 a 60 DAT), final (61 a 90 DAT) e colheita (após 90 DAT), de 0,37; 0,72; 1,03; 1,10 e 0,75, respectivamente.

O déficit ou excesso de irrigação pode influenciar em vários parâmetros do tomateiro, como no abortamento de flores, na produtividade e nos parâmetros de qualidade do fruto, como o pH, teor de sólidos solúveis (°brix), firmeza do fruto, maturação, ocorrência de podridão apical e diâmetro do fruto.

Silva et al. (2013) verificaram, em experimento com a cv. Caline IPA 6, que o número de flores por planta, o número de flores abortadas, a quantidade de frutos por planta, a produção e a eficiência no uso da água foram maiores com as plantas sob reposição entre 100 e 133% do consumo de água da cultura. Esses autores constataram ainda que a melhor eficiência no uso da água foi obtida com a reposição de 101% ETc, obtendo produção de 66,1 kg m⁻³ de água aplicada em sistema por gotejamento.

Koetz et al. (2010) experimentaram lâminas de irrigação por gotejamento (50%, 75%, 100% e 125% da lâmina necessária para a reposição de água no solo até a capacidade de campo), na qualidade de frutos tomate. A lâmina de 50% apresentou teor médio de sólidos solúveis totais de 6,57 °brix, enquanto a lâmina de 125% apresentou frutos com 6,0 °brix. Lâminas de até 125% aumentaram de forma linear a massa e o diâmetro dos frutos.

Em pesquisa sobre o tomateiro industrial, Marouelli e Silva (2006), aplicando seis regimes de irrigação por gotejamento, com turnos de rega entre 0,25 e 8 dias, obtiveram incidência média de frutos com podridão apical de 0,2%, firmeza do fruto de 0,329 kgf cm⁻², não tendo efeito significativo dos tratamentos. A incidência de frutos podres (0,2%) apresentou resposta linear negativa com o turno de rega, enquanto a acidez titulável apresentou resposta positiva. A produtividade e a massa média de frutos comercializáveis foram maximizados para um turno de rega estimado em 0,8 dia.

Santiago et al. (2018), em pesquisa sobre lâminas de irrigação na qualidade de frutos de tomate cereja, constataram que a acidez total titulável (% de ácido cítrico) foi o único parâmetro de pós-colheita influenciado pelas lâminas, sendo obtida redução linear da acidez com o aumento das lâminas de 140% a 200% da evapotranspiração de referência.

Um parâmetro fundamental em tomate de mesa é a ausência de podridão apical. Menor ocorrência de podridão apical está relacionada à ausência de déficit hídrico e ao adequado suprimento de cálcio, podendo parte do cálcio ser fornecida via fertirrigação, por meio de fontes solúveis em água, a partir da floração do tomateiro (MAROUELLI; SILVA, 2006).

O rendimento da cultura pode ser influenciado pelas condições de umidade do solo, sendo o início do desenvolvimento dos frutos o estágio de maior susceptibilidade ao déficit hídrico, quando variações na umidade do solo podem acarretar podridão apical em razão do desbalanceamento de cálcio. Danos podem ocorrer também durante a maturação, quando há oscilação de umidade, pois os frutos podem apresentar rachaduras, ou pequeno diâmetro, reduzindo seu valor comercial (MONTE et al., 2009). Silva et al. (2013) verificaram que os diâmetros transversal e longitudinal dos frutos e a massa do fruto aumentaram linearmente com acréscimo nos níveis de reposição da ETC.

A qualidade do fruto é fator fundamental na sua comercialização. Para tanto, não somente o aumento de produtividade como também atributos como cor, tamanho, formato, brilho, firmeza e tamanho do fruto incentivam a busca por alternativas de manejo (MATOS, 2010).

2.4 Utilização de hidrogel na agricultura

A necessidade de otimizar a produção e a utilização dos recursos hídricos têm estimulado pesquisas na área. Mais recentemente, surgiram técnicas para melhor aproveitamento da água na agricultura, como o uso de hidrogel. O hidrogel é um polímero que retém água, podendo ser natural, derivado de amido, ou sintético, derivado de petróleo, à base de poliacrilamida, e que funciona como condicionador de solo. Caracteriza-se por ser quebradiço quando seco, tornando-se macio e elástico após sua expansão em água (NAVROSKI et al., 2015).

O surgimento dos hidrogéis à base de poliacrilamida ocorreu nos EUA por volta de 1950, quando a capacidade de retenção de água deionizada não ultrapassava 20 vezes sua massa (AZEVEDO et al., 2002).

Os polímeros sintéticos são constituídos de cadeias longas de acrilamidas ou poliacrilato de potássio (WANG; GREGG, 1990). São capazes de reter de 150 a 400 vezes sua massa em água, aumentando seu volume em até 100 vezes (MARQUES et

al., 2013). No caso de água destilada, são capazes de reter até 505 vezes sua própria massa (AKHTER et al., 2004). Conforme orientações de fabricantes, a dose deve ser proporcional ao volume de solo contido no vaso, sendo indicados 4,0 g do produto comercial em vasos com 8,0 kg de solo (MENDONÇA et al., 2013).

Os polímeros hidrorretentores funcionam como alternativa em situações de baixa retenção de água no solo ou longos períodos de estiagem. São materiais que formam cadeias lineares hidrofílicas, com grande capacidade de absorver e reter água ou soluções aquosas (BOGARIM, 2014).

Atualmente, a maior parte dos hidrogéis desenvolvidos tem matéria-prima de origem petroquímica, que é uma fonte não renovável e de baixa degradabilidade (MOTTA, 2009). Por outro lado, os hidrogéis derivados de amido, à base de polissacarídeos, são atóxicos ou biodegradáveis, podendo permanecer no solo por aproximadamente um ano, dependendo da atividade microbiana, além de serem inodoros e biodegradáveis. Ao serem imersos em água, aumentam de volume, apresentando capacidade de reter de 400 a 500 vezes seu próprio peso (GARCIA et al., 2011; FRANCHEMENT, 2012).

Os polímeros hidroabsorventes são amplamente utilizados em plantios de reflorestamento, principalmente com as espécies do gênero *Eucalyptus*, em regiões onde há estacionalidade climática com uma estação seca bem definida, como no Brasil Central (VENTUROLI; VENTUROLI, 2011).

Hidrogéis superabsorventes são aqueles cujo conteúdo de água ultrapassa 100% em relação a seu peso total. A ação destes polímeros está relacionada ao melhoramento ecológico em áreas desertificadas. Polímeros como quitosana pura, ou associada a outros polímeros, apresentam boas características para a retenção de água (MOTTA, 2009).

A utilização de polímeros hidrorretentores na agricultura tem apresentado resultados satisfatórios, principalmente em locais onde predominam solos arenosos e clima seco. Azevedo et al. (2002) mostraram que a maior parte dos trabalhos sobre o uso de hidrogéis na agricultura apresentou resultados de maior retenção de água no solo, tendo constatado também redução da lixiviação de nutrientes (N e K) e maior capacidade de troca catiônica.

Oliveira et al. (2004) concluíram que o polímero aumentou a retenção de água em solos franco-argilo-arenosos e argilosos, diminuindo o potencial mátrico em até 1,0 MPa (megapascal). Na maior concentração de hidrogel (0,2 dag kg⁻¹), houve aumento

da umidade do solo no potencial mátrico de - 0,03 MPa, em cerca de 41% para o solo franco-argilo-arenoso e em 37% para o solo argiloso, em relação às respectivas testemunhas, com aumento de 123 e 135% da disponibilidade total de água, respectivamente.

Willingham Júnior e Coffey (1981) observaram precocidade de plantio de uma semana nas mudas de tomateiro produzidas em substrato que continha polímero hidrogel, se comparadas às mudas produzidas pelo substrato sem hidrogel. Resultados similares foram encontrados por Marques e Bastos (2010) em mudas de pimentão, quando adicionaram de 2,0 g de hidrogel em 2,5 kg de substrato e obtiveram mudas mais desenvolvidas, com maior número de folhas e massa seca da parte aérea.

Wofford Júnior (1989) obteve produtividade do tomateiro igual a 40 t ha⁻¹ adicionando hidrogel a um solo arenoso, enquanto sem o polímero, a produtividade foi de cerca de 27 t ha⁻¹. Outra vantagem do hidrogel é reduzir o tempo para floração e frutificação do tomateiro (OUCHI, 2001).

Bernardi et al. (2012) avaliaram efeito de doses de adubação em substratos, variando de 80 a 20% da dose comercial em cobertura com polímeros hidrorretentores (6 g L⁻¹), e concluíram que houve efeito positivo do polímero na altura, diâmetro de colo e razão altura/diâmetro de colo em mudas de *Corymbia citriodora*. Os autores verificaram que o polímero reduziu pelo menos 20% da adubação rotineira, tanto na adubação de base como na adubação de cobertura. Conforme esses autores, doses acima da dose ótima acarretam malefícios ao crescimento das mudas, demonstrando que o hidrogel atua no processo de lixiviação de nutrientes.

Azevedo et al. (2006) estudaram a capacidade de retenção de soluções nutritivas de diversos fertilizantes pelo hidrogel como condicionador de solo e observaram que as condutividades elétricas e as diferentes soluções de sulfato interferiram na retenção de solução nutritiva. Na presença de sulfato ferroso, o hidrogel degradou-se completamente em vinte e quatro horas. Assim, torna-se necessário conhecer a interação do hidrogel em diferentes condutividades elétricas de soluções para seu melhor aproveitamento.

Em experimento utilizando gel hidratado, na proporção de 1,0 kg de polímero para 400 L de água, Garcia et al. (2011) constataram que o uso superior a 1,0 L de gel por planta de cafeeiro, no momento do plantio, em covas de 20 x 20 cm, proporcionou maior desenvolvimento das plantas, sendo a melhor resposta obtida na dosagem de 2 L por planta.

Carvalho et al. (2012), utilizando hidrogel e sistema de irrigação automático na cultura da alface, obtiveram economia hídrica no manejo, possibilitando maior intervalo de acionamento do sistema por gotejamento.

Mendonça et al. (2013), em estudo sobre o uso do hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo, constataram que todas as doses do produto ocasionaram aumento da capacidade de armazenamento de água no solo e acréscimo na condutividade elétrica do solo. No entanto, a dose de 4 g por vaso de 8,0 kg de solo foi considerada viável, considerando o custo benefício do produto.

Oliveira et al. (2014) verificaram que a adição de hidrogel à cultura da alface, variando de 0 a 200 g m⁻², apresentou resposta linear quanto à eficiência no uso da água, aumentando a eficiência em até 18,3% em comparação com o solo sem hidrogel.

Santos et al. (2015) cultivaram alface, em solos de textura arenosa e argilosa, com hidrogel e sistema de irrigação automatizada, e verificaram que o polímero fez com que os solos apresentassem maior disponibilidade de água, diminuindo a necessidade de irrigação. A dose de 16 g por vaso de 3,0 L de solo arenoso propiciou quantidade maior de matéria fresca e seca da parte aérea da alface, enquanto em solo argiloso, menores doses apresentaram melhor produção.

Azambuja et al. (2015) avaliaram o desenvolvimento de plantas de abobrinha „Caserta“ em função do gel hidrorretentor e doses de N. O gel hidrorretentor (300 mL cova⁻¹) e as doses de N não apresentaram interação significativa em nenhum dos parâmetros avaliados. O uso de hidrogel elevou a altura e o diâmetro do caule das plantas de abobrinha, mas não influenciou nos parâmetros de produção.

Mendonça et al. (2015) avaliaram a eficiência de polímero hidroabsorvente na manutenção da umidade do solo no cultivo da alface e observaram que o polímero proporcionou economia de água de, aproximadamente, 12%.

Além dos trabalhos citados, diversas outras pesquisas têm mostrado a eficiência do hidrogel na agricultura irrigada e de sequeiro, tornando-se um produto promissor na olericultura em razão da possibilidade de utilizar maiores turnos de irrigação.

2.5 Referências Bibliográficas

AKHTER, J.; MAHMOOD, K.; MALIK, K. A.; MARDAN, A.; AHMAD, M.; IQBAL, M. M. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils

and seedling growth of barley, wheat and chickpea. **Plant, Soil and Environment**, v. 50, n. 10, p. 463-469, 2004.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. 400 p.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2 ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2013. 455 p.

AZAMBUJA, L. O.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S.; COSTA, E. Produtividade da abobrinha „Caserta“ em função do nitrogênio e gel hidrorretentor. **Revista Científica de Ciências Agrárias**, Jaboticabal, v. 43, n. 4, p. 353-358, 2015.

AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S. L.; GONÇALVES, A. C. A.; REZENDE, R.; DALLACORT, R.; BERTONHA, L. C. Retenção de soluções de sulfatos por hidrogel de poliacrilamida. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 287-290, 2006.

AZEVEDO, T. L. 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, 2002.

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

BOGARIM, E. P. de A. **Uso de hidrogel no desenvolvimento de espécies nativas visando à aplicação em áreas degradadas**. 2014. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2014.

BORGES, S. R. S. **Alterações fisiológicas, bioquímicas e morfológicas durante a maturação de sementes híbridas de tomate**. 2018. 145 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

CARVALHO, D. F.; SANTOS, H. T. dos; GONÇALVES, F. V.; MÉDICI, L. O.; NASCIMENTO, H. P.; COSTA, T. S. A. Avaliação da TDR e de um acionador automático para irrigação em solos com hidrogel. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS DE IRRIGAÇÃO, 4, 2012, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Winotec, 2012. p. 1-5.

CEASA/PR – Centrais de Abastecimento do Paraná S/A. DOSSA, D.; FUCHS, F. (Eds.) **Tomate: análise técnico-econômica e os principais indicadores da produção nos mercados mundial, brasileiro e paranaense**. 2017. 7p. Disponível em <http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim_Tecnico_Tomate1.pdf>. (Boletim Técnico 03).

CHARLO, H. C. de O.; SOUZA, S. de C.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L. T. 2009. Desempenho e qualidade de frutos de tomateiro em cultivo protegido com diferentes números de hastes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 144-149, 2009.

EMBRAPA. **Cultivo de tomate para industrialização**: composição nutricional (Sistemas de Produção, 1). 2 ed. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2006. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/composicao.htm>. Acesso em: 20 mar. 2019.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, L. F.; FERREIRA, F. A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 232-237, 2001.

FÉLIX, A. C. C.; SILVA, F. de A. C. da; GUEDES, I. M. R.; LIMA, C. E. P.; SILVA, J. da. Acúmulo e exportação de nutrientes pelo tomateiro BRS Nagai. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35, 2015, Natal. **Anais...** Natal: SBCS/Embrapa Solos, 2015. p. 1-4.

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

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. Viçosa: UFV, 2013. 421p.

FRANCHEMENT, M. **Turnos de rega e doses de polímero hidrorretentor na formação de mudas de cafeeiro em tubetes e saquinhos**. 2012. 46 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

FOODNEWS. **Curiosidades do mercado mundial de tomate**. 2018. Disponível em <<http://www.foodnewsocial.com.br/mercado/mercado-mundial-do-tomate/>> Acesso em 14 fev. 2018.

GARCIA; A. L. A.; PADILHA; L.; DIAS; A. S. Uso de polímero hidrorretentor no plantio de cafeeiros em ambientes protegidos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7, 2011, Araxá. **Anais...**Brasília: EMBRAPA Café, 2011. p. 1-4.

HACHMANN, T. L. **Características agronômicas e índices de trocas gasosas do tomateiro em função de sistemas de condução em ambiente protegido**. 2015. 69 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2015.

HAFLE, O. M.; CRUZ, M. M.; RAMOS, P. S.; SANTOS, V. A. Produção de mudas de maracujazeiro-doce através da estaquia, utilizando polímero hidrorretentor. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 3, p. 232-236, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p.1-81, 2017. Disponível em <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/2017/lspa_201701.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/2017/lspa_201701.pdf)>. Acesso em: 14 fev. 2019.

KOETZ, M.; MASCA, M. G. C. C.; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V. A.; SENA JUNIOR, D. G.; GOMES FILHO, R. R. Caracterização agronômica e brix em frutos de

tomate industrial sob irrigação por gotejamento no sudoeste de Goiás. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 1, p. 14-22, 2010.

LIMA, T. P. **Diferentes lâminas de irrigação e adubação na cultura do tomate de mesa em Goiás**. 2014. 60 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2014.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Irrigação por gotejamento do tomateiro industrial durante o estágio de frutificação, na região de Cerrado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 342-346, 2006.

MARQUELLI, W. A.; LAGE, D. A. da C.; GRAVINA, C. S.; MICHEREFF FILHO, M.; SOUZA, R. B. de. Sprinkler and drip irrigation in the organic tomato for single crops and when intercropped with coriander. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 825-833, 2013.

MARQUELLI, W. A.; MEDEIROS, M. A. de; SOUZA, R. F. de; RESENDE, F. V. Produção de tomateiro orgânico irrigado por aspersão e gotejamento, em cultivo solteiro e consorciado com coentro. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 429-434, 2011.

MARQUES, P. A. A.; BASTOS, R. O. Use of different doses of hydrogel for sweet pepper seedling production. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, PR, v. 3, n. 2, p. 60-64, 2010.

MARQUES, P. A. A.; CRIPA, M. A. M.; MARTINEZ, E. H. Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 1, p. 1-7, 2013.

MATOS, E. S. **Desempenho de híbridos de tomate de mesa em função de sistemas de condução e da densidade populacional**. 2010. 107 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MENDONÇA, T. G.; QUERIDO, D. C. M.; SOUZA, C. F. Eficiência do polímero hidroabsorvente na manutenção da umidade do solo no cultivo de alface. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 9, n. 4, p. 239-245, 2015.

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**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 87-92, 2013.

MONTE, J. A.; PACHECO, A. S.; CARVALHO, D. F.; PIMENTEL, C. Influência do turno de rega no crescimento e produção do tomateiro no verão em Seropédica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 222-227, 2009.

MOTTA, C. **Preparação de caracterização de hidrogéis superabsorventes a partir de quitosana e poliacrilonitrila**. 2009. 36 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

MOURA, M. L.; FOGAÇA, C. M.; MOURA, M. A.; GALVÃO, H. L.; FINGER, F. L. Crescimento e desenvolvimento de frutos do tomateiro „santa clara“ e do seu mutante natural „firme“. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1284-1290, 2004.

NASCIMENTO, J. M. S; LIMA, L. A; CARARO, D. C; CASTRO, E. M; SILVA, M. V. G. S. Avaliação da uniformidade de aplicação de água em um sistema de gotejamento para pequenas propriedades. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, número especial, 1728-1733, 2009.

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

OLIVEIRA, G. Q. de; BÍSCARO, G. A.; JUNG, L. H.; ARAÚJO, É. de O.; VIEIRA FILHO, P. S. Fertirrigação nitrogenada e níveis de hidrogel para a cultura da alface irrigada por gotejamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 22, n. 5, p. 456-465, 2014.

OLIVEIRA, R. A.; REZENDE, L. S.; MARTINEZ, M. A.; MIRANDA, G. V. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 160-163, 2004.

OUCHI, S. Application of superabsorbent polymers in japanese agriculture and greening. Chapter 5, Section 2, p.276-285. In: OSADA, Y.; KAJIWARA, K. **Gels handbook: Applications**, v. 3, 501 p., Ed. Academic Press, Tokyo, 2001.

PURQUÉRIO, L. F. V., TIVELLI, S. W. Cultivo protegido: por que utilizar, manejo do ambiente e cuidados com a fertilização? In: ZAMBROSI, F. C. B., FIGUEIREDO, G. B. de; PURQUERIO, L. F. V. et al. **Projeto hortalimento e o cultivo em ambiente protegido**. Campinas: Instituto Agronômico, 2014, p. 10-31. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/Livro_Hortalimento_Final_24_03_2014.pdf>

REIS, L. S.; SOUZA, J. L. de; AZEVEDO, C. A. V. de. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do tomate caqui cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p.289-296, 2009.

RICHTER, A. S.; MONTEIRO, D. V. P.; ARAÚJO, J. L.; CALANDRELLI, L. L.; CORREIA, M. A.; ZAMONER, N. **Produção de tomate orgânico em cultivo protegido**: aspectos práticos e teóricos. Curitiba: Centro Paranaense de Referência em Agroecologia – CPRA, 2014. 40p. (Cartilha Tomate). Disponível em: <<http://www.cpra.pr.gov.br/arquivos/File/CartilhaTomate.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

RICK, C. M. The potential of exotic germplasm for tomato improvement. In: VASIL, I. K.; SCOWCROFT, W. R.; FREY, H. J. (Eds.) **Plant improvement and somatic cell genetics**. New York: Academic Press, 1982. p. 478-495.

SAAD, J. C. C.; LOPES, J. L. W.; SANTOS, T. A. dos. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de *Eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 404-411, 2009.

SANTANA, M. J. de, PEREIRA, U. da C., BEIRIGO, J. D. C., SOUZA, S. S. de; CAMPOS, T. M., VIEIRA, T. A. Coeficientes de cultura para o tomateiro irrigado. **Revista Brasileira de Irrigação e Drenagem**, Botucatu, v. 16, n. 1, p. 11-20, 2011.

SANTANA, M. J. de, VIEIRA, T. A., BARRETO, A. C., CRUZ, O. C. da. Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo. **Revista Brasileira de Irrigação e Drenagem**, Botucatu, v. 15, n. 4, p. 443-454, 2010.

SANTIAGO, E. J. P., OLIVEIRA, G. M., LEITAO, M. M. V. B., ROCHA, R. C., PEREIRA, A. V. Qualidade do tomate cereja cultivado sob lâminas de irrigação em ambiente protegido e campo aberto. **Revista da Sociedade Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 26, p. 213-221, 2018.

SANTOS, H. T. 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, 2015.

SCHMIDT, D.; ZAMBAN, D. T.; PROCHNOW, D. CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; PAULA, G. M.; COCCO, C. Caracterização fenológica, filocrono e requerimento térmico de tomateiro italiano em dois ciclos de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 89-96, 2017.

SILVA, C. J. da. **Necessidade hídrica e produção do tomateiro para processamento industrial, em resposta a manejos e épocas de suspensão da irrigação**. 2017. 157 p. Tese (Doutorado em Ciências/Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2017.

SILVA, E. L.; PEREIRA, G. M.; CARVALHO, J. A.; VILELA, L. A. A.; FARIA, M. A. **Manejo de irrigação das principais culturas**. UFLA: FAEPE, 2000. 85p.

SILVA, J. M.; FERREIRA, R. S.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; DUTRA, A. F.; GOMES J. P. Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p.40-46, 2013.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S. Recuperação florestal em uma área degradada pela exploração de areia no Distrito Federal. **Ateliê Geográfico**. Goiânia, v. 5, n. 1, p. 183-195, 2011.

WANG, Y. T.; GREGG, L. L. Hydrophilic polymers: their response to amendments and effect on properties of a soilless potting mix. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.115, p.943-948, 1990.

WILLINGHAM JÚNIOR, J. E.; COFFEY, D. L. Influence of hydrophilic amended soil on growth of tomato transplants. **Horticulture Science**, v. 16, n. 3, p. 289, 1981.

WOFFORD JÚNIOR, D. J. **Use of cross-linked polyacrylamide in agriculture for increasing yield or reducing irrigation.** Fresno - Califórnia, 1989. Disponível em <<https://www.hydrosource.com/use-of-cross-linked-polyacrylamide-in-agriculture-for-increasing-yield-or-reducing-irrigation/>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

3. CAPÍTULO I

Crescimento e trocas gasosas do tomateiro submetido a lâminas de irrigação e doses de hidrogel

(Normas: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental)

RESUMO: Alternativas têm sido buscadas para maior eficiência no uso da água na irrigação, sendo o polímero hidrogel uma nova aposta. Por serem escassas as pesquisas sobre hidrogel no cultivo do tomate, o objetivo deste trabalho foi avaliar crescimento e trocas gasosas do tomateiro BRS Nagai sob lâminas de irrigação, associadas a doses do polímero. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com três repetições, em parcelas subdivididas 3x5, sendo três níveis de irrigação (75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura – ETc) e cinco doses de hidrogel (0, 4, 8, 12 e 16 g vaso⁻¹) na subparcela, constituída de seis plantas. O plantio foi feito em vasos de 14,5 L, em linhas duplas, no espaçamento de 0,4 x 0,6 x 1,3 m. A ETc foi mensurada por lisímetros de pesagem. Além de parâmetros de crescimento, foram avaliadas produção de matéria seca e trocas gasosas com o equipamento IRGA (*Infra-Red Gas Analysis*). Houve efeito significativo ($p < 0,05$) de lâminas de irrigação sobre altura de plantas e seu crescimento de 21-42 DAT, tendo a lâmina de 125% apresentado melhores resultados no desenvolvimento do tomateiro BRS Nagai. Entre as trocas gasosas, apenas a fotossíntese foi influenciada pelas doses de hidrogel e lâminas de irrigação. Nas

21 condições de manejo de irrigação e textura de solo utilizado, não é recomendável adição
22 de hidrogel ao solo.

23

24 **Palavras-chave:** *Lycopersicon esculentum* Mill., evapotranspiração, fotossíntese,
25 umidade do solo

26

27 **Tomato plant growth and gas exchange under surface irrigation and hydrogel**
28 **doses**

29

30 (Standards: Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering)

31

32 Abstract: Alternatives have been sought for greater efficiency in the use of water in
33 irrigation, and hydrogel polymer is a new proposal. Due to the lack of research on
34 hydrogel in tomato crop, this paper aimed to evaluate the growth and gas exchange of
35 the BRS Nagai tomato under surface irrigation associated with polymer doses. This
36 experiment was carried out under greenhouse conditions at the Goiano Federal Institute,
37 Morrinhos Campus, Goiás State, Brazil. The experimental design was in randomized
38 complete block, three replicates, 3x5 split plots, and three irrigation levels [crop
39 evapotranspiration (ETc) 75, 100, and 125%], five hydrogel doses (0, 4, 8, 12, and 16 g
40 per plant) in the subplot composed of six plants. Planting was carried out in 14.5 L pots,
41 in double rows, spacing 0.4 x 0.6 x 1.3 m. The ETc was measured by weighing
42 lysimeters. Besides growth parameters, dry matter production and gas exchanges were
43 evaluated using Infra-Red Gas Analysis (IRGA) equipment. There was significant effect
44 ($p < 0.05$) of irrigation levels on plant height and its growth at 21st-42nd days after
45 transplanting (DAT), and the level 125% showed better results in the development of
46 BRS Nagai tomato. Among the gas exchanges, only photosynthesis was influenced by
47 hydrogel doses and irrigation levels. In irrigation management conditions and soil
48 texture used, adding hydrogel to the soil is not recommended.

49

50 **Keywords:** *Lycopersicon esculentum* Mill., evapotranspiration, photosynthesis, soil
51 moisture

52

53

INTRODUÇÃO

54 A tomaticultura é difundida mundialmente e apresenta demanda crescente. A
55 produção brasileira de tomate no ano de 2017 foi de 3.787.324 toneladas, ocupando
56 uma área de cerca de 64 mil hectares. O estado de Goiás, nesse mesmo ano, cultivou
57 uma área de tomate de 11.384 ha, ocupando produção de destaque em virtude da
58 irrigação (IBGE, 2017).

59 A irrigação por gotejamento proporciona maior produtividade e melhor qualidade
60 dos frutos em comparação com a aspersão (Marouelli et al., 2011). Além disso,
61 propicia maior eficiência no uso da água e controle do microclima em cultivos em
62 ambiente protegido (Branco et al., 2010).

63 O fornecimento de níveis adequados de irrigação durante o ciclo do tomateiro é
64 fundamental. Dependendo da intensidade, o déficit hídrico no solo pode ocasionar
65 aumento de temperatura foliar, redução da transpiração, da fotossíntese, murchamento
66 de folhas e, conseqüentemente, menor absorção de nutrientes e menor produtividade.
67 Santana et al. (2010) obtiveram produtividade de 72,63 t ha⁻¹ com uma lâmina ótima de
68 581,4 mm durante o ciclo.

69 Soares et al. (2012), experimentando lâminas de irrigação iguais a 60, 80, 100 e
70 120% da ETc do tomateiro, observaram redução da condutância estomática nas menores
71 lâminas de irrigação. As maiores concentrações internas de CO₂ ocorreram em plantas
72 que receberam lâminas de 80 a 90% da ETc.

73 Soares et al. (2012), em pesquisa sobre trocas gasosas e lâminas de irrigação (60, 80,
74 100 e 120% da evapotranspiração real) no tomateiro, verificaram que a condutância
75 estomática foi a variável mais sensível à redução das lâminas. Utilizando lâminas entre

76 80 e 90% da evapotranspiração real, foi possível observar maior concentração interna de
77 CO₂.

78 Monte et al. (2013) obtiveram máximo crescimento do tomateiro, entre 70 e 80 dias
79 após o transplântio, aplicando lâminas de 40% a 120% da ETc. Entretanto, lâminas
80 acima de 80% acarretaram maior consumo de água e energia, sem apresentar aumento
81 na produção comercial de frutos.

82 Visando a minimizar o consumo de água na irrigação, a adição de hidrogel ao solo é
83 uma alternativa promissora. Em virtude da alta capacidade de retenção de água, de 150
84 a 400 vezes sua própria massa (Marques et al., 2013), o polímero hidrogel pode otimizar
85 as irrigações, possibilitando a utilização de turnos de rega mais espaçados.

86 Avaliando doses de hidrogel (0, 4, 8, 12 e 16 kg de hidrogel / m³ de turfa) no cultivo
87 de tomateiro, Pill & Jacono (1984) verificaram que cada kg m⁻³ aumentou o teor de água
88 da turfa em 9%, e após 31 dias, esse valor aumentou para 16%. O crescimento da parte
89 aérea do tomateiro apresentou resposta quadrática em função das doses de hidrogel,
90 com crescimento máximo na dose de 8 kg m⁻³.

91 Marques & Bastos (2010) verificaram que a adição de 2,0 g de hidrogel em 2,5 kg de
92 substrato propiciou mudas de pimentão de melhor qualidade, em bandejas, com maior
93 número de folhas e massa seca da parte aérea.

94 Nguyen et al. (2012), em pesquisa sobre tomateiro, adicionaram composto em solo
95 arenoso, fornecendo água de forma suficiente por 32 dias e, em seguida, submeteram
96 parte das plantas ao déficit hídrico até 49 dias. Constataram que as plantas com déficit,
97 em composto incorporado, murcharam mais rapidamente que as plantas controle,
98 irrigadas durante todo o ciclo. No entanto, após o déficit, a fotossíntese e a transpiração
99 foram recuperadas mais rapidamente no solo com composto do que na sua ausência,
100 provavelmente em razão do maior comprimento do sistema radicular.

101 Matsuda et al. (2013), em pesquisa sobre trocas gasosas em tomateiro hidropônico,
102 observaram diferenças entre cultivares em plantas entre 130 e 140 dias de idade. Entre
103 oito cultivares de tomateiro avaliadas em menor fluxo de fótons, a taxa fotossintética
104 líquida variou de 11,9 a 15,8 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e a condutância estomática, de 0,221 a
105 0,452 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

106 Dados científicos sobre utilização de hidrogel e eficiência no uso da água na
107 tomaticultura são escassos. As diferenças entre cultivares, doses utilizadas e ambientes
108 de cultivo dificultam a interpretação dos resultados (Marques et al., 2013), sendo
109 necessárias pesquisas sobre importantes variáveis fisiológicas do tomateiro, como
110 fotossíntese, trocas gasosas, condutância estomática e temperatura foliar.

111 Com base nestas informações, este trabalho teve como objetivo avaliar crescimento
112 e trocas gasosas do tomateiro BRS Nagai submetido a lâminas de irrigação e doses de
113 hidrogel em ambiente protegido.

114

115

MATERIAL E MÉTODOS

116 O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos,
117 Goiás, a 17°49'19" sul, 49°12'11" oeste e, aproximadamente, 885 m de altitude, no
118 período de janeiro a junho de 2018. Conforme Köppen e Geiger, o clima na região
119 classificado como Aw, tropical semiúmido, com verão chuvoso e inverno seco. Durante
120 o período experimental, em média, a temperatura máxima diária foi de 37,6°C e
121 mínima diária, de 18,8°C, tendo a umidade relativa do ar oscilado entre 55 e 96%. Os
122 dados de temperatura média, umidade relativa e radiação solar global durante o período
123 experimental são apresentados na Figura 1.

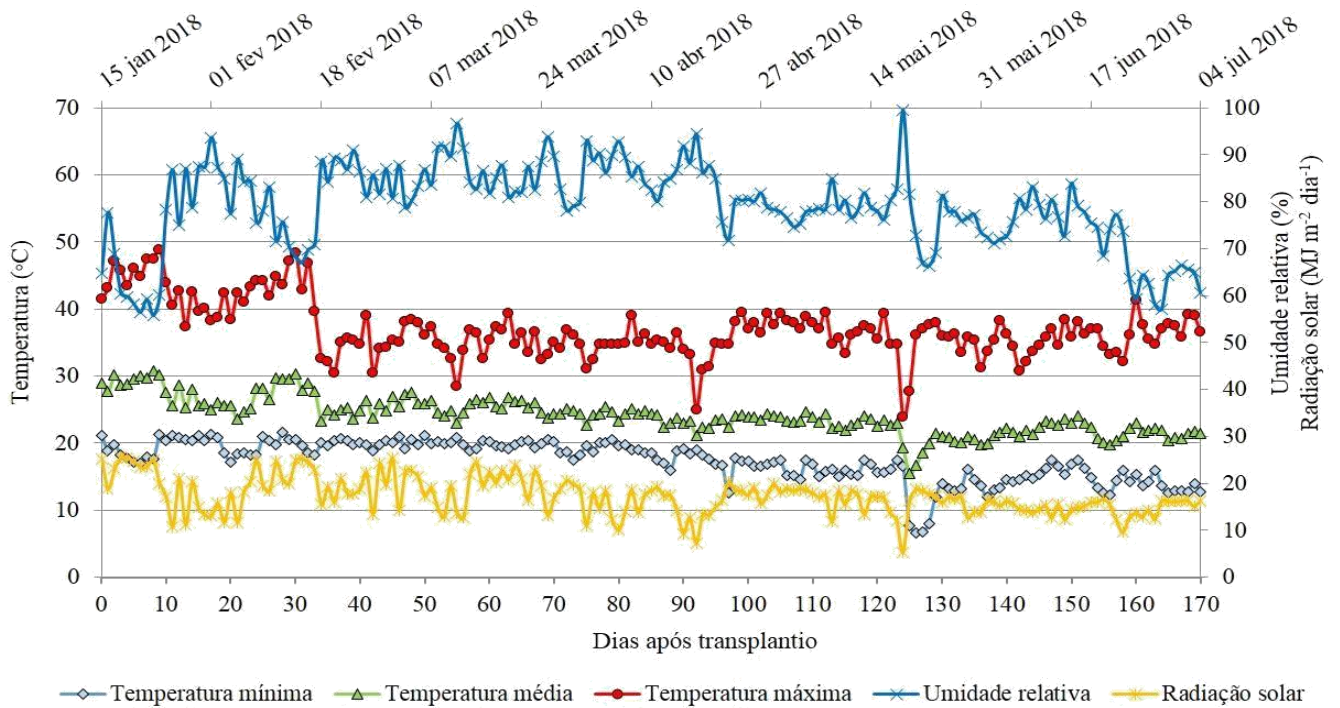


Figura 1. Temperatura mínima, média e máxima diária (°C) e umidade relativa do ar (%), interna, na casa de vegetação, e radiação solar global ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) em área externa, durante o período experimental. Morrinhos - GO, 2018.

124 Para o desenvolvimento do experimento, foi utilizada casa de vegetação com
 125 dimensões de 25 m x 10 m, com cobertura plástica de 150 micra de espessura e laterais
 126 com tela antiafídica.

127 O solo utilizado no preenchimento dos vasos foi coletado de barranco, apresentando
 128 textura argilo arenosa (44% areia, 14% silte e 42% argila). Os valores iniciais dos
 129 atributos químicos do solo foram: $\text{Ca}^{2+} = 0,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{2+} = 0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K}^+ =$
 130 $19,6 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Al}^{3+} = 0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 4,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{P} = 1,3 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{S} = 1,8$
 131 mg dm^{-3} ; $\text{Zn} = 0,6 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{B} = 0,2 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Cu} = 0,2 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Fe} = 74 \text{ mg dm}^{-3}$ e
 132 $\text{Mn} = 1,3 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 5,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Saturação de Bases = 25,7%; matéria
 133 orgânica = $10,7 \text{ g kg}^{-1}$; $\text{pH}_{\text{CaCl}_2} = 4,7$.

134 Os nutrientes que se encontravam em níveis baixos foram corrigidos em
 135 antecedência ao transplante, e a saturação de bases elevada a 80%, conforme
 136 recomendações para o tomateiro de mesa (Trani et al., 2015). Calcário e fertilizantes da

137 adubação corretiva foram misturados ao solo de preenchimento dos vasos juntamente
138 com o hidrogel, por meio de tambor giratório, cerca de 40 dias antes do transplântio.

139 Mantas geotêxteis foram utilizadas no fundo dos vasos, evitando vazamento de solo.

140 Os vasos apresentavam 14,5 L (33 cm altura, 29 cm de diâmetro na borda superior e
141 17 cm de diâmetro na base). Foram aplicados por vaso: 22,9 g de calcário dolomítico
142 Filler (PRNT = 97%); 4,0 g de nitrogênio (ureia 45% N); 53,3 g de fósforo (Yoorin
143 Master 16% P₂O₅); 17,3 g de potássio (cloreto de potássio 60% K₂O); 2,67 g de enxofre
144 (enxofre ventilado 99% S); 0,167 g de boro (Yoorin Master 0,1% B); e 0,2 g de cobre
145 (sulfato de cobre 25% Cu + Yoorin Master 0,05% Cu).

146 Foram utilizadas mudas da cv. 'BRS Nagai', de crescimento indeterminado,
147 produzidas em bandejas de polietileno de 200 células, com substrato comercial
148 Bioflora®. O transplântio foi feito aos 31 dias após a semeadura, em linhas duplas, no
149 espaçamento de 0,4 m entre plantas, 0,6 m entre linhas simples e 1,3 m entre linhas
150 duplas.

151 Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento, sendo um emissor
152 autocompensante fornecendo água para duas plantas. Foram utilizados adaptadores de
153 duas saídas, microtubos e estacas gotejadoras para distribuir a vazão nos vasos. Em
154 ensaio de uniformidade em todos os emissores, a vazão média por planta foi de 3,748 L
155 h⁻¹ e o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen do experimento igual a 94,3%.

156 O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, em parcelas
157 subdivididas em 3x5, sendo três lâminas de irrigação (75, 100 e 125% da
158 evapotranspiração da cultura – ET_c) nas parcelas e cinco doses de hidrogel (0, 4, 8, 12 e
159 16 g vaso⁻¹) nas subparcelas. Cada subparcela foi constituída por 6 plantas.

160 As irrigações foram feitas diariamente até 20 dias após o transplântio (DAT) e a
161 cada 2 dias a partir de 21 DAT. A evapotranspiração da cultura (ET_c, mm dia⁻¹) foi

162 estimada por meio de 10 lisímetros de pesagem, conforme a Equação 1, sendo 2
163 lisímetros para cada uma das cinco doses de hidrogel, e a variação de massa medida por
164 meio de balança eletrônica com precisão de 0,01 kg.

$$165 \quad ET_c = \frac{Ma}{\rho_a \cdot \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4}\right) \cdot TR} \quad (1)$$

166 em que:

167 Ma - massa de água evapotranspirada (kg) entre duas irrigações consecutivas;

168 ρ_a - massa específica da água ($\rho_a \approx 1,0 \text{ kg L}^{-1}$);

169 D - diâmetro da área molhada, na borda superior do lisímetro ($D = 0,29 \text{ m}$); e

170 TR - turno de rega (dia)

171

172 A massa de água evapotranspirada (Ma) foi determinada conforme a Equação 2:

$$173 \quad Ma = M_{\theta_{cc}} - (M_{\theta_{atual}} - Ms) \quad (2)$$

174 em que:

175 $M_{\theta_{cc}}$ - massa do lisímetro + solo na umidade de capacidade de campo (kg);

176 $M_{\theta_{atual}}$ - massa do lisímetro + solo no momento de irrigar + tomateiro (kg); e,

177 Ms - matéria seca acumulada (kg) ao longo do ciclo nas plantas de tomateiro,

178 considerando para a cv. BRS Nagai, em ambiente protegido, $650 \text{ g planta}^{-1}$, durante o

179 ciclo (Félix et al., 2015).

180 O teor de umidade na capacidade de campo foi determinado em vasos extras, os

181 quais, após acondicionamento do solo, foram parcialmente imersos num reservatório

182 com lâmina d'água. Assim, promoveu-se a saturação por ascensão capilar pelos

183 orifícios da base e manta geotêxtil. Os vasos tiveram a superfície do solo vedada,

184 impedindo a evaporação, tendo permanecido sobre a bancada até não ser observada

185 mais drenagem na base, sendo determinada, , então, a umidade na capacidade de campo
186 pelo método gravimétrico.

187 Os tempos de irrigação por posição (T_i , min) foram determinados conforme a
188 Equação 3:

$$189 \quad T_i = \frac{60 \cdot (ET_c \cdot TR \cdot A \cdot L)}{q_{\text{planta}}} \quad (1)$$

190 em que:

191 T_i - tempo de irrigação por posição (min);

192 TR - turno de rega (dia);

193 A - área molhada nos vasos (m^2);

194 L - lâmina de irrigação, em decimal; e

195 q_{planta} - vazão de irrigação recebida por planta ($L h^{-1}$)

196

197 As plantas foram tutoradas utilizando esticadores de eucalipto tratado, arame liso a
198 2,2 m de altura e fitilhos. Na condução do experimento, foram feitas adubações de
199 cobertura via fertirrigação, conforme Trani et al. (2015), e demais recomendações
200 técnicas para o cultivo do tomateiro para mesa, tratos culturais e controle de pragas e
201 doenças.

202 Entre os parâmetros avaliados, foram mensurados: o índice relativo de clorofila
203 (índice SPAD – *Soil Plant Analysis Development*), obtido com medidor portátil SPAD –
204 502, aos 21 e 63 DAT; a altura de planta (cm) e diâmetro de caule (mm) e seus
205 respectivos crescimentos nas fases de 21-42 DAT, 42-63 DAT e de 63-84 DAT; e a
206 temperatura foliar ($^{\circ}C$) em cada idade, medida com termômetro de infravermelho, a
207 partir das 8:00 h. Aos 71 e 97 DAT, foram avaliadas a transpiração ($mmol m^{-2} s^{-1}$),
208 fotossíntese ($mmol m^{-2} s^{-1}$), a relação entre concentração interna e externa de CO_2 , a

209 eficiência no uso da água ($\mu\text{m CO}_2 / \text{mm H}_2\text{O}$) e a condutância estomática ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$),
 210 utilizando o equipamento IRGA.

211 Nos parâmetros em que houve significância pelo teste F, as lâminas de irrigação
 212 foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância, e as doses de hidrogel,
 213 por equações de regressão, sendo utilizado o software SISVAR (Ferreira, 2011).

214

215 RESULTADOS E DISCUSSÃO

216 O resumo das análises de variância mostra efeito das lâminas de irrigação ($p < 0,05$)
 217 apenas sobre altura de planta aos 42, 63 e 84 dias após o transplântio (DAT) e sobre o
 218 crescimento da altura na fase de 21 a 42 DAT (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo das análises de variância (F calculado) do índice relativo de clorofila (IRC), altura de planta (AP, m), crescimento da altura de planta (CAP, m), diâmetro de caule (DC, mm), crescimento do diâmetro de caule (CDC, mm) e temperatura foliar (TF, °C) do tomateiro BRS Nagai, em função de lâminas de irrigação e doses de hidrogel. Morrinhos, GO, 2018.

Parâmetros avaliados	DAT	Fonte de variação				CV (%)		Média geral
		Bloco	Lâmina (L)	Hidrogel (H)	L x H	Lâmina	Hidrogel	
IRC	21	0,336 ns	0,933 ns	0,210 ns	0,724 ns	34,54	22,36	83,96
	63	1,304 ns	0,090 ns	1,236 ns	1,096 ns	19,22	16,73	62,99
AP	21	0,298 ns	0,309 ns	1,049 ns	0,579 ns	17,64	9,78	0,434
	42	3,147 ns	8,884 *	1,598 ns	1,563 ns	5,60	5,00	1,136
	63	1,720 ns	8,396 *	2,128 ns	1,682 ns	11,91	4,68	1,751
	84	4,904 ns	7,586 *	0,750 ns	1,484 ns	15,08	9,36	2,359
CAP	21-42	2,147 ns	11,602 *	0,681 ns	1,071 ns	9,81	8,68	0,702
	42-63	1,012 ns	5,334 ns	0,409 ns	1,141 ns	29,60	16,00	0,615
	63-84	3,755 ns	2,677 ns	0,459 ns	1,161 ns	44,14	32,72	0,608
DC	21	0,221 ns	0,692 ns	2,081 ns	1,425 ns	27,01	8,86	6,32
	42	1,310 ns	0,211 ns	1,716 ns	2,055 ns	8,27	6,27	10,03
	63	3,073 ns	1,779 ns	3,798 *	1,464 ns	4,15	4,92	11,51
	84	0,923 ns	0,430 ns	2,435 ns	0,855 ns	4,25	4,28	12,83
CDC	21-42	0,015 ns	0,436 ns	0,291 ns	0,890 ns	42,68	21,44	3,71
	42-63	0,346 ns	2,029 ns	0,566 ns	0,442 ns	24,76	41,21	1,48
	63-84	5,031 ns	3,200 ns	0,401 ns	0,787 ns	24,56	32,87	1,32
TF	21	0,024 ns	0,322 ns	0,993 ns	1,023 ns	11,03	2,50	18,27
	42	0,052 ns	0,815 ns	1,590 ns	0,609 ns	10,75	3,14	19,92
	63	1,821 ns	1,568 ns	0,466 ns	0,909 ns	11,71	3,77	25,44
	84	0,106 ns	1,015 ns	1,202 ns	1,177 ns	7,13	3,39	21,45

ns - não significativo; * significativo a 5% de probabilidade; DAT - dias após transplântio; CV - coeficiente de variação

219 A adição de hidrogel ao solo apenas influenciou no diâmetro de caule aos 63 DAT.

220 Não houve interação significativa entre níveis de irrigação e hidrogel em nenhum

221 parâmetro avaliado.

222 Apesar de não significativo, o índice relativo de clorofila foi maior aos 21 DAT em

223 33,3% em relação ao índice medido aos 63 DAT, provavelmente por haver ocorrido

224 nessa fase translocação de Mg e N das folhas para o fruto, diminuindo os pigmentos de

225 clorofila na folha. Esses resultados são condizentes com os obtidos por Alves et al.

226 (2017), que também observaram redução no índice SPAD em plantas de maior idade,

227 apesar de os autores terem avaliado o índice apenas na fase de 60 a 120 DAT. Conforme

228 Silva et al. (2011), baixos índices SPAD são indicativo da necessidade de N.

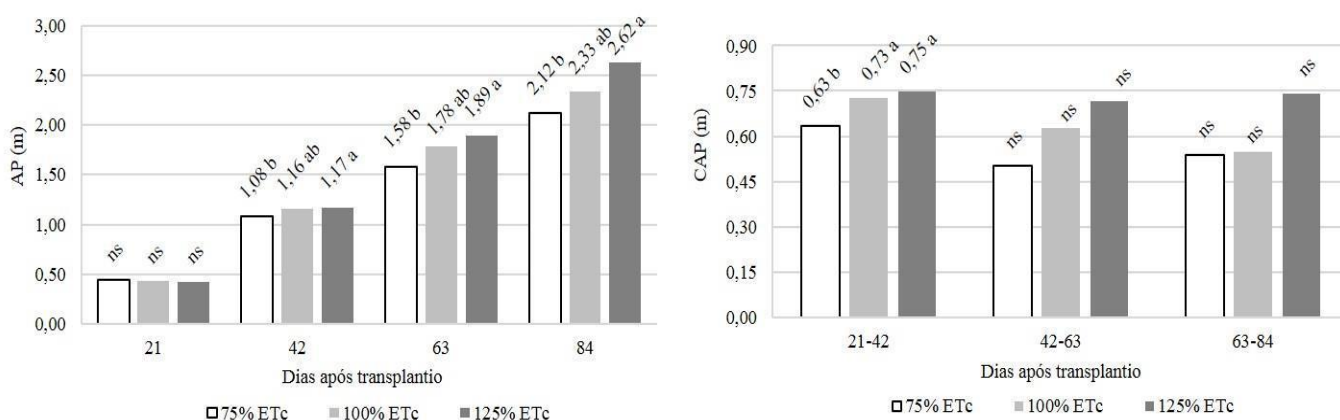
229 Independentemente da dose de hidrogel, obteve-se, aos 42, 63 e 84 DAT, maior

230 altura de planta (AP) na lâmina de irrigação igual a 125% da ETc, não diferindo do

231 nível de 100% pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Entre as fases de crescimento, constatou-

232 se maior crescimento da AP na fase de 21 a 42 DAT, quando, nas duas maiores lâminas,

233 foi atingido, em média, crescimento de cerca de $3,5 \text{ cm dia}^{-1}$ (Figura 2).



Médias seguidas por letras distintas, na mesma idade ou fase de crescimento, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ns - não significativo

Figura 2. Altura de planta (AP) e crescimento da altura de planta (CAP) em função de lâminas de irrigação (% ETc) e do número de dias após transplântio do tomateiro BRS Nagai. Morrinhos - GO, 2018.

234 Lima et al. (2017), utilizando lâminas de irrigação no tomateiro de mesa, obtiveram
 235 maior aumento na altura de plantas com a lâmina de 100% da ETo. Matos et al. (2015),
 236 em experimento com tomate cereja, observaram que a lâmina de irrigação de 115% da
 237 ETc proporcionou maior crescimento da planta, em relação às demais lâminas (70%,
 238 80%, 100% e 130%). Apesar da diferença entre as cultivares de tomateiro, é possível
 239 que, nos trabalhos de Matos et al. (2015) e de Lima et al. (2017), por terem utilizado
 240 húmus de minhoca e fertirrigação, respectivamente, tenha havido melhor resposta da
 241 altura de plantas em lâminas menores.

242 Esperava-se que o hidrogel proporcionasse maior crescimento de altura e diâmetro de
 243 caule, pois é um polímero capaz de armazenar e disponibilizar água de forma gradativa
 244 para as plantas. No entanto, assim como na pesquisa de Carvalho (2017), as doses de
 245 hidrogel não influenciaram o crescimento do tomateiro de forma significativa.

246 O diâmetro de caule (DC) apresentou resposta quadrática em função das doses de
 247 hidrogel, aos 63 DAT, sendo o maior DC estimado em 11,8 mm, com uma dose ótima
 248 de hidrogel de 5,83 g vaso⁻¹ (Figura 3).

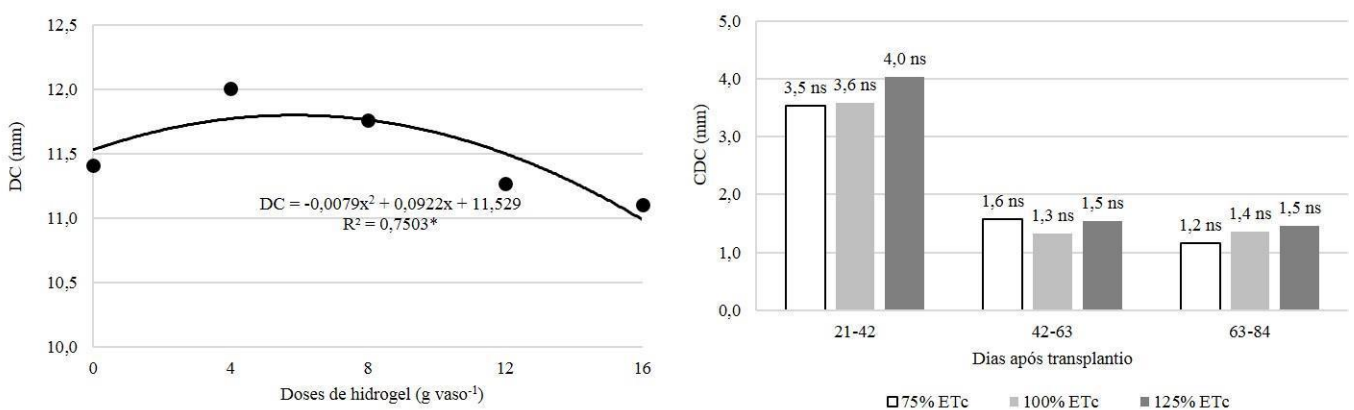


Figura 3. Diâmetro de caule (DC) aos 63 dias após transplantio em função de doses de hidrogel e crescimento do diâmetro de caule (CDC) do tomateiro BRS Nagai em função de lâminas de irrigação e fases de crescimento. Morrinhos - GO, 2018.

249 A fase de maior expansão do DC foi de 21 a 42 DAT, quando o DC aumentou em
250 58,7% (3,71 mm), enquanto nas fases de 42-63 DAT e 63-84 DAT, o crescimento foi de
251 apenas 1,48 e 1,32 mm, respectivamente. O rápido crescimento inicial é condizente com
252 a informação de Borges (2018), ao caracterizar o BRS Nagai como uma cultivar de
253 elevado crescimento inicial.

254 Não houve efeito significativo dos níveis de irrigação sobre o DC em nenhuma das
255 fases. Esse resultado contradiz ao obtido por Santana et al. (2010), que obtiveram maior
256 diâmetro de caule fazendo reposição de 100% da ETc, tendo o déficit e o excesso de
257 irrigação ocasionado redução no DC.

258 Com relação à temperatura foliar (TF), em nenhuma idade do tomateiro BRS Nagai
259 houve efeito significativo dos tratamentos, ficando a temperatura média foliar na faixa
260 de 18,2 a 25,4°C. Provavelmente, as medições de temperatura no horário da manhã e a
261 frequência diária das irrigações, associada à alta retenção de água do solo, tenham
262 contribuído para que não houvesse diferença significativa entre tratamentos na
263 temperatura das folhas.

264 Trentin et al. (2011), ao avaliar temperatura foliar sob diferentes potenciais mátricos
265 de água no substrato, observaram que, em estresse hídrico severo e alta radiação solar
266 global, a temperatura foliar foi 6,6°C superior à temperatura do ar. Entretanto, na
267 ausência de estresse hídrico e céu nublado, a diferença entre temperatura foliar e
268 temperatura do ar foi de -2,9°C. Segundo Fernandes et al. (2018), a temperatura ótima
269 para produção do tomateiro oscila entre 21 e 28°C durante o dia e entre 15 e 20°C
270 durante a noite, valores esses inferiores às altas temperaturas registradas, as quais
271 ocasionaram estresse hídrico e murchamento de plantas na fase inicial.

272 A temperatura foliar pode ser usada como indicador de déficit hídrico na planta.
273 Silva et al. (2015) verificaram diminuição da temperatura foliar da berinjela à medida

274 que aumentaram a lâmina de irrigação de 33 a 166% da ETc. A regulação da
 275 temperatura foliar depende da transpiração. Menores aberturas estomáticas acarretam
 276 menor transpiração e aumento da temperatura da folha (Silva et al., 2015).

277 A transpiração (E), a relação entre as concentrações interna e externa de CO₂
 278 (Ci/Ca), a eficiência no uso da água (EUA) e a condutância estomática (Gsw) não
 279 apresentaram significância em função das lâminas de irrigação e doses de hidrogel.
 280 Apenas houve interação significativa (p<0,05) de lâminas x doses de hidrogel, na
 281 fotossíntese, aos 65 DAT (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo das análises de variância da transpiração (E, mmol m⁻² s⁻¹), fotossíntese (A, μmol m⁻² s⁻¹), relação entre concentração de carbono interna e externa (Ci/Ca), eficiência no uso da água (EUA, μm(CO₂)/mm(H₂O)) e condutância estomática (Gsw, mol m⁻² s⁻¹) do tomateiro BRS Nagai, aos 65 e 85 dias após o transplante, em função de níveis de irrigação e doses de hidrogel.

Parâmetros avaliados	DAT	Fonte de variação				CV Lâmina (%)	CV Hidrogel (%)	Média geral
		Bloco	Lâmina (L)	Hidrogel (H)	L x H			
E	65	2,19 ns	1,66 ns	1,77 ns	1,45 ns	58,97	24,83	8,92
	85	2,67 ns	1,27 ns	0,20 ns	1,69 ns	49,11	37,18	6,49
A	65	0,89 ns	0,28 ns	1,47 ns	2,79 *	35,04	18,67	18,94
	85	2,58 ns	0,50 ns	0,53 ns	1,83 ns	33,73	33,57	14,48
Ci/Ca	65	1,795 ns	1,779 ns	1,008 ns	0,377 ns	19,34	8,66	0,805
	85	2,021 ns	1,909 ns	0,280 ns	1,265 ns	10,04	8,66	0,803
EUA	65	2,38 ns	4,46 ns	0,897 ns	0,478 ns	52,23	34,77	2,55
	85	2,27 ns	2,22 ns	0,43 ns	1,35 ns	42,57	34,88	2,49
Gsw	65	2,65 ns	1,89 ns	1,78 ns	1,72 ns	66,23	33,34	0,67
	85	3,05 ns	1,19 ns	0,22 ns	1,54 ns	55,35	47,24	0,45

ns - não significativo; * significativo a 5% de probabilidade; DAT - dias após transplante; CV - coeficiente de variação

282 Apesar de não significativa, houve tendência de a transpiração ser maior na lâmina
 283 de 125%, atingindo nesse manejo de irrigação 10,75 e 7,17 mmol m⁻² s⁻¹ aos 65 e 85
 284 DAT, respectivamente.

285 Aos 65 DAT, a maior taxa de fotossíntese foi obtida na lâmina de 100%, aplicando 4
 286 g vaso⁻¹ de hidrogel, enquanto nas demais doses de hidrogel, os níveis de irrigação não
 287 diferiram entre si (Figura 4). Em média, na dose de 12 g vaso⁻¹, foi obtida menor taxa de
 288 fotossíntese.

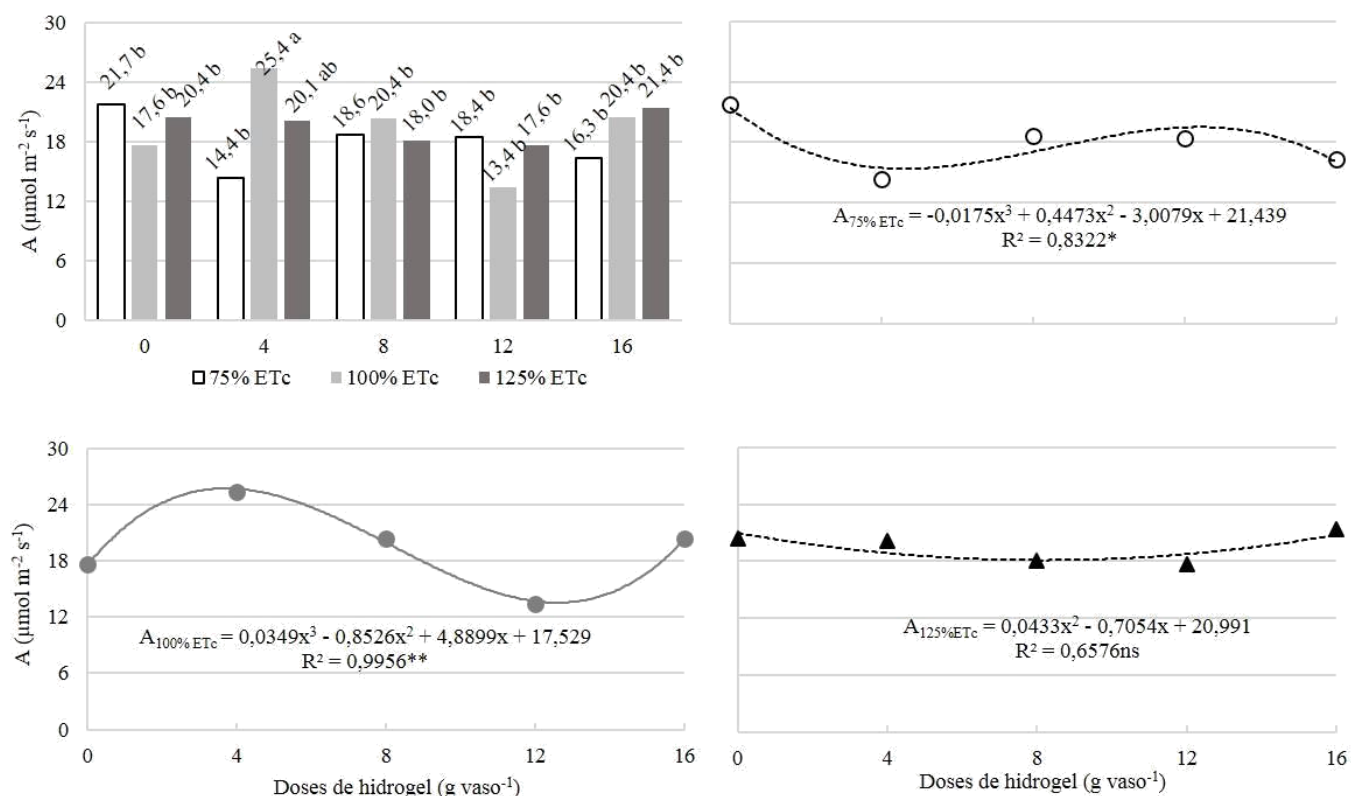


Figura 4. Fotossíntese (A , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) do tomateiro BRS Nagai, aos 65 dias após transplante, em função de lâminas de irrigação para cada dose de hidrogel e em função de doses de hidrogel nas lâminas de 75% (\circ), 100% (\bullet) e 125% (\blacktriangle) da ETc. Morrinhos - GO, 2018.

289 Os resultados de fotossíntese não são condizentes com aqueles encontrados por
 290 Silva et al. (2015). Esses autores, ao utilizarem cinco lâminas de irrigação (33, 66, 100,
 291 133 e 166% da ETc) na cultura da berinjela, verificaram que a taxa fotossintética
 292 aumentou com o acréscimo da lâmina de irrigação. Certamente que a diferença na
 293 fotossíntese entre as duas pesquisas se deve à diferença entre espécies e ao fato de
 294 Silva et al. (2015) terem utilizado déficits hídricos mais intensos, como o de 33% da
 295 ETc, em solo arenoso (77,37% de areia), enquanto neste trabalho, a diferença entre o
 296 menor e o maior nível de irrigação foi de apenas 50% da ETc, e o solo com hidrogel
 297 apresentava maior capacidade de retenção de água.

298 Comparando as doses de hidrogel em cada lâmina de irrigação, verifica-se, pelas
299 equações de regressão, que as maiores taxas fotossintéticas foram obtidas nas doses 0 e
300 4 g vaso⁻¹ nas lâminas de 75% e 100%, respectivamente, sendo estimados valores de
301 21,4 e 25,6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

302 A relação Ci/Ca, apesar de não significativa, apresenta valores acima de 0,7, que é a
303 taxa acima da qual pode estar relacionada com problemas de carboxilação ou fixação de
304 carbono. Os maiores valores de Ci/Ca foram observados em plantas irrigadas a 125% da
305 ETc, enquanto ao diminuir a lâmina até 75% a relação diminuiu, demonstrando
306 menores problemas de carboxilação. Quanto mais a relação Ci/Ca se aproximar de 1,0,
307 menos eficiente é a fixação de carbono (Guerra et al., 2017).

308 Conforme Taiz e Zeiger (2006), a concentração interna de CO₂ é importante porque a
309 produtividade de uma planta é função do produto da energia solar interceptada e do CO₂
310 fixado por unidade de tempo. Maiores concentrações de CO₂ no ar, com adequada
311 quantidade de luz e ausência de estresse com déficit hídrico, propiciam taxa
312 fotossintética mais elevada. Para Pimenta (2017), a elevada concentração de CO₂ no
313 ambiente influencia processos de expansão e divisão celular. Ocorre aumento no
314 alongamento das células do parênquima medular, além de aumento de vasos do xilema,
315 influenciando no crescimento das plantas.

316 Em geral, a alta concentração de carbono promove crescimento das plantas,
317 aumentando a taxa de fotossíntese e a eficiência do uso da água. Cerca de 12% de
318 crescimento da altura de plantas foi obtido por Sanches (2018) em alta concentração de
319 carbono atmosférico em comparação com concentrações normais de CO₂ no ambiente.

320 Eficiência no uso da água (EUA) é a quantidade de carbono assimilado por unidade
321 de água transpirada. Viol et al. (2018) verificaram que a EUA diminuiu com o aumento
322 das lâminas de irrigação. Em lâminas menores, obtiveram eficiência semelhante ao

323 analisar cinco lâminas de irrigação (40, 60, 100, 120 e 140% da evaporação em tanque
324 Classe A) e três frequências de irrigação (1, 2 e 3 vezes por dia) no tomateiro sweet
325 grape.

326 Resultado semelhante foi obtido por Santana et al. (2010) em estudo aplicando 70%,
327 100%, 130%, 160% e 190% da lâmina para elevar o solo à capacidade de campo.
328 Concluíram que menores lâminas de irrigação proporcionaram maior eficiência do uso
329 da água.

330 Em relação à condutância estomática (G_{sw}), maiores valores deste parâmetro foram
331 observados na maior lâmina. Processos fisiológicos da planta, como a abertura
332 estomática, são afetados pela deficiência hídrica. Similarmente a esta pesquisa,
333 Marques et al. (2009) verificaram que não houve diferença na transpiração,
334 condutância estomática e concentração interna de CO_2 em plantas de orégano,
335 cultivadas em sequeiro ou irrigadas a 25, 50, 75 e 100% da evaporação em
336 tanque Classe A. No entanto, as plantas sem irrigação apresentaram menores valores
337 de fotossíntese em relação aos tratamentos irrigados, em decorrência do estresse hídrico.

338 Maior condutância estomática e concentração de CO_2 propiciam incrementos na taxa
339 fotossintética, melhor eficiência no uso da água e fixação de CO_2 (C_i/C_a). Soares et al.
340 (2012) avaliaram taxa de assimilação de CO_2 , transpiração, condutância estomática,
341 concentração interna de CO_2 , eficiência no uso da água e eficiência instantânea da
342 carboxilação no tomateiro em quatro lâminas de irrigação: 60, 80, 100 e 120% da
343 evapotranspiração real. Na fase de floração, o tomateiro expressou variações nas trocas
344 gasosas e na eficiência instantânea da carboxilação em função das lâminas de irrigação.
345 A variável que apresentou maior sensibilidade à redução das lâminas foi a condutância
346 estomática. Maior concentração interna de CO_2 e eficiência no uso da água do tomateiro
347 foram observadas nas lâminas entre 80 e 90% da evapotranspiração real.

348

349

CONCLUSÕES

350

1. A lâmina de 125% propiciou maior altura de plantas e crescimento deste

351

parâmetro, sobretudo na fase 21 a 42 dias.

352

2. Nas condições experimentais, com irrigação diariamente, não é recomendável a

353

adição de hidrogel ao solo.

354

3. Entre as trocas gasosas, apenas a fotossíntese foi influenciada pelas doses de

355

hidrogel e lâminas de irrigação.

356

357

LITERATURA CITADA

358

Alves, D.K.M.; Manso, R.T.; Teixeira, M.B.; Cunha, F.N.; Soares, F.A.L.; Cabral Filho, F.R. Desenvolvimento do tomateiro irrigado com água residuária de suinocultura. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.11, n.6, p.1784-1796, 2017.

361

362

Borges, S.R.S. Alterações fisiológicas, bioquímicas e morfológicas durante a maturação de sementes híbridas de tomate. 2018. 145 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

365

366

Branco, R.B.F.; Santos, L.G.C.; Goto, R.; Ishimura, I.; Schljckmann, S.; Chiarati, C.S. Cultivo orgânico sequencial de hortaliças com dois sistemas de irrigação e duas coberturas de solo. Horticultura Brasileira, Brasília, v.28, n.1, p.75-80, 2010.

368

369

370

Carvalho, F.J. Efeito da adubação nitrogenada associada a gel hidrorretentor no tomateiro de mesa. 38 f. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Olericultura) - Instituto Federal Goiano, Morrinhos, 2017.

373

374

Félix, A.C.C.; Silva, F. de A.C. da; Guedes, I.M.R.; Lima, C.E.P.; Silva, J. da. Acúmulo e exportação de nutrientes pelo tomateiro BRS Nagai. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35, 2015, Natal. Anais... Natal: SBCE/Embrapa Solos, 2015. p. 1-4.

377

378

379

Fernandes, G.S.; Lima, E.A.; Chaves, D.V.; Vieira, J.D.M. Resposta do tomateiro „Sweet Heaven“ cultivado sob doses de bioestimulante à variação temporal dos elementos do clima em Bom Jesus, PI. Agrometeoros, Passo Fundo, v.26, n.1, p.267-274, 2018.

382

383

384

Ferreira, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

385

386

387 Guerra, A.M.N.M.; Costa, A.C.M.; Tavares, P.R.F. Atividade fotossintética e
388 produtividade de alface cultivada sob sombreamento. *Revista Agropecuária Técnica*,
389 Areia-PB, v. 38, n. 3, p. 125-132, 2017.
390
391 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da
392 produção agrícola. Rio de Janeiro, v.30, n.1, p.1-81, 2017. Disponível em
393 <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agr
394 icola_[mensal]/Fasciculo/2017/lspa_201701.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2019.
395
396 Lima, T.P.; Gomes Filho, R.R.; Cadore, R.; Freitas, D.S.; Carvalho, C.M.; Aguiar
397 Netto, A.O.A. Lâminas de irrigação e formas de adubação na produção de tomate de
398 mesa. *Revista Agropecuária Técnica*, Areia-PB, v. 38, n. 1, p. 18-25, 2017.
399
400 Marouelli, W.A; Medeiros, M.A.de; Souza, R.F.; Resende, F.V. Produção de tomateiro
401 orgânico irrigado por aspersão e gotejamento em cultivo solteiro e consorciado com
402 coentro. *Horticultura Brasileira*, v.29, n.3, p.429-434, 2011.
403
404 Marouelli, W.A.; Silva, W.L.C. Tomateiro para processamento industrial: irrigação e
405 fertirrigação por gotejamento. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2002. 32p. (Circular
406 Técnica 30).
407
408 Marques, P.A.A.; Bernardi Filho, L.B.; Santos, A.C.P. Crescimento, produção de óleo
409 essencial e trocas gasosas em orégano, influenciados por diferentes lâminas de
410 irrigação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.6, p. 1888-1892, 2009.
411
412 Marques, P.A.A.; Bastos, R.O. Use of different doses of hydrogel for sweet pepper
413 seedling production. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v.3, n.2, p.60-64, 2010.
414
415 Marques, P.A.A.; Cripal, M.A.; Martinez, E.H. Hidrogel como substituto da irrigação
416 complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. *Ciência Rural*, v.43, n.1, p.1-7,
417 2013.
418
419 Matos, R.M. de; Silva, P.F. da; Lima, S.C. de, Dantas Júnior, G.J.; Dantas Neto, J.
420 Adubação orgânica em substituição à fertilização química no tomate cereja sob
421 diferentes níveis de reposição da evapotranspiração. *Cadernos de Agroecologia*, v. 10,
422 n. 3, p. 1-5, 2015.
423
424 Matsuda, R.; Ahn, D.H.; Nakano, A.; Suzuki, K.; Takaichi, M. Leaf gas-exchange
425 characteristics of four Japanese and four Dutch tomato cultivars grown in a greenhouse.
426 *Scientia Horticulturae*, v.156, p.19-23. 2013.
427
428 Monte, J.A.; Carvalho, D.F.; Medici, L.O.; Silva, L.D.B.; Pimentel, C. Growth analysis
429 and yield of tomato crop under different irrigation depths. *Revista Brasileira de*
430 *Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.9, p.926-931, 2013.
431
432 Nguyen, T.; Fuentes, S.; Marschner, P. Effects of compost on water availability and gas
433 exchange in tomato during drought and recovery. *Plant Soil Environ.* p.495-502, 2012.
434

435 Pill, W.G.; Jacono, C.C. Effects of hydrogel incorporation in peat-lite on tomato growth
436 and water relations. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.15,
437 n.7, p.799-810, 1984.
438
439 Pimenta, T.M. Aspectos anatômicos e fisiológicos de plantas de tomate associados à
440 inibição da biossíntese de giberelinas e à elevada concentração de dióxido de carbono.
441 48 f. 2017. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de
442 Viçosa, Viçosa, 2017.
443
444 Sanches, R.F.E. Sazonalidade das relações hídricas, fotossíntese e do metabolismo de
445 carboidratos em resposta ao aumento na concentração atmosférica de CO₂ em *Coffea*
446 *arabica* L. 89 f. 2018. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) -
447 Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2018.
448
449 Santana, M.J. de; Vieira, T.A.; Barreto, A.C.; Cruz, O.C. da. Resposta do tomateiro
450 irrigado a níveis de reposição de água no solo. *Irriga*, Botucatu, v. 15, n. 4, p. 443-454,
451 2010.
452
453 Silva, M.C. de C.; Coelho, F.S.; Braun, H.; Fontes, P.C.R. Índice SPAD em função de
454 diferentes horários e posições no folíolo da batata sob fertilização nitrogenada. *Revista*
455 *Ciência Agrônômica*, v.42, n.4, p.971-977, 2011.
456
457 Silva, F.G.; Dutra, W.F.; Dutra, A.F.; Oliveira, I.M.; Filgueiras, L.M.B. Trocas gasosas
458 e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. *Revista*
459 *Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v. 19, n.10, p. 946-
460 952, 2015.
461
462 Soares, L.A. A.; Sousa, J.R.M.; Brito, M.E.B.; Andrade, E.M.G.; Silva, E.C.B.
463 Respostas fisiológicas do tomateiro na fase de floração sob estresse hídrico.
464 *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.8, p.51-55, 2012.
465
466 Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
467
468 Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p.174-219.
469
470 Trentin, R.; Zolnier, S.; Ribeiro, A.; Steidle, A. J. Transpiração e temperatura foliar da
471 cana-de-açúcar sob diferentes valores de tensão matricial. *Revista Brasileira de*
472 *Engenharia Agrícola e Ambiental*, Jaboticabal, v.31, n.6, p.1085-1095, 2011.
473
474 Trani, P.E.; Kariya, E.A.; Hanai, S.M.; Anbo, R. H.; Basseto Júnior, O. B.; Purquerio,
475 L. F. V.; Trani, A. L. *Calagem e adubação do tomate de mesa*. 1 ed. Campinas: Instituto
476 Agrônômico, 2015. v.1, 35p. (Boletim Técnico IAC, 215)
477
478 Viol, M.A.; Ferreira, E.D.; Carvalho, J.A.; Lima, E.M.; Rezende, F.C. Resposta do
479 tomate sweet grape cultivado em substrato comercial com diferentes lâminas e
480 frequências de irrigação. *Revista Engenharia na Agricultura*. Viçosa, v. 26, n. 03, p.269-
481 276, 2018.0
,0

4. CAPÍTULO II

1 **Produção e qualidade de frutos do tomateiro sob regimes hídricos e doses do** 2 **polímero hidrogel**

3 (Normas: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental)

4

5 RESUMO: Sistemas de irrigação por gotejamento otimizam o uso da água e podem ser
6 utilizados em associação com polímeros retentores de água. Este trabalho teve como
7 objetivo avaliar a produção e a qualidade de frutos do tomateiro BRS Nagai em função
8 de níveis de irrigação e doses de hidrogel. O experimento foi conduzido no Instituto
9 Federal Goiano, Campus Morrinhos. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso,
10 com três repetições, em parcelas subdivididas 3x5, sendo três níveis de irrigação (75,
11 100 e 125% da evapotranspiração da cultura – ETc) e cinco doses de hidrogel (0, 4, 8,
12 12 e 16 g vaso⁻¹, com 14,5 litros de solo) na subparcela. Cada subparcela foi constituída
13 de 6 plantas. Foram avaliados a produção de matéria seca de raízes (MSR) e da parte
14 aérea (MSPA), a relação MSR/MSPA, diâmetro do fruto, produtividade e rendimento
15 comercial, número de frutos por planta, número de frutos com podridão apical, sólidos
16 solúveis totais e pH do fruto. A irrigação a 125% da ETc propiciou maior produtividade
17 comercial. Houve interação significativa entre níveis de irrigação e doses de hidrogel
18 na massa seca da parte aérea e rendimento comercial, sendo necessário, no nível de 100
19 e 125% da ETc e na dose 4 g vaso⁻¹, menor número de frutos por quilo. A produtividade
20 e a qualidade de frutos não foram influenciados pelo polímero hidrogel.

21

22 **Palavras-chave:** irrigação por gotejamento, polímero hidrorretentor, *Lycopersicon*
23 *esculentum* Mill.

24

25 **Tomato plant production and quality under water systems and doses of hydrogel**
26 **polymer**

27

28 (Standards: Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering)

29

30 Abstract: Drip irrigation systems optimize water use and can be used in association with
31 water-holding polymers. This paper aimed to evaluate the production and quality of
32 BRS Nagai tomato considering the irrigation levels and hydrogel doses. This
33 experiment was carried out at the Goiano Federal Institute, Morrinhos Campus, Goiás
34 State, Brazil. The experiment was in randomized complete block design, three replicases,
35 3x5 split plots, three irrigation levels [crop evapotranspiration (ETc) 75, 100, and
36 125%], afive hydrogel doses (0, 4, 8, 12, and 16 g per plant) and 14.5 L of soil in the
37 subplot. Each subplot was composed of six plants. The root dry matter (RDM) and
38 aerial part dry matter (APDM), RDM/APDM ratio, fruit diameter, productivity and
39 commercial yield, number of fruit per plant, number of fruit affected by apical rotting,
40 total soluble solids, and fruit pH were evaluated. The irrigation at ETc level 125%
41 provided a higher commercial productivity. There was significant interaction at the
42 irrigation levels and hydrogel doses in the aerial part dry matter and commercial yield.
43 A lower number of fruit per kg was needed in the ETc levels 100 and 125% and in the
44 dose 4 g per plant, The fruit productivity and quality were not influenced by the
45 hydrogel polymer.

46

47 **Keywords:** *Lycopersicon esculentum* Mill., drip irrigation, water-holding polymer

48

49

INTRODUÇÃO

50 O tomateiro é uma das olerícolas mais difundidas mundialmente, podendo ser
51 consumido in natura ou utilizado na indústria de processamento como matéria-prima
52 para diversos produtos. A cultura é exigente em água, principalmente na fase de

53 floração e formação dos frutos. Para Santana et al. (2010), tanto o excesso quanto o
54 déficit hídrico podem interferir na qualidade dos frutos e na produtividade, uma vez que
55 a água constitui de 93% a 95% do fruto maduro (Santana et al., 2011).

56 A irrigação por gotejamento tem sido frequentemente utilizada na produção do
57 tomateiro de mesa por otimizar o uso dos recursos hídricos e fornecer água
58 diretamente ao sistema radicular, mas nem sempre os produtores fazem um manejo
59 adequado da irrigação. Consequentemente, surgem problemas com déficit hídrico ou
60 percolação profunda, aumentando os custos com água e energia (Lima et al., 2017).

61 Uma das alternativas de minimizar a percolação profunda são os polímeros
62 hidrorretentores por terem alta capacidade de retenção de água, aumentando a
63 disponibilidade hídrica às plantas. Isso minimiza problemas de deficiência hídrica,
64 principalmente em situações de baixa retenção de água no solo, como solos arenosos, ou
65 em longos períodos de estiagem (Marques et al., 2013)

66 O polímero hidrogel possibilita o uso mais eficiente da água pelas plantas, sendo
67 necessários estudos para aplicar doses mais adequadas, as quais dependem do tipo de
68 solo. Em pesquisa com a cultura do rabanete, Idrobo et al. (2010) verificaram que a
69 adição de 40 g de hidrogel hidratado em 130 g de solo arenoso aumentou a água
70 disponível em 8,75% em comparação com a dose de 30 g de hidrogel.

71 A produção de tomates de qualidade requer cuidados no manejo de água e nutrientes,
72 já que a deficiência hídrica no solo pode, além de influenciar no tamanho dos frutos,
73 ocasionar podridão apical, pela menor absorção de cálcio. O teor de sólidos solúveis é
74 uma das características mais importantes da matéria-prima. Açúcares e ácidos,
75 mensurados em forma de °brix, têm influência no rendimento dos frutos (Koetz et al.,
76 2010).

77 São escassos na literatura trabalhos sobre o uso de hidrogel associado à irrigação em
78 tomate. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a produção e a qualidade de
79 frutos do tomateiro BRS Nagai em função de regimes hídricos associados a doses de
80 hidrogel.

81

82

MATERIAL E MÉTODOS

83 O trabalho foi conduzido em estufa com cobertura plástica e laterais de tela
84 antiafídica, no Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, Goiás. O local está
85 situado nas coordenadas de 17°49'19" sul e 49°12'11" oeste, tendo, aproximadamente,
86 885 m de altitude. Segundo Köppen e Geiger, o clima na região é classificado como
87 Aw, tropical semiúmido, com verão chuvoso e inverno seco.

88 O experimento teve início em janeiro de 2018 e término em junho. A correção do
89 solo e a adubação de plantio foram feitas conforme análises químicas, visando a elevar
90 a saturação de bases a 80% (Trani et al., 2015). Foram aplicados por vaso: 22,9 g de
91 calcário dolomítico filler (PRNT = 97%); 4 g de nitrogênio (ureia 45% N); 53,33 g de
92 fósforo (Yoorin Master 16% P₂O₅); 17,33 g de potássio (cloreto de potássio 60% K₂O);
93 2,67 g de enxofre (enxofre ventilado 99% S); e 0,2 g de cobre (sulfato de cobre 25% Cu
94 + Yoorin Master 0,05% Cu). O hidrogel, o calcário e os fertilizantes foram pesados e
95 misturados ao solo por meio de tambor giratório de 200L.

96 As mudas da cv. „BRS Nagai“, de ciclo indeterminado, foram produzidas em viveiro,
97 utilizando o substrato comercial Bioflora®. O transplante foi feito aos 31 dias após
98 semeadura. Foram utilizados 270 vasos plásticos de 14,5 litros, com 33 cm de altura e
99 diâmetros de 29 cm na borda superior e 17 cm na base, perfurados e com manta
100 geotêxtil ao fundo, com o intuito de possibilitar drenagem da água, aeração no sistema
101 radicular e evitar vazamento de solo.

102 Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento, com gotejadores “on-line”,
103 autocompensantes, de vazão aproximadamente 8 L h^{-1} , os quais forneciam água para
104 duas plantas em linhas duplas, por meio de adaptadores de duas saídas, microtubos e
105 estacas gotejadoras. O espaçamento da cultura foi de 0,4 m entre plantas, de 0,6 m entre
106 linhas simples e de 1,3 m entre linhas duplas.

107 As irrigações foram feitas diariamente, quantificando os tempos de irrigação por
108 meio de dez lisímetros de pesagem, em balança eletrônica. A partir de 20 dias após o
109 transplântio (DAT), a irrigação continuou sendo feita diariamente, no entanto, num dia
110 sendo feita automaticamente por um controlador e no dia seguinte, manualmente,
111 tendo sido feita a pesagem dos lisímetros a cada dois dias para cálculo da
112 evapotranspiração real da cultura.

113 O experimento foi instalado no delineamento de blocos ao acaso, com três
114 repetições, em parcelas subdivididas, no esquema 3×5 , sendo três níveis de irrigação
115 (75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura – ETc) e cinco doses de hidrogel (0, 4,
116 8, 12 e 16 g vaso^{-1}) nas subparcelas. Cada subparcela foi constituída de 6 plantas, sendo
117 avaliadas três plantas representativas da subparcela.

118 As plantas foram tutoradas por esticadores de eucalipto tratado e arame liso a 2,2 m
119 de altura. A determinação da umidade na capacidade de campo foi feita por meio de
120 vasos extras com solo e doses de hidrogel, imersos num reservatório com lâmina d'água
121 até a saturação completa por capilaridade. Em seguida, os vasos foram lacrados na
122 borda superior, com lona plástica, e colocados em bancada para drenagem. Finalizada a
123 drenagem, foram coletadas amostras de solo para determinação da umidade na
124 capacidade de campo.

125 A evapotranspiração real da cultura foi determinada pela equação:

126

127
$$ETc = \frac{Va}{A \cdot TR} \therefore ETc = \frac{Ma}{\rho_a \cdot \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) \cdot TR} \quad (1)$$

128 em que:

129 Va - volume de água evapotranspirado (L) entre duas irrigações consecutivas;

130 TR - turno de rega (dia);

131 A - área (m²) da superfície do solo nos vasos, com evaporação para a atmosfera;

132 Ma - massa de água evapotranspirada (kg) entre duas irrigações consecutivas;

133 ρ_a - massa específica da água (ρ_a ≈ 1,0 kg L⁻¹); e

134 D - diâmetro molhado na borda superior do vaso, ao nível do solo (D = 0,29 m)

135

136 A massa de água evapotranspirada (Ma) e o tempo de irrigação foram determinados

137 conforme as equações 2 e 3:

138
$$Ma = M_{\theta cc} - (M_{\theta atual} - Ms) \quad (2)$$

139 em que:

140 M_{θcc} - massa do vaso + solo na umidade de capacidade de campo (kg);

141 M_{θatual} - massa do vaso + solo no momento de irrigar + tomateiro (kg); e

142 Ms - massa de matéria seca acumulada (kg) pelas plantas ao longo do tempo,

143 considerando Ms = 650 g planta⁻¹, no final do ciclo da cv. BRS Nagai (Félix et al.,

144 2015).

145

146
$$Ti = \frac{60 \cdot (ETc \cdot TR \cdot A \cdot N)}{q_{planta}} \quad (3)$$

147 em que:

148 Ti - tempo de irrigação por posição (min);

149 TR - turno de rega (dia);

150 A - área molhada nos vasos (m²);
151 N - nível de irrigação, em decimal; e
152 q_{planta} - vazão de irrigação recebida por planta (L h⁻¹).

153

154 As adubações de cobertura foram aplicadas via fertirrigação, conforme Trani et al.
155 (2015). Foram feitos vários tratos culturais e técnicas recomendadas para o cultivo do
156 tomateiro de mesa, como desbrota, tutoramento e controle de pragas e doenças.

157 Foram feitas seis colheitas, aos 71, 79, 92, 108, 126, e 148 dias após o transplântio
158 (DAT). Foram avaliados os seguintes parâmetros: massa seca de raízes (MSR, g planta⁻¹)
159 ¹), massa seca da parte aérea (MSPA, g planta⁻¹) e relação MSR/MSPA, no final do
160 ciclo, aos 150 DAT; diâmetro transversal e longitudinal do fruto (cm); produtividade
161 comercial (t ha⁻¹), considerando população de 26315 plantas ha⁻¹; rendimento comercial
162 (frutos kg⁻¹); número de frutos por planta; número de frutos com podridão apical (frutos
163 planta⁻¹) aos 57 e 114 DAT; sólidos solúveis totais (° brix); e pH do fruto.

164 Os parâmetros que apresentaram significância (p<0,05) tiveram os níveis de
165 irrigação comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, enquanto as
166 doses de hidrogel foram comparadas por equação de regressão. Foi utilizado o software
167 Sisvar nas análises estatísticas (Ferreira, 2011).

168

169 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

170

171 As análises de variância, Tabela 3, indicam efeito significativo (p<0,01) dos níveis
172 de irrigação na massa seca da parte aérea (MSPA) e no rendimento comercial (RC) e
173 significância (p<0,05) na produtividade comercial (PC) e no número de frutos com
174 podridão apical (NFPA) aos 57 DAT. A adição de hidrogel ao solo influenciou a

175 MSPA ($p < 0,01$) e o RC ($p < 0,05$). Houve interação significativa entre níveis de
 176 irrigação e doses de hidrogel na MSPA e RC.

Tabela 3. Resumo das análises de variância da massa seca de raízes (MSR, g planta⁻¹), massa seca da parte aérea (MSPA, g planta⁻¹), relação entre matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA), diâmetro transversal (DTF, cm) e longitudinal do fruto (DLF, cm), produtividade comercial (PC, t ha⁻¹), rendimento comercial (RC, frutos kg⁻¹), número de frutos por planta (NFP), número de frutos com podridão apical (NFPA, frutos planta⁻¹), massa de frutos com podridão apical (MFPA, g planta⁻¹), aos 57 e 114 DAT, sólidos solúveis totais (SST, °brix) e pH do fruto do tomateiro BRS Nagai, em função de níveis de irrigação e doses de hidrogel. Morrinhos - GO, 2018.

Parâmetros avaliados	DAT	Fonte de variação				CV Lâmina (%)	CV Hidrogel (%)	Média ger
		Bloco	Irrigação (I)	Hidrogel (H)	I x H			
MSR		0,237 ns	4,31 ns	1,01 ns	1,49 ns	24,22	35,35	58,80
MSPA	150	0,00 ns	132,2**	27,59 **	9,91**	4,94	9,73	215,07
MSR/MSPA		0,70 ns	6,15 ns	1,8 ns	1,4 ns	22,58	31,02	0,28
DTF	-	1,43 ns	0,29 ns	0,62 ns	0,49 ns	21,46	23,61	3,69
DLF	-	3,78 ns	1,21 ns	0,31 ns	0,75 ns	16,42	24,10	5,22
PC		6,964 *	7,354*	0,733 ns	1,12 ns	24,12	27,07	46,29
RC	-	9,68*	20,97**	3,96*	2,89*	15,12	14,89	15,76
NFP		1,43 ns	0,38 ns	0,21 ns	0,63 ns	27,46	17,18	25,89
NFPA	57	0,088 ns	11,605*	1,655 ns	0,576 ns	50,16	80,05	1,17
	114	0,960 ns	2,578 ns	0,308 ns	0,490 ns	135,56	115,81	0,67
MFPA	57	0,00 ns	1,760 ns	0,938 ns	0,252 ns	77,31	78,77	42,13
	114	0,647 ns	1,024 ns	0,529 ns	0,475 ns	121,95	131,42	31,35
SST		2,589 ns	2,976 ns	1,094 ns	1,173ns	7,84	7,54	4,80
pH	-	1,138 ns	4,519 ns	1,018 ns	2,135 ns	0,44	0,59	5,61

DTF, DLF, SST e pH são valores médios de 2 colheitas; PC, RC e NFP se referem a um total de 6 colheitas; * Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade; ns - Não significativo

177 Com relação à massa seca da parte aérea (MSPA), os níveis de irrigação diferiram
 178 entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) nas doses de 8, 12 e 16 g vaso⁻¹ de hidrogel.
 179 Utilizando 8 e 12 g vaso⁻¹, a reposição de 75% da ETc propiciou maior MSPA,
 180 enquanto na dose de 16 g vaso⁻¹ de hidrogel, o nível de 125% da ETc foi superior
 181 (Figura 5A).

182 Analisando as doses de hidrogel, maiores valores de MSPA foram estimados com as
 183 doses de 8,87 e 14,99 g vaso⁻¹ nos níveis de irrigação de 75 e 125% ETc, sendo
 184 estimada MSPA de 274,7 e de 284,7 g planta⁻¹, respectivamente. Todavia, na reposição
 185 de 100% da ETc, a adição de hidrogel ao solo não apresentou resultados promissores,
 186 Figuras 5B a 5D, possivelmente pelo fato de o tratamento 100% da ETc apresentar alta

187 carga de frutos e maiores brotações (brotos ladrões) no momento das desbrotas e eles
 188 não terem sido considerados na MSPA.

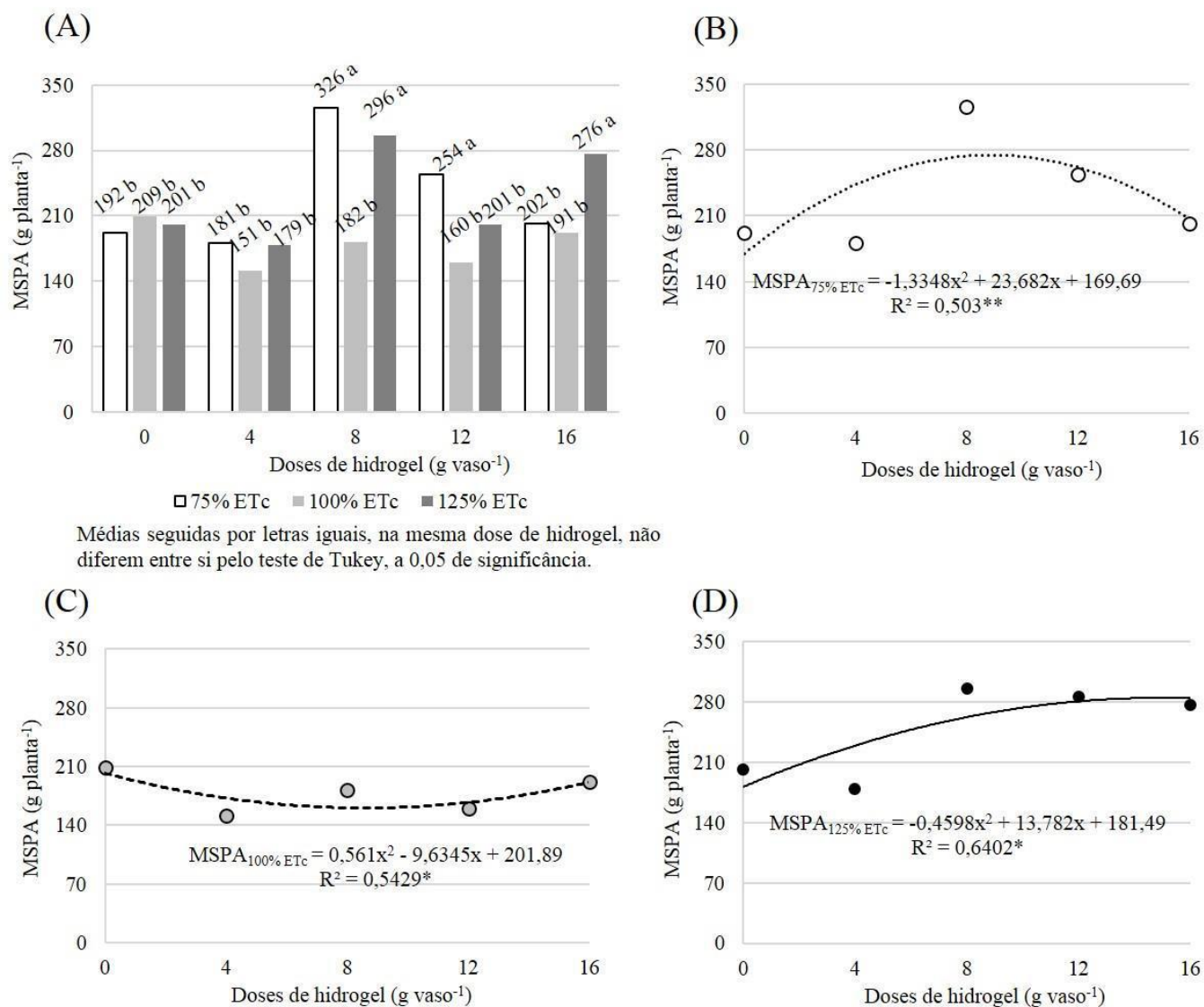


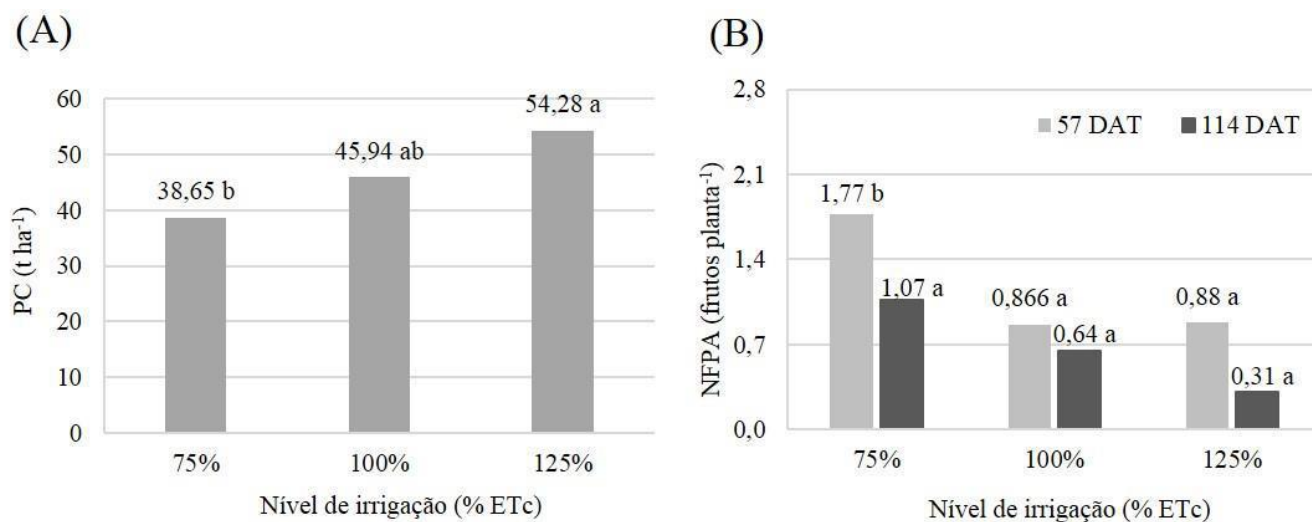
Figura 5. Massa seca da parte aérea (MSPA) do tomateiro BRS Nagai, aos 150 DAT, em função de níveis de irrigação em cada dose de hidrogel (A), e equações de regressão da MSPA em função de doses de hidrogel em cada nível de irrigação (B, C e D). Morrinhos - GO, 2018.

189 Ao contrário deste trabalho, Aragão et al. (2011) mostraram que não houve efeito
 190 significativo da irrigação na massa seca da parte aérea do pimentão ao avaliar quatro
 191 níveis de irrigação (50, 75, 100 e 125% da evaporação em tanque Classe A) associados

192 a doses de nitrogênio. Observaram que, independentemente da lâmina aplicada, os
193 maiores índices de massa seca coincidiram com os maiores níveis de N.

194 Com relação à produtividade comercial, independentemente da utilização de
195 hidrogel, a lâmina de 125% da ETc propiciou melhor resultado, Figura 6A, apesar de
196 não diferir estatisticamente da lâmina de irrigação equivalente a 100% da ETc. A
197 produtividade no maior nível de irrigação foi 40,4% superior ao manejo de 75% da ETc.
198 Em média, a produção do híbrido BRS Nagai neste experimento foi de 1,759 kg planta⁻¹.
199 1.

200 Nas avaliações de número de frutos com podridão apical (NFPA), no tratamento de
201 déficit hídrico (75% ETc) houve maior incidência de frutos com podridão apical, aos 57
202 DAT (Figura 6B). Isso pode ser justificado pela relação entre restrição hídrica e
203 absorção deficiente de cálcio.



Médias seguidas por letras iguais, para um mesmo parâmetro, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

Figura 6. Produtividade comercial (PC) e número de frutos com podridão apical (NFPA) do tomateiro BRS Nagai em função de níveis de irrigação (% ETc). Morrinhos - GO, 2018.

204 A lâmina ótima de 125% da ETc é condizente com aquela obtida por Santana et al.

205 (2010). Em trabalho sobre diferentes níveis de irrigação na cultura do tomateiro, esses

206 autores obtiveram produtividade de $72,63 \text{ t ha}^{-1}$ com uma lâmina ótima de 581,4 mm,
207 ou aproximadamente 130% da lâmina para elevar a umidade do solo à capacidade de
208 campo. Valeriano et al. (2017) também constataram que tanto o excesso como o déficit
209 hídrico afetam a produtividade. Apesar de terem utilizado o espaçamento de 0,75 m x
210 1,0 m, que resulta em menor população de plantas por hectare, em relação a este
211 trabalho, a diferença de produtividade pode ter ocorrido em razão da cultivar utilizada,
212 da altura de tutoramento e das condições de fertilidade do solo.

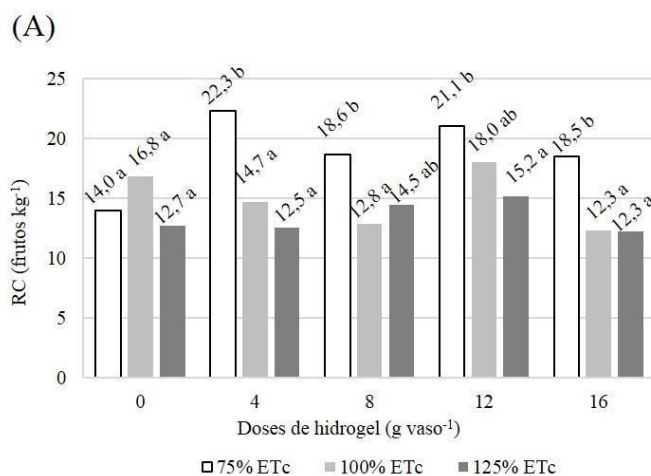
213 A podridão apical é resultante da deficiência de cálcio e pode ocasionar perdas de até
214 70% da produção. Balate et al. (2018) reduziram a incidência de podridão apical em até
215 86%, aumentando a concentração de cálcio em plantas sob déficit hídrico, pela
216 aplicação de ácido abscísico via foliar. Segundo Marouelli & Silva (2006), além do
217 suprimento hídrico, fornecer a quantidade adequada de cálcio é fundamental após o
218 início da floração, seja via foliar ou via fertirrigação, por meio de fontes solúveis em
219 água. Isso justifica o menor índice de podridão apical aos 114 DAT, após aplicações de
220 cálcio, não sendo presenciada diferença entre os níveis de irrigação a 75, 100 e 125%
221 da ETc.

222 Os parâmetros número de frutos por planta (NFP) e diâmetros transversal e
223 longitudinal do fruto não significativos neste trabalho divergem dos resultados da
224 literatura. Santana et al. (2010) verificaram que o nível de irrigação a 100%
225 proporcionou maior quantidade de frutos por planta. Santiago et al. (2018), utilizando
226 lâminas de 140, 160, 180 e 200% da evapotranspiração de referência, obtiveram, na
227 lâmina de 200%, maior diâmetro de fruto. Por outro lado, Koetz et al. (2010), utilizando
228 lâminas de 50, 75, 100 e 125% da umidade na capacidade de campo, no tomateiro
229 industrial, não obtiveram diferença no comprimento do fruto, enquanto o diâmetro
230 aumentou linearmente com o acréscimo das lâminas de irrigação. Isso indica que o

231 diâmetro do fruto é função tanto da disponibilidade de água, quanto da cultivar de
 232 tomateiro.

233 Em média, a menor lâmina de irrigação proporcionou o pior rendimento comercial,
 234 Figura 7A, necessitando, em média, de maior número de frutos (18,9 frutos) para obter
 235 1,0 kg de tomate comercial. A interação dos níveis de irrigação em cada dose de
 236 hidrogel indica que, nas doses de 4, 8, 12 e 16 g vaso⁻¹, melhores resultados foram
 237 obtidos com reposição de 100 e 125% da ETc, sendo necessária menor quantidade de
 238 frutos por quilo.

239 Comparando doses de hidrogel, Figura 7B, estimou-se, pela equação quadrática,
 240 maior número de frutos kg⁻¹, com a dose de 9,37 g vaso⁻¹, na reposição de 75% da ETc,
 241 sendo necessários 21,27 frutos kg⁻¹. Nos demais níveis de irrigação, 100 e 125% da
 242 ETc, os melhores resultados foram obtidos com doses de hidrogel entre 2 e 5 g vaso⁻¹,
 243 sendo necessários de 12 a 14 frutos kg⁻¹. Esses dados indicam hipoteticamente que a alta
 244 retenção de água nas doses de hidrogel maiores que 4 g vaso⁻¹ faz com que seja
 245 necessário maior número de frutos por kg⁻¹, sendo necessárias outras pesquisas sobre
 246 esse polímero.



Médias seguidas por letras iguais, na mesma dose de hidrogel, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância.

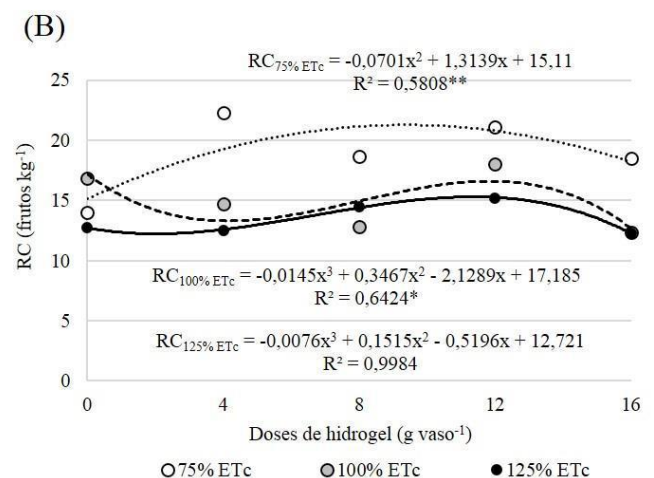


Figura 7. Rendimento comercial (RC) do tomateiro BRS Nagai em função de níveis de irrigação em cada dose de hidrogel (A) e equações de regressão do RC em função de doses de hidrogel em cada nível de irrigação (B). Morrinhos - GO, 2018.

247 Com relação aos parâmetros de qualidade do fruto, não houve diferença estatística
248 entre níveis de irrigação e teor de sólidos solúveis totais, na média de duas avaliações
249 de frutos de tomate. Os valores médios observados foram de 4,98, 4,77 e 4,75 °brix nos
250 níveis de irrigação de 75, 100 e 125% da ETc, respectivamente. Apenas houve
251 tendência de maior concentração de sólidos solúveis em frutos provenientes de menor
252 quantidade de irrigação. Esses dados são inferiores aos obtidos por Koetz et al. (2010)
253 em estudo sobre lâminas de irrigação por gotejamento na cultura do tomate, em que a
254 lâmina de 50% apresentou frutos com 6,57 °brix, enquanto na irrigação a 125%, os
255 frutos apresentaram 6,0 °brix.

256 Não houve efeito significativo da irrigação e do uso de hidrogel no pH do fruto,
257 sendo o valor médio de 5,61, considerando a média de duas colheitas. Esse valor é
258 superior ao encontrado por Ferreira et al. (2010), que, em experimento sobre qualidade
259 pós-colheita de tomate de mesa, obtiveram pH variando de 4,24 a 4,52. Variações no
260 pH se devem sobretudo ao grau de maturação do fruto, sendo maiores os valores lidos
261 no peagâmetro na colheita em que os frutos estavam mais maduros.

262

263

CONCLUSÕES

264 1. A lâmina de 125% propiciou maior produção comercial de frutos do
265 tomateiro BRS Nagai.

266 2. Os níveis de irrigação e doses de hidrogel influenciaram na massa seca da
267 parte aérea, porém não tiveram efeito significativo sobre a massa seca de
268 raízes.

269 3. A produtividade comercial e a qualidade dos frutos do tomateiro BRS Nagai
270 não foram influenciadas pelo polímero hidrogel.

271 4. O déficit hídrico, reposição de 75% da ETc, proporcionou pior resultado de
272 rendimento comercial.

273

274

AGRADECIMENTOS

275 À Fapeg, pela bolsa de estudos, e ao Instituto Federal Goiano, pelo apoio.

276

277

LITERATURA CITADA

278 Aragão, V.F.; Fernandes, P.D.; Gomes Filho, R.R.; Santos Neto, A.M.; Carvalho, C.M.;
279 Feitosa, H.O. Efeito de diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio na fase
280 vegetativa do pimentão em ambiente protegido. Revista Brasileira de Agricultura
281 Irrigada, v.5, n.4, p.361-375, 2011.

282

283 Balate, C.A.; Souza, D.C.; Resende, L.V.; Freitas, S.T. Effect of abscisic acid on the
284 calcium content for controlling blossom-end rot in tomato under water stress. Pesquisa
285 Agropecuária Tropical, Goiânia, v.48, n.4, p.414-419, 2018.

286

287 Félix, A.C.C.; Silva, F. de A.C. da; Guedes, I.M.R.; Lima, C.E.P.; Silva, J. da. Acúmulo
288 e exportação de nutrientes pelo tomateiro BRS Nagai. In: CONGRESSO BRASILEIRO
289 DE CIÊNCIA DO SOLO, 35, 2015, Natal. Anais... Natal: SBCS/Embrapa Solos, 2015.
290 p.1-4.

291

292 Ferreira, S.M.R.; Quadros, D.A.; Karkle, E.N.L.; Lima, J.J.; Tullio, L.T.; Freitas, R.J.S.
293 Qualidade pós-colheita do tomate de mesa convencional e orgânico. Ciência Tecnologia
294 Alimentos, Campinas, v.30, p.858-864, 2010.

295

296 Ferreira, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia,
297 v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

298

299 Idrobo, H.J.; Rodriguez, A. M.; Ortíz, J. E. D. Comportamiento del hidrogel en suelos
300 arenosos. Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, p.33-37,
301 2010.

302

303 Koetz, M.; Masca, M.G.C.C.; Carneiro, L. C.; Ragagnin, V.A.; Sena Júnior, D.G.;
304 Gomes Filho, R.R. Caracterização agrônômica e brix em frutos de tomate industrial sob
305 irrigação por gotejamento no sudoeste de Goiás. Revista Brasileira de Agricultura
306 Irrigada, Fortaleza, v.4, n.1, p.14-22, 2010.

307

308 Lima, T.P.; Gomes Filho, R.R.; Cadore, R.; Freitas, D.S.; Carvalho, C.M.; Aguiar
309 Netto, A. O. Lâminas de irrigação e formas de adubação na produção de tomate de
310 mesa. Revista Agropecuária Técnica, Areia-PB, v.38, n.1, p.18-25, 2017.
311
312 Marouelli, W.A.; Silva, W.L.C. Irrigação por gotejamento do tomateiro industrial
313 durante o estágio de frutificação, na região de Cerrado. Horticultura Brasileira, Brasília,
314 v.24, n.3, p.342-346, 2006.
315
316 Marques, P.A.A.; Cripa, M.A.M.; Martinez, E.H. Hidrogel como substituto da irrigação
317 complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. Ciência Rural, Santa Maria,
318 v.43, n.1, p.1-7, 2013.
319
320 Santana, M.J.; Vieira, T.A.; Barreto, A.C.; Cruz, O.C. Resposta do tomateiro irrigado a
321 níveis de reposição de água no solo. Irriga, Botucatu, v.15, n.4, p.443-454, 2010.
322
323 Santana, M.J.; Pereira, U.C.; Beirigo, J.D.C.; Souza, S.S. de; Campos, T.M.; Vieira,
324 T.A. Coeficientes de cultura para o tomateiro irrigado. Revista Brasileira de Irrigação e
325 Drenagem, Botucatu, v.16, n.1, p.11-20, 2011.
326
327 Santiago, E.J.P.; Oliveira, G.M.; Leitão, M.M.V.B.R.; Rocha, R.C.; Pereira, A.V.A.
328 Características de rendimento de tomate cereja cultivado com e sem tela de
329 sombreamento e diferentes lâminas de irrigação. Pesquisa Agropecuária Tropical,
330 Goiânia, v.48, n.4, p.374-381, 2018.
331
332 Silva, V.L.; Oliveira, A.C.; Farias, G.A.; Silva, W.V.; Silva, L.P. Doses de NPK em
333 tomateiro cv. Marmande e seu desempenho a campo no Cerrado. Revista de Agricultura
334 Neotropical, Cassilândia-MS, v.5, n.1, p.54-59, 2018.
335
336 Trani, P.E.; Kariya, E.A.; Hanai, S.M.; Anbo, R. H.; Basseto Júnior, O. B.; Purquerio,
337 L. F. V.; Trani, A. L. Calagem e adubação do tomate de mesa. 1 ed. Campinas: Instituto
338 Agrônômico, 2015. v.1, 35p. (Boletim Técnico IAC, 215)
339
340 Valeriano, T.T.B.; Santana, M.J.; Souza, S.S. de; Pereira, U.C.; Campos, T.M. Lâmina
341 ótima econômica para o tomateiro irrigado cv. Andreia em ambiente protegido. Revista
342 Inova Ciência & Tecnologia, Uberaba, v.3, n.2, p.13-19, 2017.

CONCLUSÃO GERAL

O nível de irrigação equivalente a 125% da ETc propiciou maior desenvolvimento da altura de plantas e, conseqüentemente, maior produção comercial de frutos do tomateiro BRS Nagai.

Entre as trocas gasosas, apenas a fotossíntese foi influenciada pelos níveis de irrigação e doses de hidrogel.

Nas condições de ambiente e turno de rega utilizados, a adição de hidrogel não propicia incrementos no desenvolvimento, produção e qualidade de frutos do tomateiro.

ANEXOS



Figura 1. Balança de precisão utilizada em pesagens de doses de hidrogel e fertilizantes.



Figura 2. Vasos distribuídos em blocos, parcelas e subparcelas, após casualização dos tratamentos



Figura 3. Filtro de discos e injetor Venturi utilizados na fertirrigação.



Figura 4. Vista interna da casa de vegetação após alinhamento de vasos e instalação de sistema por gotejamento.

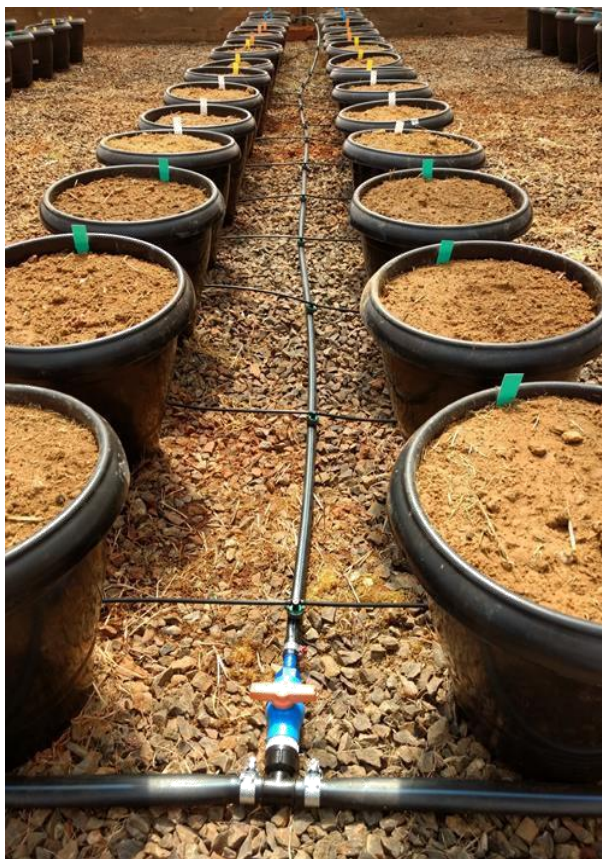


Figura 5. Linha lateral de sistema por gotejamento para cultivo de tomateiro em linhas duplas.



Figura 6. Plantas de tomateiro BRS Nagai aos 7 dias após transplântio.



Figura 7. Tutoramento com fitilho de plantas de tomateiro BRS Nagai aos 24 dias após transplântio.



Figura 8. Plantas de tomateiro BRS Nagai aos 45 dias após transplântio.



Figura 9. Frutos de tomateiro BRS Nagai aos 82 dias após transplântio.



Figura 10. Plantas de tomateiro BRS Nagai aos 92 dias após transplântio.



Figura 11. Plantas de tomateiro BRS Nagai aos 112 dias após transplântio.



Figura 12. Avaliação de trocas gasosas, utilizando o IRGA (*Infra-Red Gas Analysis*), aos 71 dias após transplântio.



Figura 13. Amostras de suco de frutos de tomate para determinação do teor de sólidos solúveis totais (°brix).



Figura 24. Avaliação do diâmetro longitudinal do fruto, utilizando paquímetro digital.