UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
ENGENHARIA AGRÍCOLA

DISCIPLINA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO II
Linha de pesquisa: Engenharia de Água, solo e meio ambiente

DIFERENTES LÂMINAS DE REPOSIÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO NO CULTIVO DO TOMATE EM AMBIENTE PROTEGIDO

CARLA BALDISSERA

ERECHIM
2015

UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
ENGENHARIA AGRÍCOLA

DIFERENTES LÂMINAS DE REPOSIÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO NO CULTIVO DO TOMATE EM AMBIENTE PROTEGIDO

Carla Baldissera

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Departamento de Ciências Agrárias na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus de Erechim, como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Graduação II.

ERECHIM
2015

CARLA BALDISSERA

DIFERENTES LÂMINAS DE REPOSIÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO NO CULTIVO DO TOMATE EM AMBIENTE PROTEGIDO

Orientadora: Prof.ª Drª. Orientadora: Raquel Paula Lorensi.

Banca examinadora:

Profª. Dra. Raquel Paula Lorensi
Engenheira Agrícola
URI - Erechim

Prof: Esp. Julio Cesar Brancher
Engenheiro Agrônomo
URI - Erechim

Prof. Msc. Jeferson Cunha da Rocha
Engenheiro Agrícola
URI - Erechim

ERECHIM

2015

Dedico este trabalho primeiramente à Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia que me ilumina e iluminou nesta caminhada; A minha família, meu esposo Alessandre que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades; A meus pais, Leonildo e Teresinha e minhas irmãs, pois sem eles eu não teria forças para seguir essa longa jornada; Agradeço também aos meus professores que me ajudaram na conclusão deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pois o que seria de mim sem a fé que eu tenho nele;

À Prof.ª. Drª. Raquel Paula Lorensi, pela oportunidade da orientação, apoio, confiança e dedicação à elaboração deste trabalho;

Aos estagiários Patrick Wiliam Sostisso Menegatti, Ricardo Santolin e Talis Claiton Malacarne, pela dedicação e condução durante todo o período do experimento.

À os Professores Paulo Sérgio Gomes da Rocha, pela ajuda no tratamento do experimento e Adriana Paula Contreiras pela orientação do trabalho.

À todos os professores que me proporcionaram o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional e pessoal;

À esta Universidade, seu Corpo Docente, Direção e Administração, pela oportunidade de fazer o Curso de Engenharia Agrícola;

Meus agradecimentos aos meus Familiares, Amigos e Colegas que fizeram parte da minha formação e que continuarão presentes em minha vida com certeza;

À todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

Meu muito obrigada!

RESUMO

A cultura do tomate apresenta-se com uma crescente demanda de mercado, e com isso sua produção é estimulada. Sabe-se que o tomateiro é exigente em água, porém este é um recurso limitado, necessitando de um manejo que resulte em maior produção com melhor aproveitamento dos recursos hídricos. Objetivou-se neste estudo avaliar os efeitos de diferentes lâminas de reposição da evapotranspiração da cultura do tomate na produção e na eficiência do uso da água. O estudo foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Universidade Regional e Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus II, Erechim, RS, utilizando quatro lâminas de reposição da evapotranspiração da cultura (40, 60, 80 e 100%, ETc). O experimento foi conduzido por 97 dias, utilizando a cultivar do tomate Gaúcho. Para a análise estatística utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC). A irrigação localizada foi realizada por meio de gotejadores com vazão de 2 $L.h^{-1}$. O coeficiente do tanque classe A adotado, (Kp) foi de 1. Avaliaram-se, neste estudo, aspectos como altura e internódio da planta, diâmetro do caule, quantidade de flores e frutos, bem como a produção e eficiência no uso da água. Dentre as variáveis analisadas, apenas o número de frutos e a quantidade de água utilizada *versus* produção total, obtiveram diferença significativa. O número de frutos, produção total e a eficiência no uso da água, foram maiores com as plantas sob reposição de 60% da ETc. Considera-se pelos resultados obtidos que o tomate Gaúcho pode ser cultivado com fornecimento de água de 60% da ETc.

Palavras-chave: Recursos hídricos. Casa de vegetação. Irrigação localizada. Tanque classe A.

ABSTRACT

Cultivation of tomato presents with a growing market demand, and thus its production is stimulated. It is known that the tomato is demanding in water, however this is a limited resource, requiring a management that results in higher production with better use of water resources. The aim of this study was to evaluate the effects of different blades replacement tomato crop evapotranspiration in the production and efficiency of water use. The study was conducted in a greenhouse belonging to the Regional University and Integrated High Uruguay and Missions - Campus II, Erechim, RS, using four blades replacement of crop evapotranspiration (40, 60, 80 and 100% ETc). The experiment was conducted for 97 days using to cultivate the Gaucho tomatoes. For statistical analysis, we used the completely randomized design (CRD). The localized irrigation was performed by means of emitters with a flow of 2 h-1. The coefficient of class A pan adopted, (Kp) was 1. It was assessed in this study, aspects such as height and internode plant, stem diameter, number of flowers and fruits, as well as production and efficiency in water use. Among the variables analyzed, only the number of fruits and the amount of water used versus total output had significant difference. The number of fruits, total production and efficiency in water use were higher with plants in replacement of 60% of the ETC. It is considered that the results obtained can be cultivated tomato Gaucho water supply with 60% etc.

Keywords: Water resources. Greenhouse. Drip irrigation. Tank Class A.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Irrigação localizada por gotejamento.....19
Figura 2 - Área experimental..... 20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Defensivos utilizados no tratamento da cultura do tomateiro.....22
Tabela 2 - Fertilizantes utilizados na cultura do tomateiro.....23
Tabela 3 - Altura das plantas da cultivar Gaúcho durante o experimento..... 24
Tabela 4 - Diâmetro do caule da cultivar Gaúcho durante o experimento.....25
Tabela 5 - Internódio da planta da cultivar Gaúcho durante o experimento..... 25
Tabela 6 - Produção dos frutos da cultivar Gaúcho durante o experimento.....25
Tabela 7 - Número de flores da cultivar Gaúcho durante o experimento.....25
Tabela 8 - Número de frutos da cultivar Gaúcho durante o experimento.....26
Tabela 9 - Volume de água em relação a produção total da cultivar Gaúcho.....26

LISTA DE ABREVIATURAS

ETo	evapotranspiração de referência;	mm d^{-1};
Ev	evapotranspiração do Tanque classe A;	mm d^{-1};
Kc	coeficiente da cultura do tomateiro;	adm
Kp	coeficiente do tanque;	mm/dia
ETc	evapotranspiração da cultura;	mm d^{-1};
Ti	tempo de irrigação;	min;
ETo	evapotranspiração de referência;	mm d^{-1};
A	área em m² de um emissor;	m^2;
60	conversão;	h/min
Q	vazão do emissor;	L h^{-1};
Tab	tabela;	adm
Eq	equação;	adm

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....12
1.1 OBJETIVO 13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....14
2. REFERENCIAL TEÓRICO 14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....18
3.1 LOCALIZAÇÃO 18
3.2 CARACTERISTICAS CLIMÁTICAS 18
3.3 MANEJO DE OPERAÇÃO 18
3.4 DELINEAMNETO EXPERIMENTAL 19
3.5 MANEJO DA IRRIGAÇÃO 19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....24
5. CONCLUSÕES.....28
6. REFERÊNCIAS 29

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro é a segunda hortaliça mais produzida no mundo, sendo uma cultura de grande expressão econômica e social no cenário nacional e internacional, com participação efetiva na dieta humana. O fruto é considerado fonte de carotenoides, principalmente licopeno e β caroteno, das vitaminas B, C e E, de compostos fenólicos como flavonoides, além de conter baixo teor de lipídeos (BARANKEVICZ et al., 2015). A cultura do tomate é exigente em água, necessitando assim de um manejo que resulte em maior produção e melhor aproveitamento dos recursos hídricos. (MAROUELLI & SILVA 2006).

Sabe-se que à água constitui fator limitante à produção agrícola. A utilização de irrigação com déficit controlado pode permitir maior retorno econômico do que a irrigação total ou completa (ZEGBE-DOMÌNGUES et al., 2003

O manejo da irrigação sob déficit controlado torna-se possível quando se conhece a função de produção da cultura em relação à lâmina de água aplicada, e constitui uma técnica que, se bem empregada, apresenta grande potencial para aumento da eficiência no uso da água, e principalmente em locais com baixa disponibilidade hídrica e para uma agricultura sustentável (KIRDA et al., 2004; LORITE et al., 2007; PIMENTEL, 2006).

A fim de se obter boa produtividade, a disponibilidade hídrica adequada para a cultura de tomate deve ser mantida durante todo o ciclo (FILGUEIRA, 2003). Ainda segundo o autor relata que a escassez de água no mundo está aumentando cada vez mais, pois a água se torna um desafio constante. Esta preocupação também é sentida no Brasil onde leis e regulamentações federais e estaduais têm determinado as políticas de uso e conservação desse recurso.

Em termos globais, a oferta de água corre o risco de entrar numa crise profunda, pressionada cada vez mais pelo crescimento demográfico, pelas mudanças climáticas, pela contaminação de fontes e pelo desperdício. A crise é menos uma questão de insuficiência real, e mais de mau gerenciamento do uso dos recursos hídricos. A água é um recurso renovável, ela evapora, desaba como chuva, escorre para o fundo da terra e retorna para a superfície, de onde volta a evaporar, realizando um ciclo. A falta de água afeta não só a saúde humana, mas também o

desenvolvimento socioeconômico da sociedade e o rumo das relações entre nações (ALMANAQUE, 2015).

O tomateiro requer adequadas lâminas de água em todo o seu ciclo, e as condições de umidade podem, geralmente, influenciar os rendimentos, em função de seu efeito no número de flores por planta, na porcentagem de pegamento dos frutos e no tamanho dos frutos (RADSPINNER, 1922; SMITH, 1932). Por isso, costuma-se classificar o tomateiro como planta muito sensível ao estresse hídrico (BOYER, 1978).

Para a cultura do tomate, pertencente as solanáceas, o sistema de irrigação por gotejamento é um sistema bastante atrativo para a irrigação do tomateiro, pois oferecem várias vantagens na sua cultura, as quais são: economia de água, energia e de mão-de-obra; maior uniformidade de aplicação de água; pode ser usado em qualquer tipo de solo e topografia; menor severidade de doenças da parte aérea; facilidade de automação; e maior produtividade (MAROUELLI e SILVA, 2012).

A adoção de técnicas racionais de manejo conservacionista do solo e da água é de fundamental importância para a sustentabilidade, de tal forma que se possa economicamente manter ao longo do tempo esses recursos com quantidade e qualidade suficientes associados a níveis satisfatórios de produtividade (WUTKE et al., 2000).

Com a conclusão deste estudo espera-se que haverá contribuição relevante para a gestão de recursos hídricos, onde se terá o monitoramento da água usada nas diferentes lâminas de aplicação em ambiente protegido na cultura do tomateiro.

Diante do exposto, objetivou-se no presente trabalho avaliar em ambiente protegido, a irrigação por gotejamento, sob diferentes lâminas de aplicação na cultura do tomate, visando otimizar o uso da água.

1.1 OBJETIVO

- Avaliar o efeito de diferentes lâminas de reposição da evapotranspiração da cultura sobre a produção e a eficiência no uso da água no tomateiro cultivado em ambiente protegido.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o desenvolvimento das plantas do tomateiro pela medição do diâmetro do caule, comprimento do internódio, altura da planta, número de flores/ frutos e produtividade.
- Verificar o uso da água em diferentes lâminas de reposição da evapotranspiração da cultura.
- Avaliar a produção em relação à quantidade de água usada para cada lâmina.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores de tomate, considerando a produção destinada à indústria, com área cultivada de aproximadamente 60.257 hectares e, área colhida de 60.057 hectares com uma produção de cerca de 3.965.915 toneladas, atingindo produtividade média de 64.794 $kg.ha^{-1}$ na safra 2013 (IBGE, 2014). Já no Estado do Rio Grande do Sul teve uma área plantada de 2.293 hectares, e área colhida de 2.293 hectares, com rendimento médio em torno de 50.645 $kg.ha^{-1}$, totalizando 116.129 toneladas (IBGE ,2014).

Considerada como uma das olerícolas mais difundidas no mundo, além de ser uma importante *commodity* mundial (BORGUINI, 2006), a tomaticultura apresenta-se com uma demanda de mercado sempre crescente, mostrando que sua expansão ainda não atingiu o ponto máximo, tendo em vista a crescente produção inclusive em ambiente protegido (AGRIANUAL, 2007).

O propósito do cultivo em ambiente protegido é melhorar a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas por oferecer regularidade na produção (CARVALHO e TESSARIOLI NETO, 2005).

O cultivo em ambiente protegido permite proteção às plantas contra temperaturas elevadas e alta intensidade de radiação solar, durante todo o seu crescimento. A luz tem influência no crescimento, no desenvolvimento e na produção

das culturas e, devido à absorção e reflexão do material da cobertura plástica, a densidade de fluxo da radiação solar global no interior do ambiente protegido, é menor que a observada externamente. O aumento da irradiância pode elevar a produção de fotoassimilados e sua disponibilidade para o crescimento da planta e produção de frutos. Entretanto, quando a radiação solar é excessivamente elevada pode haver aumento na taxa transpiratória da planta, resultando em fechamento estomático e na diminuição da fotossíntese (ANDRIOLO, 2000).

Para melhorar o rendimento do tomateiro com o objetivo de atender à demanda crescente de um mercado consumidor, novas tecnologias têm sido adotadas dentre as quais se destacam a produção em ambiente protegido e o uso da irrigação localizada (CARARO e DUARTE, 2002). O cultivo em ambiente protegido proporciona melhor acomodação das plantas contra os fatores climáticos indesejáveis diminuindo os riscos do cultivo do tomateiro além de possibilitar a produção de frutos em épocas não favoráveis à condução de plantio em campo aberto (ESTEFANEL et al., 1998; CARARO e DUARTE, 2002; ALVARENGA, 2004). Para Reis et al. (2009), outra vantagem do cultivo em ambiente protegido é a redução no consumo de água pela cultura, comparado ao sistema de plantio em campo.

Segundo Sganzerla, (1997), o tomateiro é uma planta exigente em clima favorável, para um perfeito desenvolvimento, razão pela qual, seu cultivo em estufas resulta em excelentes produtividades, superiores até cinco vezes em relação a cultivos em céu aberto. Ainda segundo o autor, dentro da estufa se atinge um melhor controle das variáveis, temperatura, umidade e luminosidade, importantes para a cultura do tomate.

Aliado a estes fatores o tomateiro ainda é exigente quanto à regularidade da irrigação, que para a cultura é preferencial por meio de gotejamento. A disponibilidade hídrica para a cultura do tomate deve ser mantida durante todo o ciclo, para se obter bons resultados de produtividade (FILGUEIRA, 2001).

No cultivo em ambiente protegido, a irrigação é imprescindível e o manejo inadequado do sistema de irrigação e da cultura podem inviabilizar o processo produtivo. Diversos autores têm comprovado que a irrigação promove aumento na produtividade de diversas hortaliças (DERMITAS & AYAS, 2009; ZENG et al., 2009; BILIBIO et al., 2010), porém o manejo do sistema de irrigação deve propiciar

condições adequadas para potencializar o desenvolvimento e a produtividade das culturas, possibilitar maximização na eficiência do uso da água e minimizar os custos de investimento e operacionais, de forma que a atividade se torne economicamente viável e sustentável (CANTUÁRIO, 2012). A deficiência de água no solo limita a produtividade de boa qualidade, mas o excesso também pode ser prejudicial. A reposição de água no solo, em quantidades adequadas e na hora certa é decisiva para uma boa produção de hortaliças. (VIEIRA et al., 2009).

Segundo Coelho, (2007), vários fatores podem afetar a uniformidade de distribuição de água nos sistemas de irrigação localizada (pressão de operação do emissor, velocidade da água na tubulação, alinhamento da linha lateral, entupimento de emissores, entre outros). A uniformidade de aplicação de água em áreas irrigadas influência diretamente o manejo, a eficiência e o custo da irrigação, assim como afeta a qualidade e produtividade da cultura (AZEVEDO e SAAD, 2012). Segundo Teixeira et al., (2008), para prevenir o entupimento dos emissores, a avaliação sistemática do sistema de irrigação e o monitoramento da qualidade da água são essenciais.

Vieira et al., (2004), descrevem a uniformidade na distribuição de água como um dos aspectos mais importantes no método de irrigação localizada, utilizando o sistema de gotejamento, porém, a de uniformidade dos gotejadores, devido a processos de fabricação, o dimensionamento inadequado do sistema, além do entupimento dos emissores são fatores que podem comprometer esta uniformidade.

Segundo GIL et al., (2008), a baixa uniformidade de distribuição de água indica que parte da área irrigada recebe mais água do que outras, resultando num desenvolvimento desuniforme das plantas. Ainda segundo o autor o excesso de água no solo provoca a lixiviação de nutrientes, baixa concentração de oxigênio disponível às raízes e pode aumentar a incidência de pragas e doenças, enquanto o déficit inibe o potencial produtivo da planta e aumenta os riscos de salinização do solo.

Segundo Marouelli et al., (2011), a aplicação de critérios técnicos adequados deve ocorrer tanto na fase de dimensionamento quanto durante a operação dos sistemas de irrigação. Silva et al., (1998), constatam que os benefícios da irrigação para uma determinada cultura só podem ser alcançados em toda a sua plenitude quando o sistema de irrigação for utilizado com critérios de manejo que resultem em

aplicações de água em quantidades compatíveis com as necessidades de consumo da cultura. Ainda segundo o autor, o manejo de irrigação utilizando Tanque Classe A é bastante difundido entre os produtores nos cultivos em campo, sendo que a adoção deste sistema em ambiente protegido é pouco utilizado principalmente em relação ao espaço reduzido dentro dos ambientes protegidos.

Utilizando o método do tanque Classe A para condições de ambiente protegido cultivado com tomateiro, Prados, (1986), observou que o uso dos coeficientes de tanque (Kp) e de cultivo (Kc) proporcionaram correções ao valor de evaporação muito próximo de 1,0 e isso indica que, nessas condições, o uso desses coeficientes podem ser eliminado.

Para se obter bons rendimentos e lucratividade econômica com esta olerícola é necessário que os fatores inerentes à nutrição, ao uso correto de água, à genética e à sanidade, estejam em níveis adequados. Dentre esses fatores a água é um dos que apresentam maior influência nas características de crescimento e desenvolvimento dos vegetais (ALVARENGA, 2004).

Santana et al., (2009), citam a deficiência hídrica como o fator que mais afeta a produção do tomateiro. Marouelli & Silva, (2006), relataram que o tomateiro é exigente em água e responde negativamente tanto ao excesso quanto ao déficit hídrico.

Alvarenga, (2004), afirma que, devido a períodos secos prolongados ou ao manejo errado da irrigação, a escassez de umidade do solo provoca abortamento de flores e queda dos botões florais. Por outro lado, quando há excesso de umidade apodrecimento e o aparecimento de rachaduras nos frutos se incrementarão, tal como, também, o surgimento de fungos causadores de doenças no tomateiro.

Entre os diferentes sistemas de irrigação usados em tomate crescendo, a irrigação por gotejamento tornou-se uma opção viável no Brasil, por suas muitas vantagens, tais como, a possibilidade de crescer em áreas de baixa disponibilidade de água, níveis elevados da eficiência, e menor incidência de doenças da parte aérea da planta, levando à alta produtividade e frutos de qualidade. (MAROUELLI et al., 2011; BERNARDO et al., 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO

O estudo foi realizado em casa de vegetação situada na área experimental do departamento de Ciências Agrárias, da Universidade Regional e Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus II localizada no município de Erechim, Rio Grande do Sul (27°37’46” S e 52°16’33” W).

3.2 CARACTERISTICAS CLIMÁTICAS

O clima da região é do tipo Cfa (clima temperado úmido com verão quente), segundo a classificação de Koppen, caracterizando com a ocorrência de precipitação em todos os meses do ano e verão quente. A precipitação média anual da localidade é de aproximadamente 1777,8 mm.

3.3 MANEJO DE OPERAÇÃO

Os tratamentos foram aplicados durante 97 dias, período compreendido entre o transplantio das mudas para os vasos e a segunda/última colheita dos frutos. As mudas foram adquiridas no comércio local, sendo que estas foram adquiridas com 25 dias desde a germinação.

O genótipo do tomateiro utilizado foi tomate Gaúcho. A adubação foi feita com três porções de solo de mata; uma porção de cama de aviário e uma porção de substrato, 3:1:1 (volume/volume). Também foi adicionado no dia 20/02/2015, 9 gramas de adubo químico 5-20-20 (NPK).

Os vasos foram mantidos em casa de vegetação do tipo arco com área total do experimento de 33 m², com pé direito de 4 metros de altura, coberta com agrofilme de 150 micras de espessura. Foram utilizados, para cada tratamento, 12 vasos e

sendo implantada uma muda de tomate, correspondendo 15 cm de altura. Cada vaso possui área de 0,050 m².

3.4 DELINEAMNETO EXPERIMENTAL

Foram utilizadas no experimento quatro linhas, sendo que cada linha continha 12 vasos, dentre os quais, foram sorteados para a avaliação da evapotranspiração da cultura somente seis vasos por linha, de forma sistemática. Cada linha possui uma extensão de 10,00 m e espaçamento entre linhas de 1 metro e de 0,70 metros entre vasos.

3.5 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

O balanço hídrico para a cultura do tomateiro foi calculado por meio da evapotranspiração de referência (ETo), estimada pela equação do Tanque Classe A (MONTE, 2007) e os valores do coeficiente de cultivo (kc), propostos por DOOREMBOS & KASSAN (1994). A irrigação utilizada na cultura foi a irrigação localizada por gotejamento (Figura 1), com botão gotejador acoplados em mangueira de polietileno, com espaçamento entre gotejadores de 0,70 m e vazão correspondente a 2 $L.h^{-1}$.

Figura 1- Irrigação localizada por gotejamento.

O manejo da irrigação foi realizado com base no Tanque Classe A, com diâmetro de 1,25 e altura de 25 cm, conforme a equação 1 e 2:

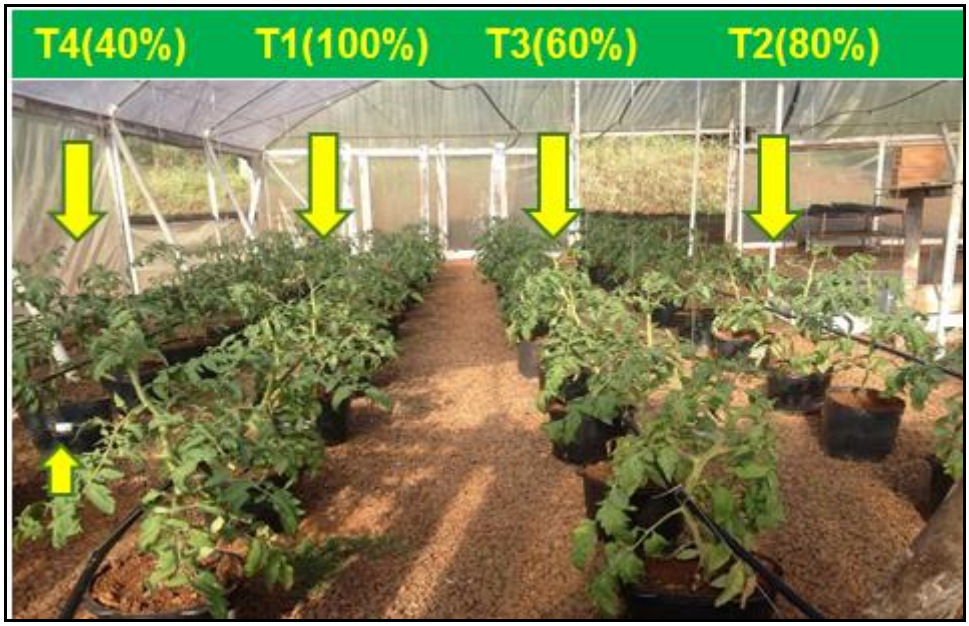
$$ETo = Ev * kp \qquad \text{Eq.(1)}$$

$$ETc = ETo * Kc \qquad \text{Eq. (2)}$$

O coeficiente da cultura (Kc) utilizado em cada estádio de desenvolvimento do tomateiro foi adaptado da recomendação de Doorenbos & Kassam, (1979). Estádio I: emergência até 10% da cobertura da superfície do solo (0,5); Estádio II: emergência de 10% a 80% da cobertura da superfície do solo (0,8); Estádio III: emergência de 80% a 100% da cobertura da superfície do solo (1,25); Estádio IV: maturação fisiológica (0,95); Estádio V: colheita (0,65). Como foi utilizada a muda já desenvolvida, aproximadamente 15 cm, o estádio I foi descartado, iniciando-se pelo estádio II.

Quatro lâminas de reposição da evapotranspiração da cultura (ETc) foram utilizadas (40, 60, 80 e 100% da ETc), conforme mostra a figura 2.

Figura 2- Área experimental



O cálculo do tempo de irrigação (Ti) foi realizado pela equação 3:

$$Ti = (\frac{ETc * A * 60}{q}) \quad \text{Eq. (3)}$$

Na terceira fase da irrigação, houve à necessidade de se realizar a irrigação duas vezes ao dia (dobrando-se o volume), onde a evapotranspiração foi mais acelerada, ocasionando falta de água na planta, pelo fato de que o ambiente onde ela se encontrava não estava totalmente protegido, apresentando aberturas desnecessárias e provocando alterações na cultura. Durante o cultivo houve a necessidade de aplicações de adubação de cobertura e de defensivos, devido ao ataque de pragas e doenças. A tabela 1 apresenta os defensivos, o período de aplicação e as dosagens utilizadas para o controle fitossanitário do tomateiro. A tabela 2 apresenta a relação dos fertilizantes, o período e a dosagem utilizados no cultivo do tomateiro.

Tabela 1- Defensivos utilizados no tratamento da cultura do tomateiro.

Variáveis	**1º Fase (12/01/15)**	**2º Fase (02/02/15)**			**3º Fase (20/02/15- 08/04/15)**			
Nome Comercial	CONNECT	CONNECT	Potenza	CONNECT	Manzate	CONNECT	AUIN	Karate
Princípio Ativo	Imidacloprido Beta- Ciflutrina.	Imidacloprido Beta-Ciflutrina.	Abamectin	Imidacloprido Beta-Ciflutrina.	Etileno bis-ditiocarbamato de manganês com íon de zinco. (MANCOZEB)	Imidacloprido Beta-Ciflutrina.	Base de cepas selecionadas de Beauveria bassiana	Lambda-cialotrina
Dosagem	12,5ml p/ 5lt de água.	12,5ml p/ 5lt de água	12,5ml p/ 5lt de água	12,5ml p/5lt de água	1.5g p/ 10lt de água	3 ml p/ 5lt de água	30ml p/ 10 lt de água	2ml p/ 5 lt de água
Data de Aplicação	27/01/15	09/02/15	11/02/15	18/02/15	27/02/15	05/03/15	18/03/15	24/03/15
Recomen-dações	Controle de pulgões e diabrótica	Controle da mosca branca	Controle da mosca branca e pulgões	Controle da mosca branca	Controle do fungo cancro	Controle da mosca branca.	Controle da mosca branca	Controle da diabrótica

Durante o experimento houve a necessidade de aplicações de fertilizantes (tab 2).

Tabela 2 - Fertilizantes utilizados na cultura do tomateiro.

Nome Comercial	**Bio GAIN**	**Cuprofix**	**Adubo 5 20 20**	**Aminon**
Princípio Ativo	Água, Hidróxido de potássio, Aminoácidos e extratos de algas marinhas	Cobre + Zinco	Nitrogênio, Fósforo e Potássio	Glutamato monossódico, amido de cerais, uréia, hidróxido de potássio e aditivo gelatina
Dosagem	60ml p/ 20 lt de água	30g em 5lt de água	9g para cada vaso	30ml p/ 10 lt de água
Data de Aplicação	05/02/2015 e 19/02/2015	09/02/2015	24/02/2015	26/03/2015
Recomendações	Fertilizante foliar para as plantas	Fertilizante foliar para as plantas.	Fortalecimento geral da estrutura celular das plantas.	Para podridão apical no tomate

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, sendo os tratamentos diferentes lâminas de água, a saber: T1(100% ETc), T2 (80% ETc), T3 (60% ETc) e T4 (40% ETc). Foram utilizadas seis repetições por tratamento.

Para avaliar o efeito das diferentes lâminas de irrigação de reposição da ETc do tomateiro foram estudadas, durante a fase de produção: o número de flores e frutos produzidos por planta, por meio de contagem direta; altura da planta por medição com régua; internódio, contagem manual; diâmetro do caule (SELEGUINE et al., 2006) obtido com paquímetro e a produção (kg planta^{-1}) (CALIMAN et al., 2005) e eficiência no uso da água (kg L^{-1}), relacionando-se a produtividade com o consumo hídrico da cultura nas diferentes lâminas de reposição da ETc.

Os dados obtidos das variáveis determinadas foram submetidos à análise da variância pelo pacote estático Sanest, sendo as médias comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram seis avaliações realizadas ao longo do experimento, mas para a análise estatística somente a última foi utilizada, no qual o estudo foi interrompido devido o surgimento da podridão apical. Segundo Embrapa Hortaliças, (2003), a podridão apical no tomateiro, ocasionada pela deficiência de cálcio no solo, onde ele por sua vez tem pouca mobilidade na planta.

No entanto esta desordem não é necessariamente causada só pela deficiência de cálcio, assim o resultado também pode ter sido consequência das condições de stress e o excesso ou falta de umidade, e pela ocorrência de doença radicular, (cancro), provocando o aparecimento dos sintomas.

Das variáveis analisadas, apenas o número de frutos (tab 8) e a quantidade de água em relação a produção total (tab 9) apresentaram diferença significativa. Para as lâminas correspondentes de 100%, 80%, 60% e 40% da ETc, as variáveis analisadas como: altura das plantas (tab. 3), diâmetro do caule (tab. 4), internódio das plantas (tab. 5), produção dos frutos (tab. 6) e o número de flores (tab 7), não apresentaram diferença significativa.

Tabela 3 – Altura das plantas da cultivar Gaúcho.

Tratamento	Médias (metros)
100% - T1	1.28 a
80% - T2	1.32 a
60% - T3	1.27 a
40% - T4	1.14 a

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao nível de significância de 5%, e uma D.M.S. de 0.24805.

Tabela 4 – Diâmetro do caule da cultivar Gaúcho.

Tratamento	Médias (cm)
100% - T1	1.20 a
80% - T2	1.23 a
60% - T3	1.30 a
40% - T4	1.26 a

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao nível de significância de 5%, e uma D.M.S. de 0,27689.

Tabela 5 – Contagem de Internódios das plantas da cultivar Gaúcho.

Tratamento	Médias
100% - T1	19.83 a
80% - T2	21.83 a
60% - T3	21.66 a
40% - T4	21.33 a

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao nível de significância de 5%, e uma D.M.S. de 6.42950.

Tabela 6 – Produção dos frutos da cultivar Gaúcho.

Tratamento	Médias (kg)
100% - T1	76.67 a
80% - T2	74.84 a
60% - T3	129.98 a
40% - T4	49.67 a

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao nível de significância de 5%, e uma D.M.S. de 164.98367.

Tabela 7 – Número de flores da cultivar Gaúcho.

Tratamento	Médias
100% - T1	8.81 a
80% - T2	15.52 a
60% - T3	12.11 a
40% - T4	13.33 a

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao nível de significância de 5%, e uma D.M.S. de 1.46033.

Tabela 8 - Número de frutos da cultivar Gaúcho.

Tratamento	Médias
100% - T1	1.44 b
80% - T2	5.77 a
60% - T3	5.80 a
40% - T4	3.99 ab

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao nível de significância de 5%, e uma D.M.S.de 0.87327.

Para a variável, número de frutos, pode-se observar que na (tab 8) as maiores médias foram obtidas nos tratamentos correspondentes ao uso de 60, 80 e 40% da ETc, as quais não diferiram entre si. Por outro lado, o menor número de frutos foram observados nas plantas que receberam lâminas de água relacionadas a 100% da ETc.

Deste modo, pode-se verificar que para o cultivo do tomate Gaúcho em condições de ambiente protegido é possível adotar uma lâmina mínima de 40% da ETc. Contudo, essa condução de manejo da irrigação pode não refletir em resultados semelhantes para outras cultivares de tomate, sabe-se que embora as cultivares possuem características genéticas intrínsecas podem apresentar comportamentos diferentes.

Tabela 9 - Volume de água em relação a produção total da cultivar Gaúcho.

Volume de água (L planta^{-1})	Produção total (kg)
40.982 - T1	776.02 b
35.542 - T2	771.10 b
30.978 - T3	1075.40 a
25.390 - T4	550.58 c

Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si ao nível de significância de 5%, e uma D.M.S.de 5.94590.

Em relação a variável peso total dos frutos produzidos, pode-se notar na (tab 4) que a maior média obtida 1.075,4 Kg foi proveniente dos frutos formados nas plantas que receberam 60% da ETc, sendo que nesta lâmina houve diferença significativa em relação as demais. Ainda na (tab 4), observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos T1 (100% ETc) e T2 (80% ETc), os quais apresentaram 776,0g e

771,1g, respectivamente. O menor valor obtido 550,6g foi observado no tratamento T4 com uma lâmina de 40% ETc.

Para à variável número de frutos (tab 8), é possível observar que as plantas provenientes da lâmina de água de 40% da ETc, obtiveram maior número de frutos em relação a lâmina de 100% da ETc, porém se observarmos na (tab 6), a lâmina de 100% obteve maior produção em relação a lâmina de 40% Etc, logo não significa que a lâmina de 40% por apresentar maior números de frutos terá mais produtividade, pois está não atingiu peso suficiente, por ter recebido a menor lâmina de água.

Estes resultados vão ao encontro de Coelho et. al., (1994), que registraram um comportamento linear decrescente na eficiência no uso da água (kg L^{-1}) em função do aumento das lâminas de irrigação. Ainda segundo, Santana et al. (2009) reforçam que o aumento na disponibilidade de água no solo tende a propiciar decréscimos na eficiência no uso da água (kg L^{-1}).

O resultado do T3 (60% ETc) vai ao encontro de Silva et al., (2013), onde em 66% da ETc em um período de 90 dias, onde utilizou 16,2 litros de água por $planta^{-1}$.

Diante disso, para gestão de recursos hídricos, o estudo sobre as lâminas de irrigação é de grande importância para a produção total da cultura do tomate, pois utilizando uma lâmina de irrigação de 60% houve uma diferença significativa em relação a produção total obtidas nas demais lâminas de 100%, 80% e 40% da ETc.

Este resultado vai ao encontro de Monte, (2007), o qual relata que a adoção de técnicas racionais de manejo conservacionista do solo e da água é de fundamental importância para a sustentabilidade, de forma que se possa, economicamente, manter ao longo do tempo esses recursos com quantidade e qualidade suficientes associados a níveis satisfatórios de produtividade.

5. CONCLUSÕES

As variáveis avaliadas como diâmetro, internódio, altura, número de flores não obtiveram diferença significativa durante os 97 dias de experimento.

Nas lâminas estudadas de 100%, 80%, 60% e 40% da ETc foi usado 40,982L; 35,542L; 30,978 L e 25,390 Lplanta^{-1}, respectivamente.

Os resultados demonstram que a lâmina de irrigação que melhor correspondeu à produção foi a 60% da ETc.

Com isso tudo, foi possível constatar que o produtor não tem necessidade aplicar lâminas de água além dos 60% ETc para a cultivar o tomate, racionalizando a água e obtendo maior produtividade, e contribuindo com a preservação deste precioso recurso natural.

6. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. (2007) **Anuário de Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 397p.

ALMANAQUE ABRIL. 2015 Disponível em: <http://www.rumosgeograficos.com / 2014 / 03/agua-uma-questao-para-o-mundo-todo.html.>.Acesso em: 05 de maio, 2015.

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

ANDRIOLO J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.26-33, 2000.

AZEVEDO, L. P; SAAD, J. C. C. Uso de dois espaçamentos entre gotejadores na mesma linha lateral e seus efeitos sobre a formação do bulbo molhado no solo e parâmetros físicos de rabanete. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - IRRIGA**, Botucatu, v. 17, n. 2, p. 148 - 167, 2012.

BARANKEVICZ, Gisele B; NOVELLO, Daiana; RESENDE, Juliano TV; SCHWARZ, Kélin; SANTOS, Elisvânia F. 2015. Características físicas e químicas da polpa de híbridos de tomateiro, durante o armazenamento congelado. **Horticultura Brasileira** 33: 007-011.

BILIBIO, C.; CARVALHO, J. de A.; MARTINS, M. A; REZENDE, F. C.; FREITAS, E. A.; GOMES, L. A. A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, p.730-735, 2010.

BORGUINI, R. G. **Avaliação do potencial antioxidante e algumas características do tomate (Lycopersicon esculentum) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. 178 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BOYER, J. S. **Water deficits and photosynthesis**. In: KOSLOWSKI T. T. Water deficits and plant growth. 2 ed. New York: Academic Press, 1978. p. 153-190.

CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; FONTES, P. C. R.; STRINGHETA, P. C.; MOREIRA, G. R.; CARDOSO, A. A. Avaliação de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de Viçosa. **Horticultura Brasileira***,* v.23, p.255-259, 2005.

CANTUÁRIO, F. S. **Produção de pimentão submetido a estresse hídrico e silicato de potássio em cultivo protegido**. 2012. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade Federal de Uberlândia, 2012.

CARVALHO, L. A.; TESSARIOLI Neto, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.986- 989, 2005.

CARARO, D. C.; Duarte, S. N. Injeção de CO2 e lâminas de irrigação em tomateiro sob estufa. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.432-437, 2002.

COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B.; CONCEIÇÃO, M. A. F.; DUARTE, J. O. Comportamento da cultura do tomateiro sobre quatro regimes de irrigação. Pesquisa **Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1959-1968, 1994.

COELHO, R. D. **Contribuições para a irrigação pressurizada no Brasil.** 2007. 192p. Livre-Docencia - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

DERMITAS, C.; AYAS, S. Deficit irrigation effects on pepper (Capsicum annuum L. Demre) yield in unheated greenhouse condition. **Journal of Food, Agricultural and Environment**, Helsinki, v.7, p.989-1003, 2009.

DOORENBOS, L.; KASSAN, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**; tradução de H.R.Gheyi, A.A. de Sousa, F.A.V. Damasceno, J.F. de Medeiros. Campinas Grande, UFPR, 1994; xxiv, 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. ***Yield response to water***. Rome: FAO, 1979. 193 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33).

EMBRAPA HORTALIÇAS Sistema de Produção, 1.ISSN ___ Versão Eletrônica Jan/2003 Disponivel em:<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa. Acesso em: 05 de março,2015.

ESTEFANEL, V.; BURIOL, G. A.; ANDRIOLO, J. L.; LIMA, C. P.; LUZZI, N**.** Disponibilidade de radiação solar nos meses de inverno para o cultivo do tomateiro (*Licopersicum esculentum* Mill.) na região de Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, p.553-559, 1998.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UF V, 2000. 402 p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000 – 189p.

FILGUEIRA, J.A. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 412p.

FUJIWARA, M.; AMBROSANO, G.M.B. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.3, p.621-33, 2000.

GIL, M. RODRIGUES-SINOBAS, L. JUANA, L. SANCHEZ, R. LOSADA, A. Emitter discharge variability of subsurface drip irrigation in uniform soils: effect on water-appication uniformity. **Irrigation Science.** Madrid, v. 26, n. 6, p. 451-458. 2008.

IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro, v.27 n.01 p.1-85 janeiro.2014

KIRDA, C; CETIN, M; DASGAN, Y; TOPCU, S; KAMAN, H; EKICI, B; DERICI, M.R;OZGUVEN, A.I.Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying andconventional deficit irrigation. **Agricultural Water Management** 69: 191–201, 2004.

LORITE, I. J.; MATEOS, L.; ORGAZ, F ; FERERES, E. Assessing deficit irrigation strategies at the level of an irrigation district. **Agricultural Water Management**, v.91, p.51-60,2007.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Irrigação por gotejamento do tomateiro industrial durante o estádio de frutificação, na região do cerrado. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.342-346. 2006.

MAROUELLI, W. A.; SOUZA, V. F. Irrigação e fertirrigação. In: SOUZA. V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 23-26. 2011.

MAROUELLI, W. A. *et al*. Manejo da água de irrigação. *In*: SOUSA, V. F. *et al*. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011b. p. 157-232.

MAROUELLI, A. W.; WASHINGTON, L. C. Silva. **Irrigação na cultura do pimentão**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Circular Técnica. *ISSN 1415-3033* Brasília. DF.1ª edição, 2012.

MONTE, J.A**. Manejo de irrigação na cultura do tomateiro em campo, na região de Seropédica, RJ**. Rio de Janeiro – 2007.

PRADOS, N. C. ***Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almeria:*** **necesidades hídricas e extracción de nutrientes del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado en abrigo de polietileno**. 1986. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Producción Vegetal. Universidad de Almería, Almeria. Espanha.

PIMENTEL, C**. Efficiency of nutrient use by crops for low input agro-environments.. In:Rana** P. Singh; Niharika Shankar; Pawan K. Jaiwal. (Org.). Focus on plant agriculture: 1Nitrogen nutrition in plant productivity. Houston: Studium Press, LLC, p.277- 328, 2006.

RADSPINNER, W. A. Effects of certain physiological factors on blossom drop and yield of tomatoes. Prceedings of American. **Society Horticultural Sciences**, v.19, p.71- 82, 1922.

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

SALASSIER, B.; SOARES. A. A.; MANTOVANI, CHARTUNI, E. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa-MG: Ed. UFV, 2008. 625p.

SANTANA, M. J.; VIEIRA, T. A.; BARRETO, A. C. Efeito dos níveis de reposição de água no solo na produtividade do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.1378-1384, 2009.

SELEGUINIi, A.; SENO, S.; FARIA, Júnior, J. A. Espaçamento entre plantas e número de racimos para tomateiro em ambiente protegido. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, p.359-363, 2006.

SILVA, E. M.; AZEVEDO, J. A.; GUERRA, A. F.; FIGUERÉDO, S. E,; ANDRADE, L. M.; ANTONINI, J. C. A. Manejo de irrigação para grandes culturas. In: FARIA, M. A., SILVA, E. L., VILELA, L. A. A., SILVA, A. M. (Eds.) Manejo de irrigação. Poços de Caldas: UFLA/SBEA, p. 239-280. 1998.

SILVA, J. M. DA; FERREIRA, R.S.; MELO, A. S. DE. 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, PB, v.17, n.1, p.40–46, 2013.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos.** Guaíba: Agropecuária**,** 6.ed, p. 156-157, 1997.

SMITH, O. Relation of temperature to anthesis and blossom drop of the tomato together with a histological study of the pistils. **Journal of Agricultural Research**, v.44, p.182-190, 1932.

TEIXEIRA, M. B.; MELO, R. F. de; COELHO, R. D.; RETTORE NETO, O.; RIBEIRO, P. A. de A. Tratamento para desentupimento de gotejadores convencionais. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - IRRIGA**, Botucatu, v.13, n.2, p.235-248, 2008.

VIEIRA, G. H. S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, J. G. F.; RAMOS, M. M.; SILVA, C. M.; CORDEIRO, E. A. **Recuperação de gotejadores obstruídos devido à utilização de águas ferruginosas**. Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2004.

WUTKE, E.B.; ARRUDA, F.B.; FANCELLI, A.L.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; SAKAI E.; ZENG, C.; BIE, Z.; YUAN, B. Determination of optimum irrigation water amount for drip-irrigated muskmelon (*CucumismeloL*.) in plastic greenhouse. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.96, p.595-602, 2009.

ZEGBE-DOMÍNGUEZ, J. A.; BEHBOUDIAN, M. H.; LANG, A.; CLOTHIER, B. E. Déficit irrigation and partial rootzone drying maintain fruit dry mass and enhance fruit quality in“Petoprite” processing tomato (Lycopersicon esculentum, Mill.). **Scientia Horticulturae**, 505-510, 2003.