



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Marcos Alexandre Dantas Marques

**LÂMINAS E FREQUÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO PARA A  
CULTURA DO TOMATEIRO TIPO GRAPE, EM CASA NOVA,  
BA**

JUAZEIRO, BA  
2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Marcos Alexandre Dantas Marques

**LÂMINAS E FREQUÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO PARA A  
CULTURA DO TOMATEIRO TIPO GRAPE, EM CASA NOVA,  
BA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, concentração em Engenharia de Água e Solo, da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, como requisito da obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Luís Fernando de Souza Magno Campeche.

Co-orientador: Prof. Marlon da Silva Garrido.

JUAZEIRO, BA  
2013

Ficha

	Marques, Marcos Alexandre Dantas.
M357L	Lâminas e frequências de irrigação para a cultura do tomateiro tipo grape em Casa Nova, BA / Marcos Alexandre Dantas Marques. Juazeiro, 2013.
	91 f. : il. 29 cm.
	Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola ) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, 2013
	Orientador: prof. Dr. Luís Fernando de Souza Magno Campeche.
	Inclui Referências.
	1. Irrigação agrícola. 2. Umidade do solo. 3. Tomate grape I. Título. II. Campeche, Luís Fernando de Souza Magno. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.
	CDD 631.587

catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF  
Bibliotecário: Renato Marques Alves

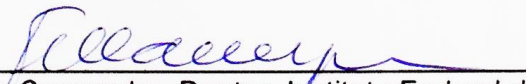
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

FOLHA DE APROVAÇÃO


Marcos Alexandre Dantas Marques

LÂMINAS E FREQUÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO PARA A CULTURA DO TOMATEIRO  
TIPO GRAPE, EM CASA NOVA, BA

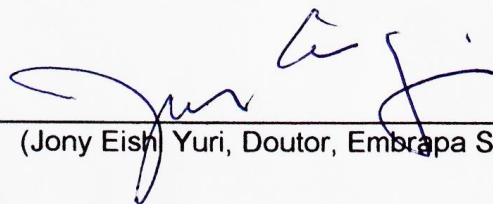
Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre  
em Engenharia Agrícola, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.



(Luís Fernando de Souza Magno Campeche, Doutor, Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – IF Sertão-PE).



(Luís Henrique Bassoi, Doutor, Embrapa Semiárido).



(Jony Eish) Yuri, Doutor, Embrapa Semiárido).

Juazeiro, 28 de novembro de 2013.

Aos meus pais:

Antônio Marques Maia e

Sônia Maria Dantas Marques;

Aos meus irmãos:

Leonardo Dantas Marques Maia e

Anderson Vinícius Dantas Marques Maia;

E a minha companheira:

Suzana Vieira Rabêlo,

Dedico!

## AGRADECIMENTOS

- À minha família: Antônio Marques Maia, meu grandioso e vencedor pai, o verdadeiro mestre; Sônia Maria Dantas Marques, a guerreira possuidora do sentimento que liga o amor de nossa família; Leonardo Dantas Marques Maia, esforçado e já campeão batalhador dessa vida, se mostrando único e servindo de exemplo; Anderson Vinícius Dantas Marques Maia, guerreiro e determinado que me mostrou que o céu não é, de forma alguma, o limite. Obrigado a todos vocês pelo amor, carinho, compreensão e privação de várias coisas para que eu pudesse estudar. Nunca conseguirei ser tão grato a vocês!
- À Suzana Vieira Rabêlo, minha grande companheira, que me ajuda de forma ímpar em todos os momentos, me servindo de Norte para tentar me manter mais centrado na busca por meus verdadeiros objetivos. Nenhuma conquista minha teria sentido sem você.
- À família que me acolheu com carinho: Lúcia de Fátima Vieira, por todo apoio e paciência; Mônica Vieira Rabêlo, pela paciência em me aturar; Cristiane Vieira Rabêlo, Cláudio Nascimento e José Felipe, pela descontração e amizade.
- Ao professor Luís Fernando de Souza Magno Campeche, por toda a amizade e apoio acadêmico e psicológico. Palavras são insuficientes para demonstrar minha enorme gratidão por tudo que o senhor fez por mim. Serei eternamente grato!
- Ao professor Marlon da Silva Garrido, pela amizade e disponibilidade para me favorecer apoio e conhecimentos.
- À professora Ana Elisa Oliveira dos Santos, por todo o apoio, ajuda e conhecimento.
- Aos meus professores do mestrado por todo o conhecimento disponibilizado e amizade: Sílvia Helena Nogueira Turco (obrigado por tudo!); Nelci Olszewski; Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão; Paulo Gustavo Serafim de Carvalho; Luís Henrique Bassoi; Lucia Marisy Souza Ribeiro de Oliveira; José Aliçandro Bezerra da Silva; Vivianni Marques Leite dos Santos; e Magna Soelma Beserra de Moura.

- À Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e ao colegiado de Engenharia Agrícola por toda a estrutura e apoio.
- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão da bolsa de estudos, servindo de apoio para a possível realização deste curso.
- À empresa Fruit Quality por toda a disponibilidade, apoio e liberdade em poder realizar o experimento.
- Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão-PE) pelo apoio e disponibilidade de técnicos, laboratórios e equipamentos para a realização do experimento e estágio à docência.
- Ao Miguel Ronivon Gomes, por toda a ajuda, disponibilidade, conhecimento e informação. E também por me servir de exemplo de cidadão capaz de superar os obstáculos e demonstrar, por sua pessoa, que a inteligência não se prova com diploma.
- À Graciene, por todo o apoio no laboratório do IF Sertão-PE.
- À Clévia e Carolina Torres, por todo auxílio e ajuda.
- Aos meus amigos por aceitarem minha ausência e incentivarem essa minha batalha: Orlando, Sandra, Luan e Milene; Thiago Melo; Sérgio “metal japonês”; Ricardo e Ralliny; Herlon e Alice; e Péricles.
- E por último, porém de igual importância, os grandes amigos que conheci durante esse mestrado: Daniela Siqueira; Danillo Olegário; Douglas Ferraz; Fábio Pereira e Adriana Pereira; Alencar Júnior; Vanessa Souza; Russaika Nascimento; José Francisco; Wagner Willen; Renato Figueiredo; Renato Lima; Daniel Costa; Ana Virgínia; Izaac Damasceno; Hideo Nagahama; Fátima Souza; Juliano Athayde; Bruno Ricardo; Paulo; Armando Bagagi; e Rubem José; Muito obrigado pelos grandes momentos durante esse período, tanto na instituição, quanto fora dela.
- E aos que eu não citei nesses agradecimentos por falha na minha memória, porém, que me ajudaram direta e indiretamente para a conclusão desse curso.

... Muito obrigado!

“... O homem leigo não precisa permanecer passivo diante do saber técnico, demitindo-se das ações que ele próprio poderia exercer. Ele tem o direito de informar-se ativamente a respeito do tratamento a que se acha submetido e dos seus efeitos. Em última análise, convêm desmistificar a tendência de cultuar as pessoas “estudadas” em detrimento do homem “sem letras” ou simplesmente não especialista”.

(ARANHA; MARTINS, 1993)



MARQUES, M. A. D. **Lâminas e frequências de irrigação para a cultura do tomateiro tipo grape, em Casa Nova, BA.** 2013. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Juazeiro, BA.

## RESUMO

O tomateiro grape tem apresentado aumento em seu consumo *in natura*; entretanto, como em toda região semiárida, a instabilidade climática, representada pela irregularidade da distribuição das chuvas, faz com que uma agricultura produtiva só se possa desenvolver às custas da irrigação, principalmente quando se trata de uma cultura sensível ao estresse hídrico. Em Casa Nova, BA, as altas taxas de evapotranspiração podem reduzir o crescimento e produtividade dessa cultura, o que reforça a necessidade de se estudar estratégias para a utilização mais eficiente do consumo de água para a cultura do tomateiro grape. Para essa localidade, não existem informações satisfatórias para a quantidade de água a ser aplicada para essa cultura. O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a resposta do tomateiro grape a diferentes regimes de irrigação por gotejamento, nas condições de Casa Nova, BA, visando estabelecer a lâmina e frequência adequada de rega, bem como a eficiência do uso da água. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, em que foram utilizados três tipos de frequências diárias de irrigação (uma, duas e três vezes ao dia) para cada uma das três lâminas, baseadas em 75, 100 e 125% da evapotranspiração localizada, em quatro repetições. A evapotranspiração de referência foi determinada por meio da equação de Penman-Monteith, a partir dos dados de estação meteorológica automática. Foram utilizados tensiômetros, nas profundidades de 0,20 e 0,50 metros, juntamente com as curvas características dessas camadas, para a determinação da umidade do solo. O experimento foi conduzido em Casa Nova, BA, e após as colheitas, os frutos foram encaminhados para o laboratório para a realização das análises de: produtividade total, produtividade comercializável, número de frutos por planta, número de frutos comercializáveis por planta, massa média dos frutos, massa média de frutos comercializáveis, potencial hidrogeniônico (pH), teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável, relação SST/AT, presença de defeitos e eficiência do uso da água. O resultado da maior eficiência do uso da água foi para os tratamentos que receberam a menor lâmina avaliada ( $0,75 \cdot ET_{loc}$ ). Ocorreu diferença estatística significativa em relação ao número de frutos considerados “passados”, tendo como menor quantidade para os tratamentos que receberam duas frequências diárias e maior quantidade para os tratamentos que receberam uma frequência diária. A aplicação de menores volumes de água aplicados proporcionou um aumento no teor de sólidos solúveis totais dos frutos. Nos tratamentos que receberam duas frequências diárias, ocorreu diminuição da acidez titulável com o aumento da aplicação de volumes de água. A tensiometria indicou que a umidade do solo para a camada de 0,00 a 0,20 m variou entre a faixa de capacidade de campo e acima da capacidade de campo. Para a camada de 0,20 a 0,50 m não houve variação entre as lâminas, permanecendo todos os tratamentos acima da capacidade de campo.

**Palavras-chave:** *Lycopersicum esculentum* Mill. Tomate cereja. Evapotranspiração. Consumo hídrico. Umidade do solo. Eficiência do uso da água.

MARQUES, M. A. D. **Depth and frequency of irrigation for grape tomato in Casa Nova, BA, Brazil**. 2013. 91f. Dissertation (Master in Agricultural Engineering) Federal University of São Francisco Valley, UNIVASF, Juazeiro, BA.

## ABSTRACT

The grape tomato has shown increase in its consumption *in natura*, however, as in all semiarid region, climate instability, represented by the irregularity of rainfall distribution, causes productive agriculture can only develop at the expense of irrigation, especially when it is a sensitive crop to water stress. In Casa Nova, BA, high rates of evapotranspiration can reduce the growth and productivity of this crop, which reinforces the need to implement strategies for more efficient use of water consumption for grape tomato. For this location, no satisfactory information on the amount of water to be applied to the culture. This study has developed to evaluate the response of grape tomato to different drip irrigation regimes under conditions of Casa Nova, BA, to establish the depth and proper watering frequency as well as the efficiency of water use. The experimental design was a randomized block design in a split-plot design in which three types of daily irrigation frequencies (once, twice and three times a day) for each of the three blades, based on 75, 100 and 125 were used % evapotranspiration located, in four replications. The reference evapotranspiration was determined using the Penman-Monteith equation, from the data of automatic weather station. Tensiometers were used at depths of 0.20 and 0.50 meters, along with the characteristic curves of these layers, for the determination of soil moisture. The experiment was conducted in Casa Nova, BA, and after the harvest, the fruits were sent to the laboratory for analyzes of: total yield, marketable yield, number of fruits per plant, number of marketable fruits per plant, average fruit weight, average weight of marketable fruit, hydrogen potential (pH), total soluble solids (TSS), titratable acidity, TSS/TA ratio, presence of defects and efficiency of water use. The result of the greater efficiency of water use was for treatments that received the lowest evaluated depth water ( $0.75.ET_{loc}$ ). Significant statistical difference regarding the number of fruits considered "passed", with the least amount for treatments that received two daily frequencies and higher values for the treatments that received a daily frequency. The use of smaller volumes of water applied resulted in an increase in total soluble solids content of fruits. In the treatments where two daily, had a decreases in the titratable acidity with increasing application volumes of water. The tensiometry indicated that soil moisture for layer from 0.00 to 0.20 m varied between the range of field capacity and above field capacity. For the layer from 0.20 to 0.50 m, no variation between the depth water, remaining all treatments above field capacity.

**Keywords:** *Lycopersicum esculentum* Mill. Cherry tomato. Evapotranspiration. Water consumption. Soil moisture. Efficiency of water use.

## LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. a) Bandejas de polietileno de 200 células, contendo as plântulas com substrato; b) bandeja com as plântulas emergidas uma semana após implantação; e c) casa de vegetação da fazenda.	30
Figura 2. Curvas de retenção de água do solo, nas camadas de 0,00-0,20 m; e 0,20-0,50 m.	32
Figura 3. a) Linhas de produção da área experimental, com as estacas e mourões; b) área experimental com cobertura plástica e cultura implantada.	33
Figura 4. Preparação da instalação da barreira de plástico entre cada subparcela.	35
Figura 5. Registros de controle dos tratamentos no início da linha.	40
Figura 6. Médias dos dados diários de temperaturas médias, máximas e mínimas do ar (°C) durante o período do experimento em campo.	47
Figura 7. Dados de radiação global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) durante o período do experimento em campo.	49
Figura 8. Dados de precipitação (mm) durante o período do experimento em campo.	51
Figura 9. Médias dos dados diários de umidade relativa médias, máximas e mínimas do ar (°C) durante o período do experimento em campo.	52
Figura 10. Dados meteorológicos de temperatura média do ar (°C), radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%); durante o período do ciclo da cultura.	53
Figura 11. Dados da evapotranspiração (ET) de referência ( $ET_0$ ), 75% da ET localizada ( $0,75.ET_{loc}$ ), 100% da ET localizada ( $1,00.ET_{loc}$ ) e 125% da ET localizada ( $1,25.ET_{loc}$ ) durante o período da cultura em campo.	55
Figura 12. Lâminas acumuladas, referente aos tratamentos: $0,75.ET_{loc}$ , $1,00.ET_{loc}$ e $1,25.ET_{loc}$ , ao longo do período do experimento em campo.	56
Figura 13. Umidade do solo ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) para as lâminas e frequências utilizadas, na camada do solo de 0,20 m de profundidade.	58

Figura 14. Umidade do solo ( $m^3.m^{-3}$ ) para as lâminas e frequências utilizadas, na camada do solo de 0,50 m de profundidade.	63
Figura 15. Média aritmética do crescimento das plantas úteis de cada tratamento.	64
Figura 16. Número de frutos passados, em relação à frequência diária da irrigação.	69
Figura 17. Diferença do teor de sólidos solúveis totais para cada lâmina de irrigação utilizada.	72
Figura 18. Variação da acidez titulável, para duas frequências diárias (F2), de acordo com as diferentes lâminas.	73
Figura 19. Eficiência do uso da água entre as lâminas utilizadas na produção total.	75
Figura 20. Eficiência do uso da água entre as lâminas utilizadas na produção comercializável.	76

## LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1. Composição granulométrica, classificação da textura do solo e proporção de porosidade total, microporosidade e macroporosidade do solo da área experimental.	31
Tabela 2. Dados correlacionados de potencial matricial ( $\psi_m$ ) e umidade ( $\theta$ ); e densidade do solo, para cada camada do solo da área experimental.	32
Tabela 3. Média por hectare das variáveis físicas analisadas por cada tratamento: produtividade total (Prod. Total), produtividade comercializável (Prod. Com.), número de frutos total (Nº frutos total), número de frutos comercializáveis (Nº frutos com.), massa média por fruto (Mas. Média por fruto) e massa média por fruto comercializável (Mas. Média fruto comer.).	65
Tabela 4. Média percentual da quantidade de frutos com incidência dos defeitos: podridão (Pod), podridão apical (PodAp), ferida (Fer), rachado (Rach), deformado (Defor), imaturo (Imat), queima por incidência de radiação (Queim) e ataque de patógenos (AtPat).	70
Tabela 5. Dados das características pós-colheita: teor de sólidos solúveis totais (SST), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total (AT) e relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável.	71

## SUMÁRIO

	<b>Páginas</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>17</b>
2.1. Irrigação	17
2.1.1. Uniformidade de distribuição e eficiência de irrigação	18
2.1.2. Manejo da água baseado em dados meteorológicos	20
2.1.3. Manejo da água baseado no balanço de água no solo	21
2.1.4. Retenção de água no solo	23
2.1.5. Irrigação com base na tensiometria	23
2.1.6. Curva de retenção de água no solo	24
2.1.7. Eficiência do uso da água	26
2.2. Cobertura plástica	26
2.3. A cultura do tomateiro	27
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>29</b>
3.1. Preparação e condicionamento das mudas	29
3.2. Preparação e características da área experimental	31
3.2.1. Determinação das características físicas do solo	31
3.2.2. Adubação de fundação	34
3.2.3. Condução da cultura	34
3.2.4. Implantação da cobertura plástica sobre a superfície do solo	34
3.2.5. Barreiras para divisão dos tratamentos	34
3.2.6. Fertirrigação	35
3.2.7. Implantação das mangueiras	36
3.3. Avaliação do sistema de irrigação	36
3.4. Variáveis analisadas	37
3.5. Delineamento experimental, análise estatística e tratamentos	39
3.6. Dados meteorológicos	40
3.7. Manejo de irrigação	41
3.8. Instalação dos tensiômetros	43
3.9. Eficiência do uso da água – EUA	44
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>45</b>

4.1.	Características do solo	45
4.2.	Uniformidade de distribuição – UD	46
4.3.	Dados meteorológicos	46
4.3.1.	Temperatura	46
4.3.2.	Radiação solar global	48
4.3.3.	Precipitações	50
4.3.4.	Umidade relativa do ar	51
4.3.5.	Relação entre fenômenos meteorológicos	53
4.4.	Consumo hídrico e lâminas aplicadas	54
4.4.1.	Consumo hídrico diário	54
4.4.2.	Lâminas aplicadas	55
4.5.	Umidade do solo	56
4.5.1.	Camada de 0,00-0,20 m	56
4.5.1.1.	Lâmina $0,75.ET_{loc}$	59
4.5.1.2.	Lâmina $1,00.ET_{loc}$	59
4.5.1.3.	Lâmina $1,25.ET_{loc}$	60
4.5.2.	Camada de 0,20-0,50 m	61
4.6.	Resultados das variáveis analisadas	64
4.6.1.	Crescimento das plantas	64
4.6.2.	Produtividade total	65
4.6.3.	Número de frutos	66
4.6.4.	Massa média por fruto	67
4.6.5.	Defeitos físicos dos frutos	68
4.6.6.	Variáveis pós-colheita	70
4.6.6.1.	Teor de sólidos solúveis totais	71
4.6.6.2.	pH	72
4.6.6.3.	Acidez titulável	73
4.6.6.4.	Relação sólidos solúveis totais (°Brix) / acidez titulável (% ácido cítrico)	74
4.6.7.	Eficiência do uso da água – EUA	74
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>77</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>78</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>89</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Basicamente, a irrigação é uma técnica utilizada para disponibilizar água para as plantas de forma que se possa extrair o máximo de sua produtividade. E, para a realização do manejo adequado, o produtor tem que possuir um sistema de irrigação adequado para disponibilizar água desde a fonte até a cultura e saber administrar essa oferta de água.

Dentre os fatores que mais influenciam a taxa de evapotranspiração da cultura, como solo, pragas, doenças, práticas agrícolas, a própria cultura, suas características de crescimento e o clima, provavelmente, o último é o fator que mais afeta essa perda de água da cultura para a atmosfera.

Atualmente, com o desenvolvimento de novas tecnologias para a otimização da irrigação e seu manejo, tem-se desenvolvido vários sensores para a leitura mais detalhada das condições do ambiente agrícola. Com esses dados, torna-se possível ter conhecimento do que está ocorrendo nesse meio e, com isso, pode-se estimar as necessidades da cultura. Sensores de umidade no solo, radiação solar, temperatura, quantidade de água em forma de vapor na atmosfera, direção e velocidade do vento, taxa de evaporação, precipitação, dentre vários outros são comuns atualmente. Eventualmente, o valor para aquisição desses sensores está relacionado com a complexidade do material de fabricação e, ou, forma de aquisição dos mesmos.

Dentre os métodos de determinação da umidade do solo, Carvalho & Oliveira (2012) mencionam que a vantagem da tensiometria está em relação do menor custo para sua aquisição, já que se trata de material com complexidade relativamente inferior aos outros métodos, podendo se tornar uma grande ferramenta para o manejo da irrigação, acessível ao produtor.

A quantidade de água a ser aplicada na cultura é baseada na sua necessidade hídrica, de acordo com seu estágio de desenvolvimento, podendo ser estimada com a utilização de equações empíricas, baseadas em dados meteorológicos ou por meio da tensão de água no solo. Nesse caso, a união dessas duas variáveis para fins de manejo, dispõe uma visão mais completa do ambiente em que está inserida a cultura, auxiliando de forma mais detalhada no momento da tomada de qualquer decisão em relação ao seu manejo, ocasionando um menor risco de possíveis prejuízos na



produção agrícola (BERNARDO et al., 2006; CARVALHO & OLIVEIRA, 2012; MANTOVANI et al., 2009).

O tomateiro é uma cultura produzida em praticamente todo o mundo. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE, 2012), em 2010, o Brasil teve uma produção de aproximadamente quatro milhões de toneladas, sendo a região Nordeste responsável por, aproximadamente, 15% dessa produção. O estado da Bahia foi responsável por 50% da produção do Nordeste e 7% da produção nacional, sendo as mesorregiões 'Centro Sul' e 'Centro Norte' Baiano responsáveis pelas produções mais expressivas do estado. A mesorregião do Vale do São Francisco, referente ao estado da Bahia, teve expressão na produção do estado até o ano de 1998, a partir de quando a produção foi reduzida de forma significativa.

O tomateiro do tipo grape tem apresentado aumento em seu crescimento no consumo *in natura*; entretanto, como em toda região semiárida, a instabilidade climática, representada pela irregularidade da distribuição das chuvas, faz com que uma agricultura produtiva só se possa desenvolver as custas da irrigação. O tomateiro é uma cultura exigente em relação aos tratos culturais, como a exemplo da maioria das culturas olerícolas, sendo sensível ao estresse hídrico, tanto em excesso, quanto em déficit. Sendo assim, os produtores têm encontrado dificuldades no manejo da irrigação, já que para a produção comercial da cultura, o volume de água a ser aplicado é desconhecido e, conseqüentemente, ignorado.

Por causa do sistema radicular ser pouco profundo, qualquer lâmina de água que exceda a capacidade de campo, é facilmente perdida por percolação. Portanto, se for possível determinar a quantidade ideal necessária durante todo o ciclo da cultura para o seu desenvolvimento ótimo, de acordo com as características de clima e solo da localidade, esses dados poderão favorecer o desenvolvimento adequado do tomateiro grape para as características da mesorregião do Vale do São Francisco.

As altas taxas de evapotranspiração podem reduzir o crescimento e a produtividade do tomateiro grape, o que reforça a necessidade de se estudar estratégias para a utilização mais eficiente do consumo de água para a cultura.

Diante do exposto, o objetivo neste experimento foi avaliar a resposta do tomateiro grape a diferentes regimes de irrigação por gotejamento, nas condições de Casa Nova, BA, visando estabelecer a lâmina e frequência adequada de rega.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Irrigação

A agricultura irrigada tem sido importante estratégia para otimização da produção mundial de alimentos, proporcionando desenvolvimento sustentável no campo, com geração de empregos e renda de forma estável. Atualmente, mais da metade da população mundial depende de alimentos produzidos em áreas irrigadas (MANTOVANI et al., 2009).

Essencialmente, manejo de água de irrigação significa definir quanto e quando irrigar, tendo como objetivo incrementar a produtividade e a qualidade das hortaliças e, ao mesmo tempo, maximizar a eficiência do uso de água e energia e minimizar a incidência de doenças e insetos-praga e os impactos ambientais (MAROUELLI et al., 2008).

De acordo com Bernardo et al. (2006), os métodos de irrigação podem ser divididos em não pressurizados e pressurizados. Nos primeiros, classificados como irrigação por superfície, a água é conduzida por gravidade diretamente sobre a superfície do solo até o ponto de aplicação, exigindo, portanto, áreas sistematizadas em com declividades de 0 a 6%, de acordo com o tipo de irrigação. Nos métodos de irrigação pressurizados a água é conduzida em tubulações sob pressão até o ponto de aplicação. Estão incluídos nessa categoria os métodos de irrigação por aspersão, em que a água é aspergida na atmosfera, caindo em forma de chuva artificial, e os métodos de irrigação localizada, em que a água é aplicada diretamente sobre a região radicular com baixa intensidade e alta frequência.

De acordo com Silva et al. (2003b) e Mantovani et al. (2009), a irrigação localizada constitui o método de irrigação com possibilidade de manter a umidade do solo próxima da ideal, ou seja, capacidade de campo. Os dois principais sistemas de irrigação localizada são gotejamento e microaspersão, diferindo entre si quanto ao sistema de aplicação. No gotejamento se aplicam vazões menores, geralmente na faixa de 2 a 10 L.h<sup>-1</sup>, gota a gota, e na microaspersão, composta por emissores, denominados de microaspersores, através dos quais a água é aspergida, geralmente na faixa de 20 a 150 L.h<sup>-1</sup>. Por serem sistemas de alto custo, devem ser usados

preferencialmente em culturas de alto retorno econômico, como exemplo da cultura do tomateiro.

Os gotejadores são as principais peças do sistema, por caracterizarem o método localizado. Estes podem ser classificados quanto ao seu posicionamento nas linhas laterais em: sobre a linha; na linha; e no prolongamento da linha (SILVA et al., 2003b). Por causa da forma como a água é aplicada no solo, a superfície do solo pode ficar molhada de forma circular e o seu volume molhado com forma de um bulbo ou, quando os pontos de gotejamento são próximos uns dos outros, formando uma faixa molhada contínua (BERNANDO et al., 2006).

Assim como nos outros métodos, a irrigação localizada tem a função de suprir a demanda evapotranspirométrica da cultura. No entanto, diferentemente dos outros métodos, na irrigação localizada o turno de rega normalmente varia de um a três dias, o que mantém a umidade do solo na zona radicular próxima à capacidade de campo e, em consequência, a planta transpira continuamente em seu potencial máximo, o que é uma característica peculiar desde método de irrigação (MANTOVANI et al., 2009).

O manejo da água na agricultura irrigada pode ser executado com bases na demanda agrometeorológica na região, no balanço de água no solo e nas características fisiológicas das plantas. É comum o uso de mais de uma dessas bases de informação, sendo a demanda agrometeorológica associada a um balanço de água no solo a forma mais usual. Embora o monitoramento dos parâmetros fisiológicos reflita o real estado hídrico nas plantas, na prática ainda é pouco utilizado no manejo da água de irrigação, tendo em vista as metodologias disponíveis e o nível dos equipamentos necessários (CARVALHO; OLIVEIRA, 2012).

### **2.1.1. Uniformidade de distribuição e eficiência de irrigação**

Em diversos casos, a má utilização da técnica de irrigação, com baixa eficiência dos sistemas e, ou, do uso de água, provoca a falsa impressão de escassez, em razão dos desperdícios frequentes (BRITO, 2008).

A obtenção de boas produções com a menor quantidade possível de água aplicada torna a irrigação mais efetiva. A eficiência de irrigação vem a ser a

porcetagem de água incorporada ao solo na zona de profundidade efetiva das raízes, sob a forma disponível, em relação à água derivada do reservatório ou rio (KLAR, 1991).

Em alguns casos a trajetória da água, desde a fonte até a zona radicular da cultura, pode ser muito longa e então é comum dividir essa trajetória em três partes: condução, distribuição e aplicação. Condução está associada com a trajetória da água desde a fonte até sua entrada na área a ser irrigada, isto é, o trecho representado pela linha adutora do projeto, sejam tubulações, sejam canais principal e secundários. A distribuição refere-se, como indica o termo, à distribuição da água dentro do projeto, ou seja, à entrega da água às unidades terciárias ou às unidades de irrigação, aquelas que recebem água de uma mesma derivação. E, finalmente, a aplicação consiste no uso da água dentro das unidades, ou parcelas irrigadas, isto é, a aplicação da água no solo propriamente dita (BRITO, 2008).

A uniformidade da irrigação tem como objetivo básico melhorar a produtividade e, ou, a rentabilidade da propriedade. Nas situações em que a água é abundante e seu preço muito baixo, os problemas de um manejo inadequado não são destacados, talvez porque estes sejam de caráter indireto ou de longo prazo. No entanto, quando a água é limitada, caso de muitas regiões brasileiras, um manejo eficiente tem implicações muito importantes, tanto pela necessidade de atender às demandas agrícolas como pela competitividade com outras demandas (MANTOVANI et al., 2009).

A eficiência de aplicação ( $E_A$ ) refere-se à relação entre o volume de água disponibilizado para a cultura e o volume aplicado pelo emissor. Podem-se obter altos índices de eficiência empregando-se um dimensionamento correto do sistema, equipamentos adequados e um manejo racional da água. Nos sistemas de aspersão, microaspersão e gotejamento em videiras, os valores de  $E_A$  variam normalmente de 80% a 90%. Isso quer dizer que entre 80% e 90% do volume de água aplicado ficará disponível para a planta. Se a eficiência for baixa haverá a necessidade de se aplicar um volume maior para compensar as perdas, significando um desperdício de água e energia (CONCEIÇÃO, 2005).

### 2.1.2. Manejo da água baseado em dados meteorológicos

A evapotranspiração é a junção dos fenômenos de evaporação, tanto da superfície do solo quanto da cultura, e da transpiração das plantas. Sendo assim, caso se possa determinar ou estimar a quantidade de água evapotranspirada de uma determinada cultura de forma eficaz torna-se possível aplicar uma lâmina a fim de promover a reposição dessa água para a cultura.

Segundo Xu & Singh (2002), existem uma multiplicidade para a estimativa da evapotranspiração, que podem ser agrupadas em cinco categorias: (1) balanço hídrico, (2) transferência de massa, (3) métodos combinados, (4) radiação e (5) baseados em temperatura. A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) adotou o método proposto por Penman-Monteith, apresentado no Relatório Técnico em Irrigação e Drenagem de número 56 pelos autores Allen et al. (1998), como padrão para a estimativa da evapotranspiração de referência.

A  $ET_0$ , atualmente, é conceituada como a taxa de evapotranspiração (ET) de uma cultura hipotética, com altura uniforme de 0,12 m, resistência do dossel da cultura de  $70 \text{ s.m}^{-1}$  e albedo de 0,23. Esse conceito de  $ET_0$  assemelha-se bastante ao de ET de uma superfície extensa coberta com grama de altura uniforme, em crescimento ativo, e cobrindo completamente a superfície do solo e sem restrição de umidade. O método combinado de Penman-Monteith tem fornecido melhores resultados de estimativa da  $ET_0$  para o caso dessa cultura hipotética de referência, atendendo tanto à definição original de ET potencial de Penman quanto ao conceito de  $ET_0$  da FAO (GOMIDE; MAENO, 2008)

De acordo com Carvalho & Oliveira (2012), o boletim da FAO 56 propôs uma padronização nos conceitos relativos à evapotranspiração (ET), caracterizando-a como evapotranspiração de uma cultura de referência ou evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), evapotranspiração da cultura em condição padrão ( $ET_c$ ) e evapotranspiração em condição não padronizada [ $ET_{c(aj)}$ ].

A  $ET_{c(aj)}$  refere-se à taxa de evapotranspiração de uma cultura fora da condição padrão. Em campo, muitas vezes a cultura apresenta certos sintomas associados à escassez hídrica ou nutricional, problemas fitossanitários e competição com plantas invasoras, que tentam impedir o desenvolvimento de seu potencial produtivo e, por isso, a  $ET_{c(aj)}$  torna-se inferior à  $ET_c$ . Ressalta-se, no entanto, que o uso da  $ET_{c(aj)}$  não

significa que a cultura já apresente sintomas de estresse hídrico, mas que a quantidade de água armazenada no solo não permite que apresente máxima evapotranspiração. Caso essa condição persista, a cultura pode então apresentar sintomas de escassez hídrica, comprometendo seu desenvolvimento (CARVALHO; OLIVEIRA, 2012).

### **2.1.3. Manejo da água baseado no balanço de água no solo**

O solo é um recurso básico que suporta toda a cobertura vegetal de terra. Nessa cobertura, incluem-se não só as culturas como, também, todos os tipos de árvores, gramíneas e raízes que podem ser utilizadas pelo homem (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999). Young et al. (1999) afirmam que as variações dos atributos físicos e hídricos do solo estão relacionadas ao material de origem, ao ambiente de deposição de sedimentos e principalmente às pequenas variações do relevo, uma vez que regula o tempo de exposição dos materiais à ação do intemperismo.

O conhecimento do comportamento dos atributos físico-hídricos do solo torna-se uma premissa básica quando se pretende estabelecer práticas de manejo adequadas de solo e de culturas, pois a não observância desses conceitos ocasionará em erros na amostragem e no manejo do solo. Isso decorre da ampla variação espacial dos atributos do solo e sentido e direção dos fluxos da água (IQBAL et al., 2005).

As pontes de hidrogênio determinam as duas forças básicas responsáveis pela retenção e movimento da água no solo: a atração entre moléculas de água (coesão) e atração das moléculas de água pelas superfícies sólidas (adesão). Pela adesão (também chamada adsorção), algumas moléculas de água são firmemente retidas nas superfícies das partículas sólidas do solo. Por sua vez, estas moléculas de água retidas por adesão retêm por coesão outras moléculas de água mais distantes das superfícies sólidas. Juntas, as forças de adesão e coesão tornam possível que as partículas sólidas do solo retenham água, controlando seu movimento e uso (BRADY, 1989).

A retenção e o movimento da água no solo, sua absorção e translocação nas plantas, e sua perda para a atmosfera são fenômenos relacionados à energia.

Diferentes tipos de energia estão envolvidos, incluindo energia potencial e cinética. A energia cinética é certamente um fator importante no movimento da água em um rio, mas o movimento da água nos solos é tão lento que o componente da energia cinética pode ser desprezado. A energia potencial é a mais importante na determinação do estado e movimento da água no solo (BRADY, 1989). A água move segundo um gradiente do potencial total. O equilíbrio é alcançado quando o gradiente se torna zero, isto é,  $\Psi_t$  é constante no sistema. Entretanto, os componentes de  $\Psi_t$  podem diferir de local para local, em um sistema em equilíbrio (ANDRADE et al., 2008). Brady (1989) complementa que ao considerarmos a energia, devemos ter em mente que todas as substâncias, incluindo a água, tendem a se mover ou mudar de um estado de maior energia para um de menor. Portanto, se conhecermos os níveis de energia em diferentes pontos no solo, pode-se prever a direção do movimento. São as diferenças nos níveis de energia entre locais vizinhos que influenciam o movimento da água.

A capacidade de campo considera o limite superior de água disponível no solo, equivale à condição de umidade do solo em que a água se encontra em equilíbrio com as forças gravitacionais, ou seja, é a condição de umidade do solo após a drenagem ter cessado, em um solo previamente saturado por chuva ou irrigação (ANDRADE et al., 2008).

O ponto de murcha permanente é usado para representar o teor de água no solo, abaixo do qual a planta não conseguirá retirar água a uma taxa suficiente para suprir a demanda atmosférica, aumentando, a cada instante, a deficiência de água, o que pode acarretar ou não a morte da planta. Se a planta receber irrigação imediatamente após esse estresse, ela poderá recobrar a turgidez, mas os danos fisiológicos, com provável comprometimento da produtividade, já terão acontecido. Para efeitos práticos, o ponto de murcha permanente representa o limite mínimo de água armazenada no solo, que será extraída pelos vegetais (BERNARDO et al., 2006; OR; WRAITH, 1997).

A disponibilidade total de água do solo é uma característica do solo, que corresponde à água nele armazenada no intervalo entre as umidades correspondentes à capacidade de campo e ao ponto de murcha permanente. Pode ser expressa em altura de lâmina de água, por profundidade do solo, geralmente de mm de água por cm de solo, ou em volume de água por unidade de área de solo (BERNARDO et al., 2006).

#### **2.1.4. Retenção de água no solo**

A retenção de água é uma importante característica dos solos e está relacionada às forças superficiais que determinam o nível de energia da água no solo. Como qualquer corpo da natureza, a água no solo pode conter energia e, pelo fato de se movimentar no solo com baixa velocidade, a energia potencial da água do solo constitui importante ferramenta para a determinação do seu estado energético e estudo do seu movimento. Basicamente, há dois processos responsáveis pela retenção da água do solo: o primeiro se relaciona com a microporosidade do solo e é ilustrado pelo fenômeno da capilaridade, uma vez que a estrutura física dos solos pode ser comparada a uma composição irregular de tubos capilares; o segundo é denominado de adsorção e ocorre na superfície das partículas do solo. Neste caso, atuam as forças de Van der Waals e as forças eletromagnéticas exercidas pelas superfícies coloidais das partículas sobre a água. O conjunto dessas forças possibilita aos sólidos reter água e controlar a sua movimentação e, conseqüentemente, a sua disponibilidade (CARVALHO; OLIVEIRA, 2012).

#### **2.1.5. Irrigação com base na tensiometria**

Para obtenção desses dados de disponibilidade hídrica no solo, alguns aparelhos são utilizados, destacando-se os tensiômetros, que são instrumentos que medem a tensão com que a água é retida no solo em seus espaços porosos de diferentes diâmetros (macro e microporos), devido à capilaridade que é um fenômeno físico responsável pela descida e subida do nível de água no solo, através dos condutos capilares, gerando uma pressão negativa na interface entre a água e as partículas sólidas do solo denominadas de potencial matricial (BEZERRA et al., 2012).

Tensiômetro é um equipamento utilizado para a medição direta da tensão de água no solo, sendo a umidade do solo determinada de forma indireta. É constituído por uma cápsula de cerâmica, ligada por meio de um tubo a um vacuômetro, em que a tensão é lida. Os tipos mais utilizados são os com vacuômetros metálicos, de



mercúrio e digital (tensiômetro + tensímetro digital para leitura) (MANTOVANI et al., 2009).

A força de atração das moléculas de água pelas partículas do solo é denominada tensão de água do solo ou potencial matricial. Quando o solo está cheio d'água, esta atração ou tensão é baixa e, à medida que o solo seca, a força de retenção cresce. Ao se instalar um tensiômetro no solo, há uma tendência de equilíbrio entre a água do solo e a água do aparelho através da cápsula. A água do solo, estando sob tensão, exerce uma sucção sobre o aparelho e dele retira certa quantidade de água causando a queda de sua pressão interna (vácuo), a qual é detectada pelo vacuômetro metálico ou pelo de mercúrio. Quanto mais seco o solo, maior será o vácuo produzido (REICHARDT, 1978; SILVEIRA; STONE, 2001).

Para transformar os resultados de tensão, lidos no tensiômetro, em dados de umidade do solo, precisa-se diferenciar a curva de retenção de água no solo. Essa curva é diferenciada em cada tipo de solo e deve ser feita em laboratórios de física de solos (MANTOVANI et al., 2009).

#### **2.1.6. Curva de retenção de água no solo**

A relação funcional entre o teor de água no solo, na base peso ou volume, e o potencial matricial é chamada “curva característica” ou “curva de retenção de água no solo”. Como o próprio nome indica, é típica de cada solo. A curva de retenção de água no solo é empregada na modelagem do movimento de água no solo. Como o fluxo de solutos no solo é relacionado ao fluxo de água, também é importante na modelagem de transporte de solutos (sais e agroquímicos). A curva de retenção de água no solo pode ser avaliada medindo-se o teor de água do solo e o potencial matricial simultaneamente, em mudanças sucessivas do teor de água conforme o tempo (ANDRADE et al., 2008).

De acordo com Carvalho & Oliveira (2012), a curva de retenção de água no solo pode ser obtida a partir de dados correlacionados de potencial matricial ( $\Psi_m$ ) e umidade ( $\theta$ ). Para isso, é utilizado um equipamento denominado membrana ou placa de pressão de Richards, que se caracteriza por uma câmara de pressão conectada à atmosfera por meio de uma placa sobre a qual são colocadas amostras de solo

saturadas. Em função de diferentes regulagens de válvulas, o equipamento permite a retirada de água das amostras de solo, por meio de sucção em diferentes tensões (pressão negativa). Assim, é possível a obtenção de valores de umidade no ponto de murcha permanente ( $\theta_{pm}$ ), os quais são normalmente associados às tensões de -1500 kPa. Uma curva de retenção de água no solo é construída com, no mínimo, seis pares de dados ( $\theta \times \Psi$ ), sendo normalmente utilizadas as tensões de 0, 10, 30, 100, 300, 500, 1000 e 1500 kPa. Os valores de 30 e 1500 kPa se referem aos valores de umidade na capacidade de campo ( $\theta_{cc}$ ) e no ponto de murcha permanente ( $\theta_{pm}$ ), respectivamente. Desde que a geometria do sistema não varie muito com o tempo, a curva de retenção é única e não precisa ser determinada em cada experimento.

Segundo Reichardt (1988), a quantidade de água retida no solo e que pode ser expressa em massa de água retida, por unidade de massa de matriz ( $\text{kg.kg}^{-1}$ ), volume de água retido por unidade de volume de solo ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) ou altura de água (m, cm ou mm), depende das condições iniciais do molhamento do solo e das condições de contorno do sistema solo-água. Trata-se de um processo dinâmico, variável no espaço e no tempo. Carvalho e Oliveira (2012) informaram que o processo de redistribuição é contínuo e não apresenta interrupções abruptas ou níveis estáticos quando a umidade em capacidade de campo tem potenciais matriciais entre -6 e -30 kPa. Apesar de o fluxo de água no solo decrescer com o tempo em resposta à redução do gradiente de potencial na frente de molhamento e pela diminuição brusca da condutividade hidráulica, o processo de redistribuição da água no solo continua indefinidamente e a tendência de equilíbrio ocorre depois de longo período. Bernardo et al. (2006) mencionaram que a tensão correspondente à capacidade de campo, dependendo do tipo de solo, pode variar de 5 a 33 kPa. Em solos arenosos é comum encontrar a capacidade de campo com valores de 10 kPa; e em solos de textura fina típico, 33 kPa.

A descrição matemática da curva é de interesse para a caracterização, a modelagem e a análise de diferentes solos e cenários físico-hídricos. Uma expressão matemática para a curva de retenção deve conter poucos parâmetros para simplificar a sua estimativa e descrever o comportamento da curva de retenção, que é visivelmente não-linear, em toda a sua extensão (OR; WRAITH, 1997). Um dos modelos que é muito utilizado atualmente é o desenvolvido por Van Genuchten (1980).

### **2.1.7. Eficiência do uso da água**

A eficiência do uso da água (EUA) está relacionada à acumulação de biomassa ou produção comercial com a quantidade de água aplicada ou evapotranspirada pela cultura (SOUSA et al., 2000). Dentre os meios e as técnicas adotadas para aumentar a eficiência do uso da água em agricultura irrigada, o emprego da irrigação por gotejamento com o fornecimento de água com alta frequência e em baixo volume, se mostrou adequado na elevação da EUA (SRINIVAS et al., 1989).

A distribuição da água e a manutenção de níveis ótimos de umidade no solo durante todo o ciclo da cultura reduzem as perdas de água por drenagem e os períodos de estresse hídrico da cultura, aumentando assim a EUA. Isto pode ser atingido com aplicações de água com maior frequência e em menores lâminas de irrigação (LIN et al, 1983; SRINIVAS et al., 1989; MISHRA et al., 1995; SAEED; EL-NADI, 1997; SOUSA et al., 1998). Lin et al. (1983) verificaram valores elevados de EUA sob baixo regime de irrigação em tomateiro.

## **2.2. Cobertura plástica**

Atualmente, existem vários métodos e técnicas que auxiliam na redução da lâmina aplicada para a cultura. Dentre os métodos utilizados, existe a forma de cobrir a superfície do solo com o filme de polietileno, a fim de evitar maior evaporação da água do solo, localizada próxima as raízes, fazendo com que necessite repor menor quantidade de água via irrigação.

A utilização de cobertura plástica compreende uma técnica que protege a planta contra pragas do solo, controla a incidência de plantas daninhas, conserva a umidade próxima a superfície do solo, aumenta a concentração de raízes na parte mais aquecida e mais fértil do perfil do solo, aumenta a atividade microbiana e evita a lixiviação de nitrato e potássio, elementos importantes para a nutrição do tomateiro (CLARK; MAYNARD, 1992; TSEKLEEV et al., 1993). O uso de filme plástico como cobertura (“mulching”), conserva a umidade e a temperatura do solo, diminuindo a

amplitude térmica e a umidade relativa, favorecendo ainda o metabolismo da planta e a precocidade do ciclo vegetativo (LOPES, 1997; MARTINS et al., 1999).

### 2.3. A cultura do tomateiro

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é a segunda hortaliça em importância no Brasil (RONCHI et al., 2010), originário da região andina, desde o Equador até o norte do Chile (HIGUTI et al., 2010). O tomate é uma das hortaliças mais plantadas no mundo, principalmente por causa de seu valor nutritivo (sendo fonte de minerais, vitaminas, ácidos orgânicos, aminoácidos essenciais, antioxidantes, dentre outros) (SAVIĆ et al., 2008). O tomateiro é uma solanácea herbácea, com caule flexível e incapaz de suportar o peso dos frutos e manter a posição vertical. Da sementeira até a produção de novas sementes, o ciclo biológico varia de quatro a sete meses, incluindo-se de um a três meses de colheita. A planta apresenta dois hábitos de crescimento distintos: indeterminado, o crescimento vegetativo da planta é vigoroso e contínuo, ocorrendo juntamente com a produção de flores e frutos; e o determinado, crescimento vegetativo menos vigoroso, em que as hastes crescem mais uniformemente e a planta assume a forma de uma moita. Em relação à quantidade de água necessária, as raízes necessitam encontrar um teor mínimo de 80% de água útil no solo, ao longo do ciclo da cultura (FILGUEIRA, 2008).

Naika et al. (2006) afirmam que o tomate não é resistente a seca e, por conseguinte, os rendimentos diminuem consideravelmente após curtos períodos de escassez de água. Filgueira (2008) afirmou que para a cultura do tomateiro, a irrigação influencia não apenas a produtividade, mas também a qualidade dos frutos, inclusive reduz a incidência de anomalias fisiológicas, destacando-se a podridão apical. As raízes necessitam encontrar um teor mínimo de 80% de água útil no solo, ao longo do ciclo da cultura, inclusive durante a colheita, enquanto houver frutos comerciáveis na planta.

Dentre os vários grupos de tomate, existem os que são classificados como mini tomates (var. *cerasiforme*), e neste estão incluídos o tomate cereja e o tomate grape, este último também conhecido como tomate pera.

Este tipo de tomate é bastante consumido por apresentar diversas propriedades fitoquímicas, sendo a atividade antioxidante uma das mais destacadas (Guilherme et al., 2008); além disso, tem grande quantidade de nutrientes e elevados teores de sólidos solúveis (SST) (MEDEIROS et al., 2011).

A temperatura e a umidade relativa são fatores de clima que exercem maior influência nos diversos estádios de desenvolvimento do tomateiro. Mesmo suportando uma ampla variação térmica, a temperatura ótima da maioria das variedades situa-se entre 21 a 24°C. As plantas podem sobreviver certa amplitude de temperatura, mas abaixo de 10°C e acima de 38°C danificam-se os tecidos das mesmas, podendo acarretar também uma acentuada queda de flores, o que reduz substancialmente a produtividade. A umidade relativa excessivamente elevada favorece a ocorrência de doenças que limitam o desenvolvimento da cultura (ALVARENGA, 2004; NAIKA et al., 2006).

Os consumidores consideram o mini tomate um produto de alta qualidade e com sabor reconhecidamente superior ao tomate de mesa tradicional. Por isso, geralmente, aceitam o preço mais elevado desse produto, que se deve, principalmente, ao superior custo de colheita e à inferior produção por área, quando comparado ao tomate de mesa tradicional (FERNANDES, 2005).

O tomate grape está ganhando popularidade entre os consumidores por causa de seu sabor, doçura, potenciais benefícios para a saúde e a facilidade de consumo. A maioria dos tomateiros grape são de crescimento indeterminado (SIMONNE et al., 2007). O tomate foi classificado como grape por possuir formatos elipsoide e oblongo, semelhantes aos formatos de algumas variedades de "uva".

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no município de Casa Nova, BA, durante o período de agosto de 2012 a março de 2013. As coordenadas geográficas são: latitude de 9° 19' 36" S; longitude de 40° 47' 53" O; e altitude de 399 metros. De acordo com os dados das “normais climatológicas” (1961-1990) do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (RAMOS et al., 2009) e a classificação de Köppen, explicitada por Pereira et al. (2007), o clima local é do tipo BSw<sub>h</sub>, ou seja: semiárida (B); com precipitação média anual em torno de 500 mm (S), distribuídas irregularmente, concentradas principalmente aos meses de janeiro a abril (w); e temperatura média anual acima de 18 °C (h).

#### **3.1. Preparação e condicionamento das mudas**

O tomate grape utilizado foi um híbrido F1, cultivar Guaraci, de crescimento indeterminado. Para o preenchimento das células das bandejas de polietileno, o substrato utilizado foi preparado com fibra de coco e húmus de minhoca, em proporção de 2:1, respectivamente. As sementes foram implantadas no dia 21 de agosto de 2012 (Figuras 1a e 1b). Em seguida, as bandejas das mudas foram acondicionadas em casa de vegetação (Figura 1c) disposta no sentido Norte-Sul revestida, nas laterais e parte superior, com tela de sombreamento (sombrite) 50%, fabricada em polietileno de alta densidade.



Figura 1. a) Bandejas de polietileno de 200 células, contendo as plântulas com substrato; b) bandeja com as plântulas emergidas uma semana após implantação; e c) casa de vegetação da fazenda.

As irrigações das mudas foram realizadas por meio de bomba costal, com capacidade de cinco litros, em três frequências durante o dia, de modo que cada irrigação foi realizada até que o substrato ficasse visualmente saturado.

As adubações foliares foram realizadas em 30 e 45 dias após a semeadura. Aos 30 dias após a implantação, foi aplicado por meio de bomba costal, com capacidade de 5 litros, fertilizante com 14% N + 40%  $P_2O_5$  + 5%  $K_2O$  + 13  $SO_3$  + 0,1 B + 0,05 Cu + 0,1 Fe + 0,01 Mo + 0,1 Zn em proporção de 25 g 20 L<sup>-1</sup>; e fertilizante com 13% N + 5%  $K_2O$  em proporção de 25 mL.20L<sup>-1</sup>, respectivamente. Aos 45 dias após a implantação, foi feita a submersão das bandejas em calda de 150 litros, contendo: 200 g de fertilizante com 14% N + 40%  $P_2O_5$  + 5%  $K_2O$  + 13  $SO_3$  + 0,1 B + 0,05 Cu + 0,1 Fe + 0,01 Mo + 0,1 Zn, e 300 mL de fertilizante contendo 13% N + 5%  $K_2O$ , somente na região que compreende as raízes.

### 3.2. Preparação e características da área experimental

#### 3.2.1. Determinação das características físicas do solo

Para se determinar as características granulométricas de solo da área experimental, foram coletadas 20 amostras simples das camadas: 0,00 a 0,20 m; e 0,20 a 0,50 m, para compor uma amostra composta de cada camada (EMBRAPA, 1997); e encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solo e Planta, do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, Campinas, SP. O solo da área foi classificado, de acordo com Lemos & Santos (1996), como textura “franco arenosa” para as duas camadas e porosidade total de 39 e 45 % para as camadas de 0,00-0,20 m e 0,20-0,50 m, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Composição granulométrica, classificação da textura do solo e proporção de porosidade total, microporosidade e macroporosidade do solo da área experimental

Prof. (m)	Frações da amostra total (%)			Composição granulométrica (g.kg <sup>-1</sup> )				Clas. Tex.	Porosidade Umidade (m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> )		
	Calh 200-20 mm	Casc 20-2 mm	terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,2 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm		Total	Micro	Macro
0,00-0,20	0	0	100	500	380	40	80	Franco arenos	0,39	0,25	0,13
0,20-0,50	0	0	100	470	400	20	110	Franco arenos	0,45	0,32	0,13

Para a elaboração da curva de retenção de água do solo, foi adotada a metodologia proposta por Van Genuchten (1980). Para as coletas das amostras indeformadas de solo no campo, foi utilizado o método proposto por Silveira et al. (2001). Os anéis foram tampados nas duas extremidades com papel alumínio. As amostras foram numeradas, acondicionadas em caixa de papelão e encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solo e Planta, do IAC, em que forneceu os sete pares de dados referentes ao potencial matricial do solo ( $\Psi_m$ ) com sua respectiva umidade ( $\theta$ ), para as camadas de 0,00-0,20 m e 0,20-0,50 m (Tabela 2). Com esses resultados e o auxílio do programa denominado Soil Water Retencion Curve – SWRC, foi possível



traçar as curvas de retenção de água para cada camada (Figura 2) (equações 1 e 2). Na Tabela 2 estão apresentados os valores de umidade, correlacionados com seu respectivo potencial matricial e a densidade do solo, para cada camada do solo.

Tabela 2. Dados correlacionados de potencial matricial ( $\psi_m$ ) e umidade ( $\theta$ ); e densidade do solo, para cada camada do solo da área experimental

Profundidade (m)	Amostra saturada	6 kPa	10 kPa	30 kPa	50 kPa	100 kPa	500 kPa	1.500 kPa	Densidade do solo kg m <sup>-3</sup>
	Umidade m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup>								
0,00 – 0,20	0,39	0,25	0,15	0,10	0,09	0,07	0,07	0,07	1860
0,20 – 0,50	0,45	0,32	0,21	0,14	0,14	0,10	0,08	0,08	1830

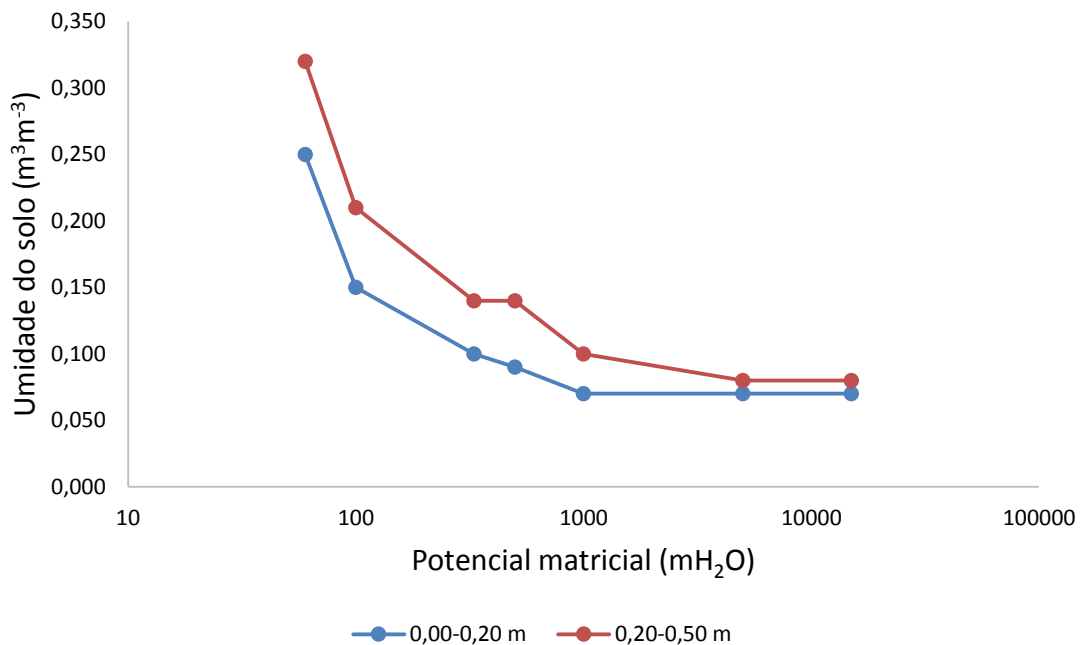


Figura 2. Curvas de retenção de água do solo, nas camadas de 0,00-0,20 m; e 0,20-0,50 m.

$$\theta_{0,00-0,20m} = 0,07 + \frac{0,39 - 0,07}{[1 + (0,0268 \Psi_m)^{8,99}]^{0,1465}} \quad (1)$$

$$\theta_{0,20-0,50m} = 0,077 + \frac{0,45 - 0,077}{[1 + (0,0249 \Psi_m)^{10,4167}]^{0,0782}} \quad (2)$$

Em que:

$\theta$  ( $\Psi_m$ ): relação funcional entre a umidade ( $\theta$ ), com base em volume, e o potencial matricial ( $\Psi_m$  em m);

$\Psi_m$ : potencial matricial (a unidade é variável conforme ajuste);

Para a limpeza e preparação da área foi realizada operação de aração mecanizada e levantamento dos canteiros (camalhões) de forma não mecanizada, permanecendo os camalhões com as dimensões de: 72,00 x 0,60 x 0,30 metros de comprimento, largura e altura, respectivamente. Foram utilizadas três linhas de produção, com 2,80 m de espaçamento entre elas, sendo somente a linha do meio utilizada para as análises dos tratamentos, ficando as duas laterais utilizadas para bordadura. Cada linha de produção do camalhão foi composta de: uma estaca de madeira (mourão) de, aproximadamente, três metros de comprimento, instalada em cada extremidade, inclinada em torno de 45° para o sentido oposto a linha, de forma que serviram de sustentação para os arames, amarrados no mourão (Figura 3a), conseguindo suportar o peso total dos tomateiros que foram conduzidos amarrados (tutorados) com fita plástica (fitilhos) nos arames (Figura 3b). Ao longo da linha foram implantadas estacas no sentido vertical, de forma que ficassem em torno de três metros de altura, para que servissem de auxílio na sustentação dos arames.

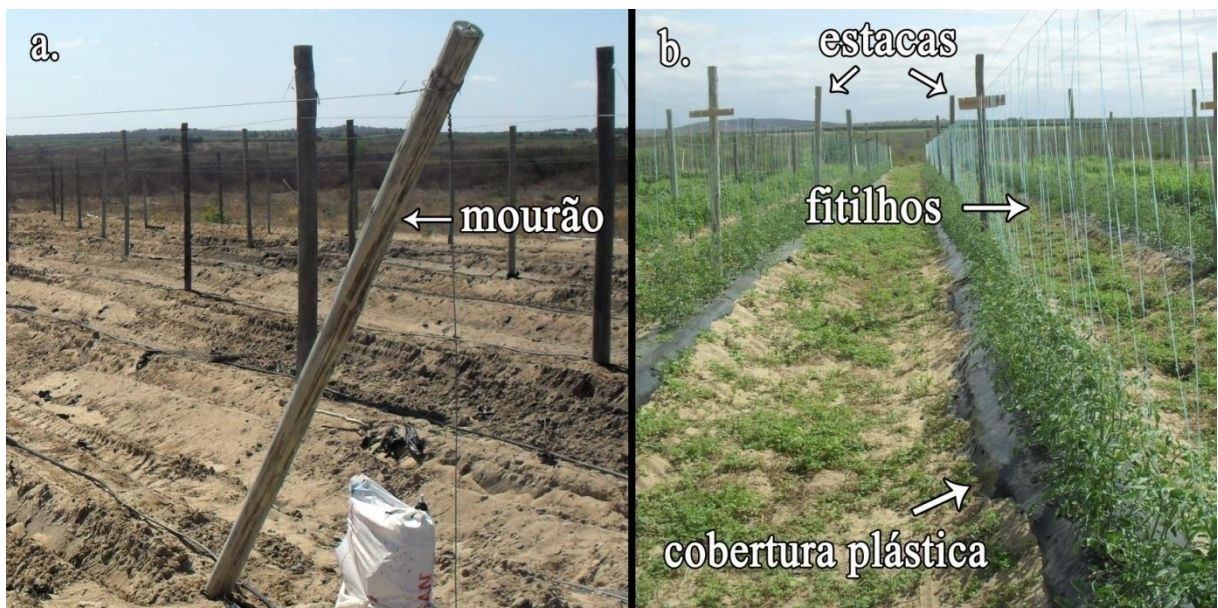


Figura 3. a) Linhas de produção da área experimental, com as estacas e mourões; b) área experimental com cobertura plástica e cultura implantada.

### **3.2.2. Adubação de fundação**

Para preparação das covas, aplicou-se um lastro de adubação de fundação de 250 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca (12%) e S (6%); 300 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca (32%) e Mg (2%); e 100 kg.ha<sup>-1</sup> de fertilizante a base de nitrogênio.

### **3.2.3. Condução da cultura**

A cultura foi conduzida de forma que ficassem somente seis hastes, de cada planta, para seu desenvolvimento, ficando cada fitilho (sentido vertical) com duas ou três hastes, amarradas por fita plástica.

Houve eliminação de brotos laterais e foram aplicados produtos fitossanitários recomendados para o controle de pragas e doenças.

As capinas eram realizadas de forma manual, com utilização de enxada, em intervalos médios de três a quatro semanas.

### **3.2.4. Implantação da cobertura plástica sobre a superfície do solo**

Na superfície dos camalhões foram instaladas coberturas plásticas de coloração preta, com 1,20 m de largura, em todo seu comprimento. Posteriormente, para a implantação das mudas, perfurou a cobertura plástica no espaçamento utilizado para este experimento, 0,40 m entre plantas.

### **3.2.5. Barreiras para divisão dos tratamentos**

Entre cada subparcela foram inseridas no solo, verticalmente no sentido transversal à linha de produção, “barreiras” de plástico de, aproximadamente, 0,40 x

0,40 x 0,002 m de comprimento, largura e espessura, respectivamente; para evitar a interferência da lâmina de água de um tratamento para o outro, com o deslocamento lateral da água dentro do perfil do solo (Figura 4).



Figura 4. Preparação da instalação da barreira de plástico entre cada subparcela.

### 3.2.6. Fertirrigação

Foi utilizado um reservatório de 0,50 m<sup>3</sup>, para a realização da diluição dos fertilizantes. A injeção dos fertilizantes foi feita por meio de injetor tipo Venturi, acoplado a um conjunto motobomba.

A fertirrigação era realizada no início da irrigação diária, momento em que todos os tratamentos eram acionados ao mesmo tempo. Ao final da fertirrigação, dava-se início as frequências respectivas a cada tratamento.

### 3.2.7. Implantação das mangueiras

A área experimental se localiza a, aproximadamente, 50 metros de distância do cabeçal de controle. A água era canalizada em tubulações de policloreto de vinila (PVC) com 100 mm de diâmetro. Para que a irrigação ocorresse respeitando a pressão recomendada para o sistema de gotejamento, foi implantada uma válvula de controle de fluxo (piloto), com o objetivo de manter a pressão do sistema constante em 100 kPa. Após a válvula, foi implantado um manômetro para aferir a pressão e, com isso, poder regulá-la. Da tubulação, de 100 mm de diâmetro, foram instaladas três mangueiras de polietileno de 16 mm de diâmetro, que se encontraram por meio de conexões do tipo união e “tê” (T) para a montagem dos registros de controle para os tratamentos.

### 3.3. Avaliação do sistema de irrigação

Foram utilizados tubos gotejadores com espaçamento de 0,30 m entre emissores, vazão de 1,7 L.h<sup>-1</sup> e com a espessura da parede do tubo de 0,63 mm.

Para a avaliação da uniformidade de distribuição, foi adotada a metodologia proposta por Keller & Karmeli (1975), em que se coletou a vazão de quatro emissores, localizados: no início, a 1/3, a 2/3 e no final da linha; durante um período de 10 minutos e depois transformando o valor em L h<sup>-1</sup>. Com os valores de vazão, foi determinado o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), descrita na equação 3:

$$CUD = \frac{q_{25}}{\bar{q}} 100 \quad (3)$$

Em que:

CUD: coeficiente de uniformidade de distribuição (%);

q<sub>25</sub>: média das 25% menores vazões coletadas; e

q: vazão média coletada.

Com a metodologia proposta por Keller & Karmeli (1975), torna-se possível obter uma visão geral da variação de vazão em toda a área, nesse caso em toda a linha, já que são coletados valores desde o início da linha de produção, até seu final. Com tal

metodologia, foram obtidas as seguintes vazões: 1,260; 1,344; 1,320; e 1,350 L h<sup>-1</sup> para os pontos de início, 1/3, 2/3 e final da linha, respectivamente.

Para a estimativa da eficiência do sistema de irrigação ( $E_i$ ), foi utilizada a metodologia proposta por Vermeiren & Jobling (1997) para sistemas localizados, em que a eficiência é estimada em, aproximadamente, 90% do coeficiente de uniformidade de distribuição (equação 4), ou seja:

$$E_i = 0,9 \times CUD \quad (4)$$

### 3.4. Variáveis analisadas

As variáveis analisadas da cultura foram: produtividade total; produtividade comercializável; número total de frutos por planta; número de frutos comercializáveis por planta; massa média dos frutos; massa média comercializável dos frutos; potencial hidrogeniônico (pH); teor de sólidos solúveis totais (SST); acidez total titulável (AT); relação SST/AT; presença de defeitos (leves e graves): podridão, podridão apical, ferida, passados, rachados, deformados, imaturos, com queima devida à radiação solar direta, atacados por patógenos, e eficiência do uso da água.

A amostragem de defeitos foi baseada na classificação proposta pela CEAGESP (2003):

- Podridão: com dano patológico e/ou fisiológico que implicou em qualquer grau de decomposição, desintegração ou fermentação dos tecidos;
- Podridão apical: com dano fisiológico caracterizado por necrose seca na região apical do fruto;
- Ferida: que apresentaram lesão de origem mecânica ou fisiológica;
- Passados: apresentaram um avançado estágio de maturação;
- Rachados: frutos que apresentaram rompimento do epicarpo e parte do mesocarpo, de forma linear, deixando a polpa do fruto à amostra;
- Deformados: foram aqueles que apresentaram alteração da forma característica da variedade;

- Imaturos: aqueles que não alcançaram o estágio de maturação ideal ou comercial, ou seja, quando ainda não é visível o início de amarelecimento na região apical do fruto;
- Queimados: foram aqueles que apresentaram zona de cor marrom, provocada pela ação do sol, atingindo a polpa;
- Atacados por patógenos: foram aqueles que apresentaram lesão causada por pragas.

Os frutos considerados comercializáveis foram aqueles que não apresentaram os defeitos citados anteriormente.

Para os resultados de massa total e comercializável, foi utilizada balança comercial e os valores foram expressos em kg. Os números de frutos foram expressos em quantidade. Para a massa média de frutos foi realizada a relação entre massa e a quantidade de frutos.

Para análise das características físico-químicas foram escolhidos, aleatoriamente, em cada coleta, 10 frutos comercializáveis. Todos os frutos foram lavados com água destilada, secados em papel absorvente e, posteriormente, foram triturados e submetidos à análise das características físico-químicas da polpa. Para a análise do potencial hidrogeniônico foi utilizado um pHmetro digital de bancada. A determinação dos sólidos solúveis totais se baseou na metodologia descrita por Moretti et al. (1998), com a utilização de refratômetro digital portátil, em que era colocada uma pequena quantidade do material homogeneizado sobre a superfície do prisma, realizando a leitura de forma direta e expressando o valor em °Brix. A acidez total titulável (mg de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> de polpa) foi determinada de acordo com o AOAC (2000), em que pesou cerca de cinco gramas da amostra, que foram diluídos em 40 mL de água destilada e acrescentado solução de 0,3 mL de azul de bromotimol como indicador ácido-base. Cada amostra foi frequentemente agitada durante o processo de titulação automática, utilizando NaOH 0,1 N, até atingir a neutralização. O resultado foi expresso sob forma de porcentagem de ácido cítrico. O índice de maturação foi calculado por meio da relação dos SST/AT, conforme IAL (2008).

### 3.5. Delineamento experimental, análise estatística e tratamentos

O delineamento experimental foi realizado em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, em que foram realizadas três lâminas de irrigação (parcelas):  $0,75 \times ET_{loc}$  ( $L_1$ );  $1,00 \times ET_{loc}$  ( $L_2$ ); e  $1,25 \times ET_{loc}$  ( $L_3$ ) e, para cada parcela, foram utilizadas três frequências diárias (subparcelas): uma ( $F_1$ ), duas ( $F_2$ ) e três ( $F_3$ ) vezes ao dia. Sendo assim, foram quatro blocos (repetições), totalizando 12 parcelas e 36 subparcelas.

Em cada subparcela do experimento continham cinco plantas, porém, foram utilizadas somente três plantas para realização das análises e duas foram utilizadas como bordadura (uma em cada extremidade). Nesse caso, cada subparcela correspondeu a uma área de  $2,00 \times 2,80$  m ( $5,60$  m<sup>2</sup>), sendo  $1,20 \times 2,80$  m de área útil ( $3,36$  m<sup>2</sup>). Cada parcela representava três subparcelas, ou seja,  $6,00 \times 2,80$  m ( $16,80$  m<sup>2</sup>) e cada bloco (repetição) correspondeu a  $18,00 \times 2,80$  m ( $50,40$  m<sup>2</sup>), possuindo assim, a área total (com as linhas de bordadura) de  $72,00 \times 8,40$  m ( $604,80$  m<sup>2</sup>), das quais  $120,96$  m<sup>2</sup> foram de área útil total. Esses valores representam somente a área de implantação da cultura. A área em que estavam instalados os registros de controle de irrigação não está contabilizada nessas dimensões.

Na linha de realização da diferenciação das lâminas foram implantadas nove mangueiras de polietileno de alta densidade de  $0,016$  m de diâmetro, uma para cada tratamento ( $L_n F_n$ ), em que cada subparcela experimental compreendesse dois metros de comprimento linear de tubos gotejadores, encerrando os dois metros com utilização de união e encaixe de mangueira sem emissores (mangueira “cega”). Sendo assim, cada mangueira de tratamento possui dois metros de tubo gotejador e 16 metros de mangueira em cada repetição. Os tratamentos foram intercalados, ou seja, o local do final da subparcela de um tratamento é o início da subparcela de outro tratamento. Cada mangueira possuía um registro de esfera no início, para realização do controle manual das lâminas e frequências (Figura 5).





Figura 5. Registros de controle dos tratamentos no início da linha.

Para análise estatística, foi utilizado o programa SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2006) para a análise de variância. Caso houvesse diferença significativa entre as médias, foi utilizado o teste de Tukey, a 10 % de probabilidade.

### **3.6. Dados meteorológicos**

Os dados meteorológicos, para realização da comparação de dados diários em relação à produtividade da cultura, foram disponibilizados pelo Laboratório de Meteorologia (LABMET), da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, referente à estação meteorológica automática de Petrolina, PE, com as coordenadas geográficas de 09° 19' 28" S, 40° 33' 34" W e 393 m. Os dados meteorológicos disponíveis foram temperaturas (°C) instantânea, máxima e mínima; radiação global ( $\text{MJ.m}^{-2}$ ); precipitação acumulada no período (mm); e umidade relativa do ar (%) instantânea, máxima e mínima.

### 3.7. Manejo de irrigação

Para a estimativa das lâminas de irrigação, foram utilizados os dados da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, de Petrolina, PE. Os dados meteorológicos disponíveis foram temperaturas (°C) instantânea, máxima e mínima; umidade relativa do ar (%) instantânea, máxima e mínima; ponto de orvalho (°C) instantâneo, máximo e mínimo; pressão (hPa) instantânea, máxima e mínima; velocidade (m.s<sup>-1</sup>), direção (em graus) e rajada de vento (m.s<sup>-1</sup>); radiação global (kJ.m<sup>-2</sup>); e precipitação acumulada no período (mm). Os dados eram coletados pela estação meteorológica automática, de minuto em minuto, e disponibilizados em forma de média, a cada hora no sítio de informação do INMET. Os valores de ET<sub>0</sub> foram determinados a cada hora e, assim, realizado o somatório para se determinar a ET<sub>0</sub> diária (equação 5).

Os dados meteorológicos foram utilizados para se estimar a evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) do dia anterior, utilizando-se a equação de Penman-Monteith, que foi proposta como modelo padrão pelo boletim 56 da Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, sugerido por Allen et al. (1998):

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \frac{900}{T^2 + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 u_2)} \quad (5)$$

Em que:

ET<sub>0</sub>: evapotranspiração de referência, mm dia<sup>-1</sup>;

R<sub>n</sub>: radiação líquida na superfície da cultura, MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>;

G: densidade do fluxo de calor do solo, MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>;

T<sup>2</sup>: temperatura do ar a 2 metros de altura, °C;

u<sub>2</sub>: velocidade do vento a 2 metros de altura, m s<sup>-1</sup>;

e<sub>s</sub>: pressão de vapor de saturação, kPa;

e<sub>a</sub>: pressão atual de vapor, kPa;

e<sub>s</sub> – e<sub>a</sub>: déficit de pressão de vapor de saturação, kPa;

Δ: declividade da curva de pressão de vapor de saturação x temperatura, kPa °C<sup>-1</sup>;

γ: constante psicrométrica, kPa °C<sup>-1</sup>; e

0,408: fator de conversão para o termo (R<sub>n</sub> – G), de MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> para mm dia<sup>-1</sup>.

Para a determinação da quantidade de água necessária a ser aplicada na cultura, foi utilizada a metodologia proposta por Mantovani et al. (2009), para irrigação localizada baseada na porcentagem de área sombreada (equação 6):

$$PAS = \frac{AS}{AT} \quad (6)$$

Em que:

PAS: porcentagem de área sombreada, %;

AS: área sombreada pela planta, m<sup>2</sup>; e

AT: área total da planta, m<sup>2</sup>.

Segundo Mantovani et al. (2009), as observações em campo indicam que o método proposto por Keller & Bliesner (1990) tem sido recomendado para o caso de uso geral. Sendo assim, para a determinação do K<sub>L</sub> nessa situação, foi utilizado este método (equação 7):

$$K_L = 0,1 \sqrt{P} \quad (7)$$

Em que:

K<sub>L</sub>: fator de correção devido à localização, adimensional; e

P: porcentagem da área sombreada (PAS) ou molhada (PAM), %.

Com o valor de ET<sub>0</sub> e K<sub>L</sub>, determinou a evapotranspiração localizada (ET<sub>loc</sub>) (equação 8):

$$ET_{loc} = ET_0 \times K_L \quad (8)$$

Em que:

ET<sub>loc</sub>: evapotranspiração (localizada) da cultura, mm dia<sup>-1</sup>.

A intensidade de aplicação (equação 9) foi determinada de acordo com o número de gotejadores, vazão do gotejador em relação à área ocupada pela planta:

$$I_a = \frac{N \times q}{A} \quad (9)$$

Em que:

I<sub>a</sub>: intensidade de aplicação, mm h<sup>-1</sup>;

N: número de gotejadores por planta, adimensional;

q: vazão do gotejador, L h<sup>-1</sup>; e

A: área ocupada pela planta, m<sup>2</sup>.

A lâmina bruta de irrigação (equação 10) foi determinada com a relação da  $ET_0$  e a  $E_i$ , utilizando o  $K_L$  para ajustar o valor da lâmina para a área molhada:

$$LB = \frac{ET_0}{E_i} K_L \quad (10)$$

Em que:

LB: lâmina bruta de irrigação, mm dia<sup>-1</sup>;

$ET_0$ : evapotranspiração de referência, mm dia<sup>-1</sup>;

$E_i$ : eficiência de irrigação, %.

Para determinação do tempo de irrigação (equação 11) geral, foi utilizada a relação entre a lâmina bruta e a intensidade de aplicação:

$$T_i = \frac{LB}{I_a} \quad (11)$$

$T_i$ : tempo de irrigação, h.

Com a determinação do valor geral da  $ET_{loc}$ , foram determinadas as lâminas de irrigação para cada tratamento, utilizando 75, 100 e 125% da lâmina geral (equações 12, 13 e 14):

$$\text{Lâmina 1 (L}_1\text{)} = 0,75 \times ET_{loc} \quad (12)$$

$$\text{Lâmina 2 (L}_2\text{)} = 1,00 \times ET_{loc} \quad (13)$$

$$\text{Lâmina 3 (L}_3\text{)} = 1,25 \times ET_{loc} \quad (14)$$

Em que:

$L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$ : lâminas de irrigação, em mm dia<sup>-1</sup>.

### 3.8. Instalação dos tensiômetros

Os tensiômetros foram instalados no segundo bloco (repetição) do experimento, localizado aproximadamente a metade da linha de produção, ficando cada tratamento com uma bateria de dois tensiômetros: um instalado com a profundidade de 0,20 m; e o outro com 0,50 m de profundidade da cápsula em relação à superfície do solo. Os tubos foram instalados entre as plantas e, principalmente, entre a posição de dois emissores.

Para a realização da instalação, foi utilizada a metodologia proposta por Silveira et al. (2001). Os tubos de tensiômetros foram instalados 40 dias após a data de transplante da cultura. Depois da irrigação, com o auxílio de um cano de alumínio de diâmetro igual aos tubos dos tensiômetros, fizeram-se dois orifícios para cada bateria, um com profundidade de 0,23 m e outro com profundidade de 0,53 m. Os 0,03 m acrescentados em cada profundidade foram adicionados por causa da profundidade da cápsula de cerâmica, já que a leitura dos tensiômetros é realizada tomando como referência a distância mediana da cápsula, e cada cápsula possuía comprimento de 0,06 m.

Para a leitura dos tensiômetros, foi utilizado um tensímetro digital e todas as leituras foram efetuadas durante o período da manhã, antes da irrigação.

### 3.9. Eficiência do uso da água – EUA

Para a determinação da eficiência do uso da água – EUA ( $\text{kg.m}^{-3}$ ), total ( $\text{EUA}_{\text{pt}}$ ) e comercializável ( $\text{EUA}_{\text{pcom}}$ ), foi utilizada a relação da produtividade ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) por volume de água aplicado ( $\text{m}^{-3}.\text{ha}^{-1}$ ) (equação 15):

$$EUA (\text{kg. m}^{-3}) = \frac{\text{Produtividade } (\text{kg. ha}^{-1})}{\text{Volume de água aplicado } (\text{m}^{-3}. \text{ha}^{-1})} \quad (15)$$

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Características do solo

Dentro da porosidade total das duas camadas, não diferenciou em relação à macroporosidade, sendo  $0,13 \text{ m}^3.\text{m}^{-3}$  para as duas; porém, em relação à microporosidade, obtiveram valores de  $0,25$  e  $0,32 \text{ m}^3.\text{m}^{-3}$  para as camadas de  $0,00-0,20$  e  $0,20-0,50$  m, respectivamente. Como a microporosidade retém maior quantidade de água em relação à macroporosidade, por consequência das ações de coesão e adesão das partículas, a camada mais profunda ( $0,20-0,50$  m) tem possibilidade de reter maior quantidade de água em relação à camada mais superficial e armazenar maior volume de água por possuir maior volume de porosidade total. Brady (1989) informa que camadas de solo de textura fina possibilitam movimentação relativamente lenta de gases e de água, devido ao fato do seu sistema poroso ser formado predominantemente por poros de pequenos diâmetros, ou seja, microporos. Nesse caso os microporos mantêm-se, com frequência, cheios de água.

A camada referente à profundidade de  $0,20-0,50$  m apresentou maior volume de poros em relação à camada de  $0,00-0,20$  m, ou seja, apresentou maior umidade de saturação. Nas amostras saturadas apresentaram  $0,39$  e  $0,45 \text{ m}^3.\text{m}^{-3}$  de umidade em relação às camadas  $0,00-0,20$  e  $0,20-0,50$  m, respectivamente. Os valores de densidade do solo indicam que a camada mais superficial foi ligeiramente superior que a camada mais profunda; segundo Brady (1989), em solos mais arenosos, o espaço ocupado por poros é menor que nos argilosos, devido ao fato que os solos argilosos possuem um grande número de microporos internos em seus agregados, por esta razão solos superficiais, com textura grosseira, são normalmente mais densos que os de textura fina.

## **4.2. Uniformidade de distribuição – UD**

A uniformidade de distribuição (UD) foi igual a 95,56%. Bralts (1986) apresentou os seguintes critérios para classificação dos valores de coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD): 90% ou maior – excelente; 80% a 90% – bom; 70% a 80% – regular; e menor que 70% – ruim. Sendo assim, o CUD da área foi classificado como excelente.

Para o presente experimento, a eficiência de irrigação foi estimada por meio da uniformidade de distribuição, em que se obteve uma eficiência de 86%. Ou seja, de toda água captada desde a fonte e distribuída na área, 86% seria armazenada na zona radicular e, aparentemente, aproveitada pela cultura. Justamente por isso, a lâmina total (lâmina bruta) é determinada em razão da eficiência do sistema, para poder aplicar uma lâmina maior, para poder compensar esses 14% que não estariam disponíveis para a cultura.

## **4.3. Dados meteorológicos**

### **4.3.1. Temperatura**

No período referente ao experimento, a faixa de temperatura variou entre 19,97 e 38,11 °C com obtenção de médias de 23,09; 28,50; e 34,66 °C para temperaturas mínima, média e máxima, respectivamente (Figura 6). Estes valores estão próximos à faixa de temperatura compreendida entre 10 e 34°C, considerada ideal por Alvarenga (2004) para o desenvolvimento e produção da cultura do tomateiro.

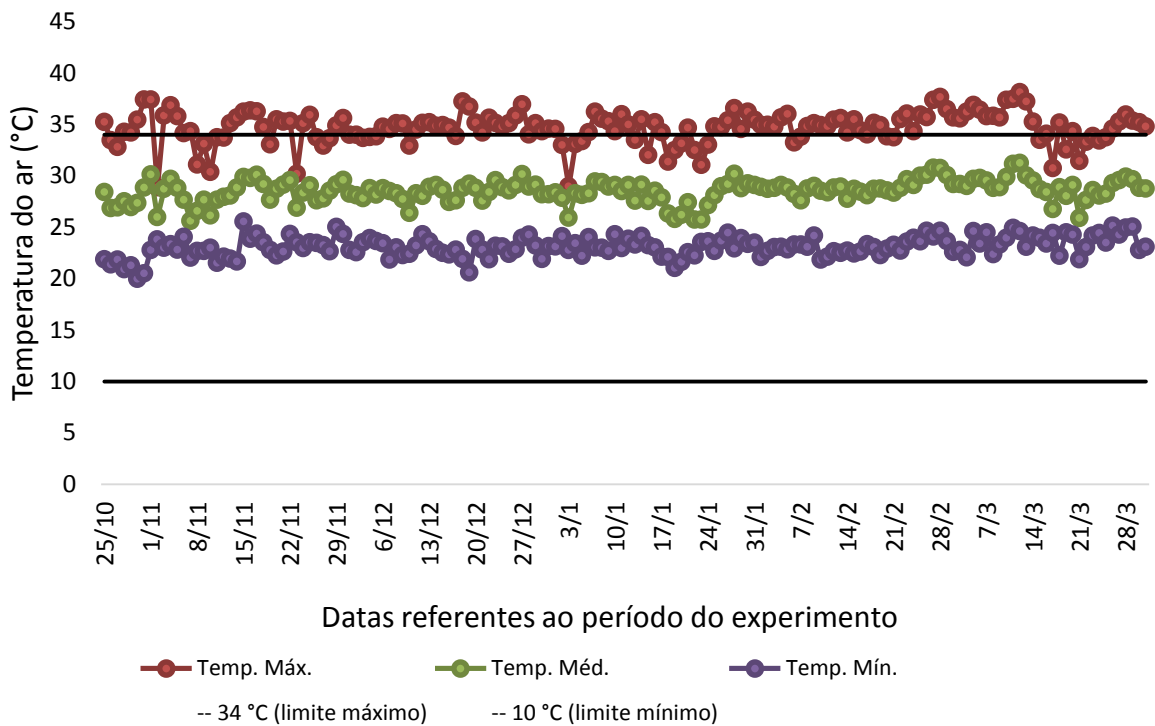


Figura 6. Médias dos dados diários de temperaturas médias, máximas e mínimas do ar (°C) durante o período do experimento em campo.

De acordo com a Figura 6, é observada que a média da temperatura máxima ultrapassa o limite ideal máximo recomendado para a cultura durante o período de seu ciclo. De 154 dias, contabilizados desde o transplântio até a última colheita, 108 ultrapassaram 34 °C, o valor máximo da faixa recomendável para a cultura. E destes, somente um dia ultrapassou o limite trófico de 38 °C.

Esta variação na temperatura, dos 108 dias ultrapassando o limite recomendável, pode ser responsável por resultados indesejáveis na produção uma vez que, quando a temperatura se afasta da faixa do ótimo, ocorrem estresses nas plantas havendo menor liberação e germinação do grão de pólen, menor fixação dos frutos e ocorrência de frutos pequenos e com poucas sementes (FONTES; SILVA, 2005), além de anomalias como escaldaduras e alteração da cor dos frutos pela redução da síntese de licopeno (SILVA JÚNIOR; PRANDO, 1989).

A exposição a temperaturas elevadas ainda pode afetar diretamente a fotossíntese, causando alterações em açúcares, ácidos orgânicos, flavonoides, firmeza e atividade antioxidante (MORETTI et al., 2010), além de provocar modificações morfológicas, anatômicas, fisiológicas e, finalmente, as mudanças bioquímicas nos tecidos vegetais e, como consequência, pode afetar o crescimento e



desenvolvimento dos diferentes órgãos da planta. Estes eventos podem causar drásticas reduções no rendimento comercial (KAYS, 1997; SILVA et al., 2011).

Variações como alteração da coloração dos frutos, tendenciados ao amarelo, foram observadas na quarta e na quinta colheita, onde as médias de temperatura média e máxima do ar atingiram 29,39 e 35,58°C, respectivamente. Este tipo de alteração é comum sob temperaturas elevadas, pois o licopeno, pigmento responsável pela coloração vermelha do fruto, tem a formação inibida nestas condições. Entretanto, a formação do caroteno é continuada, o que confere coloração amarelada, indesejável (FILGUEIRA, 2008).

Neste experimento observou-se ainda que a massa média por fruto foi diminuindo a cada colheita, obtendo-se, na primeira colheita, médias que variaram de 8,20 kg.10<sup>-3</sup> até 9,71 kg.10<sup>-3</sup> e na última colheita, as médias por frutos variaram de 4,23 kg.10<sup>-3</sup> até 4,57 kg.10<sup>-3</sup>. Silva et al. (2011) afirmaram que, para esse tipo de tomate, a massa média do fruto pode variar de 6 a 50 kg.10<sup>-3</sup>, dependendo da linhagem. Isso demonstra que nas últimas colheitas, os frutos podem se tornar não comercializáveis, dependendo da demanda de mercado.

Gautier et al. (2005) afirmaram que pequenas mudanças de temperatura no fruto poderia ter um grande impacto na composição final da fruta tomate cereja, podendo haver diminuição do teor de água dos frutos e aumento da proporção de matéria seca. Nesse caso, o aumento da temperatura do ar, ao ponto de ultrapassar os limites recomendados para a cultura, acarretou em menor massa por fruto.

#### **4.3.2. Radiação solar global**

De acordo com Lindhagem (1996), a temperatura é o principal fator que controla o desenvolvimento da cultura, porém a radiação solar também exerce efeito, secundário, com menor intensidade.

A média da radiação solar global durante todo o período em que a cultura permaneceu no campo foi de 24,68 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, variando de 10,36 a 30,76 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> (Figura 7).

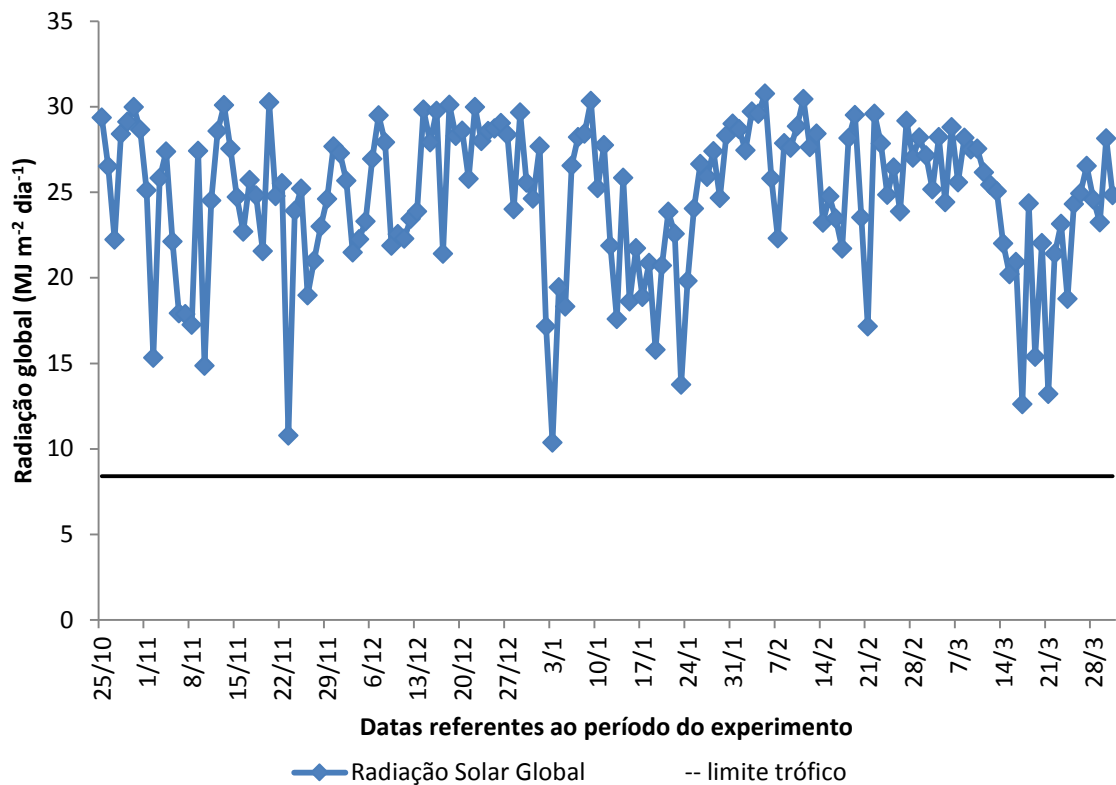


Figura 7. Dados de radiação global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) durante o período do experimento em campo.

A produção de massa seca pelos organismos vegetais é o resultado da fixação do  $\text{CO}_2$  atmosférico através da fotossíntese, realizada como suporte energético proveniente da radiação solar (SHAFFER et al., 1996; ALPI; TOGNONI, 1999). Os compostos produzidos pela fotossíntese, chamados de assimilados, podem ser transportados na forma de sacarose, na maioria das espécies cultivadas, e armazenados, temporariamente, em órgãos de reserva como os frutos, ou, então usados como fonte de energia necessária ao funcionamento da planta, através da respiração (ANDRIOLO, 1999).

Para a cultura do tomateiro, o nível de radiação solar em que a planta produz o mínimo de fotoassimilados necessários à sua manutenção é de aproximadamente  $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , intitulado como limite trófico (FAO, 1990; ANDRIOLO, 1999). Valores inferiores são considerados impróprios para o cultivo. Em relação ao limite mínimo, a área experimental apresentou condições favoráveis, já que durante todo o experimento em campo, não houveram valores de radiação inferiores ao mencionado; sendo o dia 03 de janeiro de 2013 correspondente ao dia em que se obteve a menor radiação solar do período, igual a  $10,36 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ .

Radin et al. (2003) realizaram experimentos no estado do Rio Grande do Sul e o fluxo de radiação solar global para o período de primavera-verão registrou média de  $22,74 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , porém a eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) pelo tomateiro foi maior no período verão-outono, época em que houve menor disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa incidente. Sinclair & Horie (1989) constataram que a eficiência de uso da radiação varia dentro de uma mesma espécie e que folhas saturadas por radiação são menos eficientes do que as sombreadas. A distribuição mais homogênea da radiação solar através do dossel tende a não saturar a maioria das folhas, justificando-se a resposta linear de acúmulo de matéria seca em função do total de RFA interceptada (RUSSELL et al., 1989). Sinclair & Shiraiwa (1993) também obtiveram maior eficiência de uso da radiação em local onde a média diária de radiação foi menor. Radin et al. (2003) ainda comprovaram que para um mesmo valor de radiação fotossinteticamente ativa interceptada, se obtém maior eficiência de uso da radiação (matéria seca aérea acumulada) pelo tomateiro quando cultivado em estufa do que a céu aberto.

Nesse caso, este experimento demonstra que a radiação solar média disponível em Casa Nova, BA, durante o período primavera-verão permite o desenvolvimento normal do tomateiro em relação ao limite mínimo recomendável. Porém, a alta incidência de radiação solar pode ser um fator limitante (ou reducionista) para o desenvolvimento ótimo do tomateiro grape.

#### **4.3.3. Precipitações**

Os meses de outubro a março compreendem o período do ano que ocorrem o maior índice pluviométrico para essa região, em média de 450 a 500 mm. Porém, durante esse período, em que ocorreu a realização do experimento, houve precipitação acumulada de 116,6 mm, distribuídas em 16 dias (Figura 8).

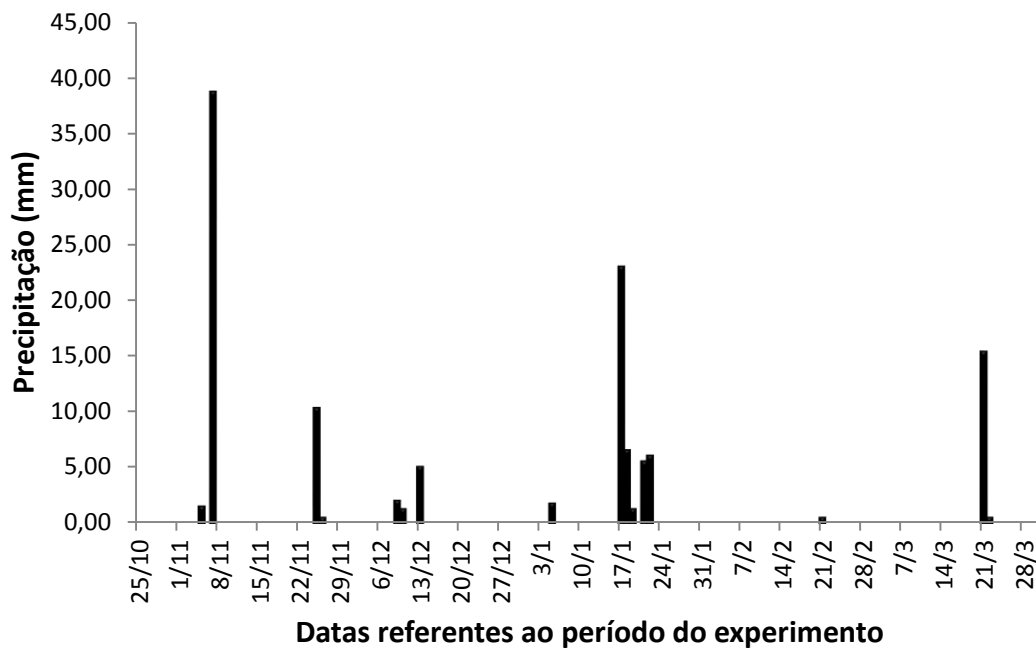


Figura 8. Dados de precipitação (mm) durante o período do experimento em campo.

No dia 07 de novembro de 2012 ocorreu precipitação de, aproximadamente, 38,0 mm, porém não afetou a cultura, já que esta ainda estava em fase inicial de crescimento, porém, no dia 17 de janeiro de 2013, uma precipitação de 23,0 mm causou prejuízo na produção, pela ação física do impacto da chuva nos frutos, ocasionando a perda dos frutos programados para a segunda colheita que, por consequência, foi adiada.

As outras precipitações que ocorreram durante o período do experimento não interferiram negativamente na produção da cultura em relação ao impacto físico. As precipitações influenciaram somente no manejo de irrigação, na lâmina de água a ser aplicada.

#### 4.3.4. Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar durante o experimento obteve média de 48,32%, com médias máxima e mínima de 71,73 e 26,60%, respectivamente. Nos dias em que ocorreram precipitações, a umidade relativa alcançou valores entre 85 e 92% (Figura 9).

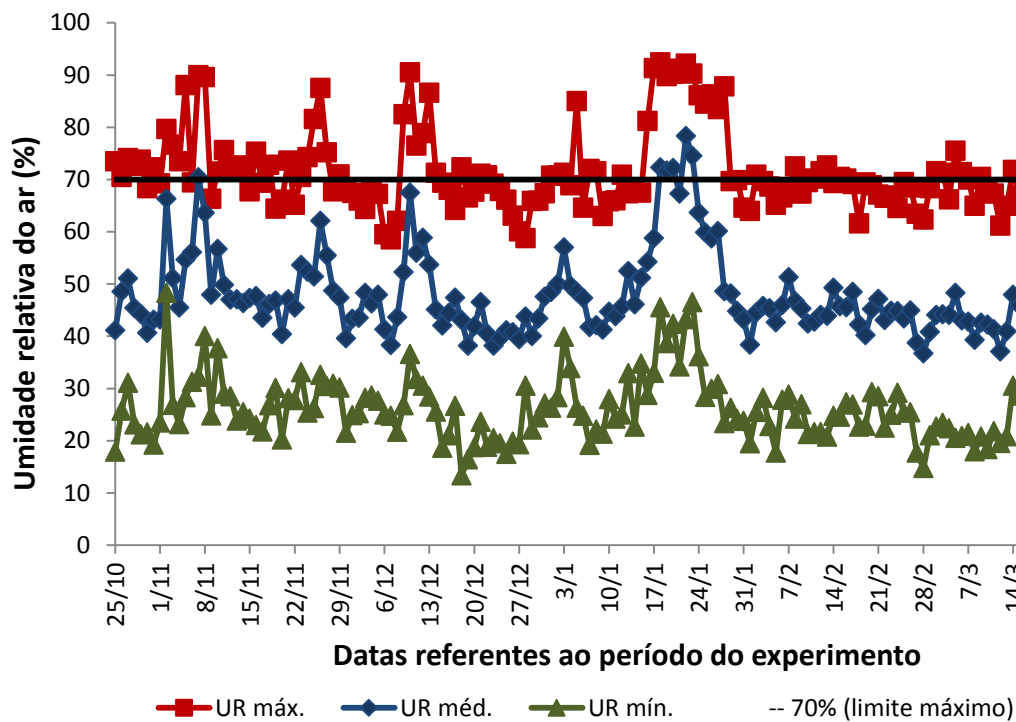


Figura 9. Médias dos dados diários de umidade relativa médias, máximas e mínimas do ar (°C) durante o período do experimento em campo.

De acordo com Carvalho et al. (2004), valores médios de umidade relativa acima de 70% aliadas a deficiência do cálcio contribui para a ocorrência de distúrbios fisiológicos, como morte de meristema apical, podridão apical nos frutos, abortamento de flores, frutos rachados e defeituosos, escurecimento de frutos e maturação irregular dos frutos, comprometendo a produção do tomate.

Quando a umidade relativa permanece alta durante muito tempo, ocorre a formação de orvalho, fazendo com que as folhas permaneçam úmidas por longo período do dia. De acordo com Silva et al. (2003a), isso favorece o desenvolvimento de doenças, principalmente causadas por fungos e bactérias. Chitarra & Chitarra (2005) informam que para que isso ocorra, geralmente são valores de umidade relativa superiores a 80% associados com altas temperaturas.

Este fato praticamente não ocorreu durante o experimento. Neste período só ocorreram alguns dias isolados de umidade relativa maior que 80%, conciliando justamente com os dias de precipitação e baixas temperaturas. No geral, a umidade relativa do ar se manteve dentro dos valores considerados aceitáveis para a cultura, sendo o sistema de irrigação por gotejamento, aliado com a utilização de cobertura plástica, dois fatores responsáveis por não favorecer o aumento da umidade relativa

do ar, diminuindo a probabilidade de ocorrência de doenças e rachadura dos frutos (SILVA et al., 2003a).

Ohta et al. (1991), Ohta et al. (1993) e Ohta et al. (1994) observaram que a alta umidade relativa do ar, juntamente com a alta concentração de solução nutritiva aumentaram as rachaduras em frutos de tomate cereja. Ohta et al. (1997) concluíram, a partir de experimentos, que o principal fator para a ocorrência destas rachaduras, em tomate cereja, é induzida pelo fluxo de soluto nos frutos durante as primeiras horas da manhã, de 4:00 às 6:00h, e que o potencial de água em frutos de tomate cereja foi maior às 2:00h e menor às 14:00h. Alterações nas taxas de fluxo de solutos na planta de tomate cereja devem induzir essas mudanças nos potenciais hídricos.

#### 4.3.5. Relação entre fenômenos meteorológicos

Observa-se que o aumento na umidade relativa (UR) média do ar, acima de 55%, coincide com os dias em que ocorreram precipitações (Figura 10).

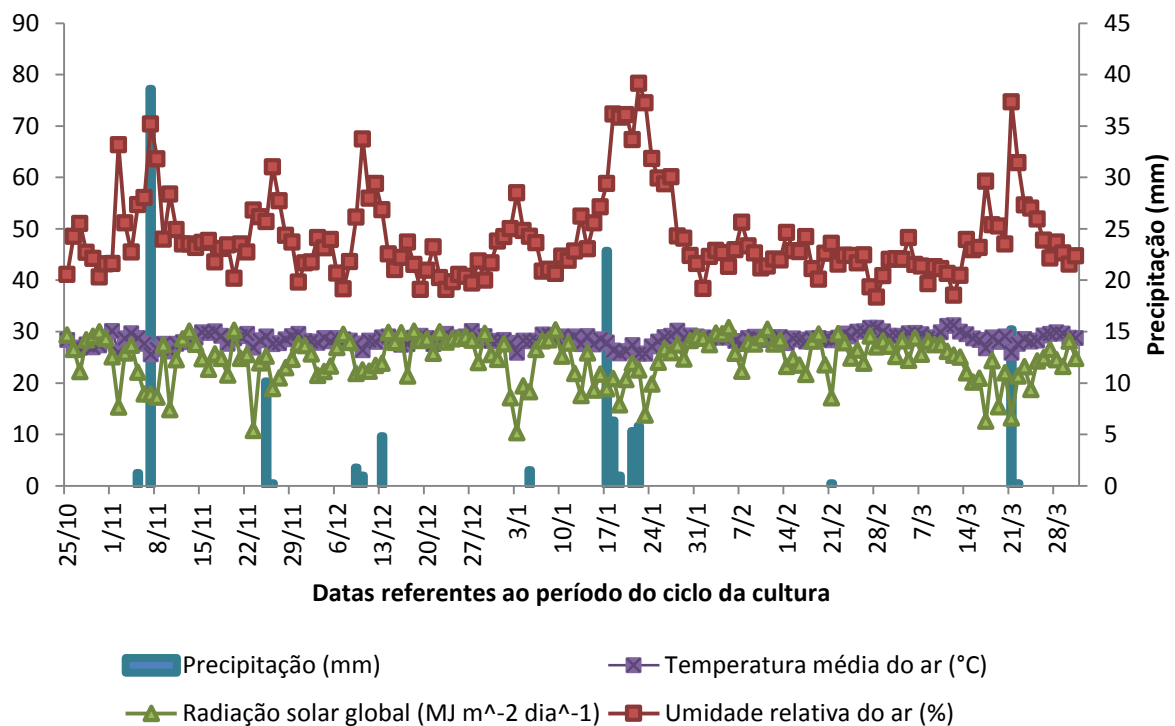


Figura 10. Dados meteorológicos de temperatura média do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), precipitação (mm) e umidade relativa do ar (%); durante o período do ciclo da cultura.

A curva de radiação solar global observada para este experimento apresentou valores menores nos dias em que ocorreram alta umidade relativa e índice de precipitação. Sendo este fato devido à alta incidência de nebulosidade, diminuindo assim a radiação solar global incidente na cultura. Segundo Molion (1987), as características do regime de chuva também afetam as variações na temperatura e umidade do ar, nebulosidade e quantidade de radiação incidente à superfície.

Nos dias em que ocorreram precipitações e alta UR, ocorreram baixas temperaturas médias. Esse fenômeno favorece para que não ocorra a incidência de doenças, já que em sua maioria se desenvolvem com alta umidade relativa e altas temperaturas.

Em dias de alta umidade relativa coincidem com alta nebulosidade, diminuindo assim a incidência de radiação solar na superfície do solo daquele local. Conseqüentemente ocorre menor taxa de evapotranspiração. Essa diminuição afeta a quantidade de água a ser aplicada para a cultura, diminuindo a lâmina e, conseqüentemente, economizando água e energia.

#### **4.4. Consumo hídrico e lâminas aplicadas**

##### **4.4.1. Consumo hídrico diário**

Na Figura 11 estão apresentados os dados de evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) e das evapotranspirações ajustadas para os tratamentos das lâminas para a cultura:  $0,75.ET_{loc}$ ,  $1,00.ET_{loc}$  e  $1,25.ET_{loc}$ . Observa-se que todas as lâminas aplicadas para a cultura do tomateiro foram menores que o valor da  $ET_0$ . Isso se deve justamente ao coeficiente de redução ( $K_L$ ), utilizado para ajustar às condições da cultura no campo. No caso da cultura do tomateiro, foi utilizado o espaçamento de 2,80 m entre linhas e 0,40 m entre plantas.

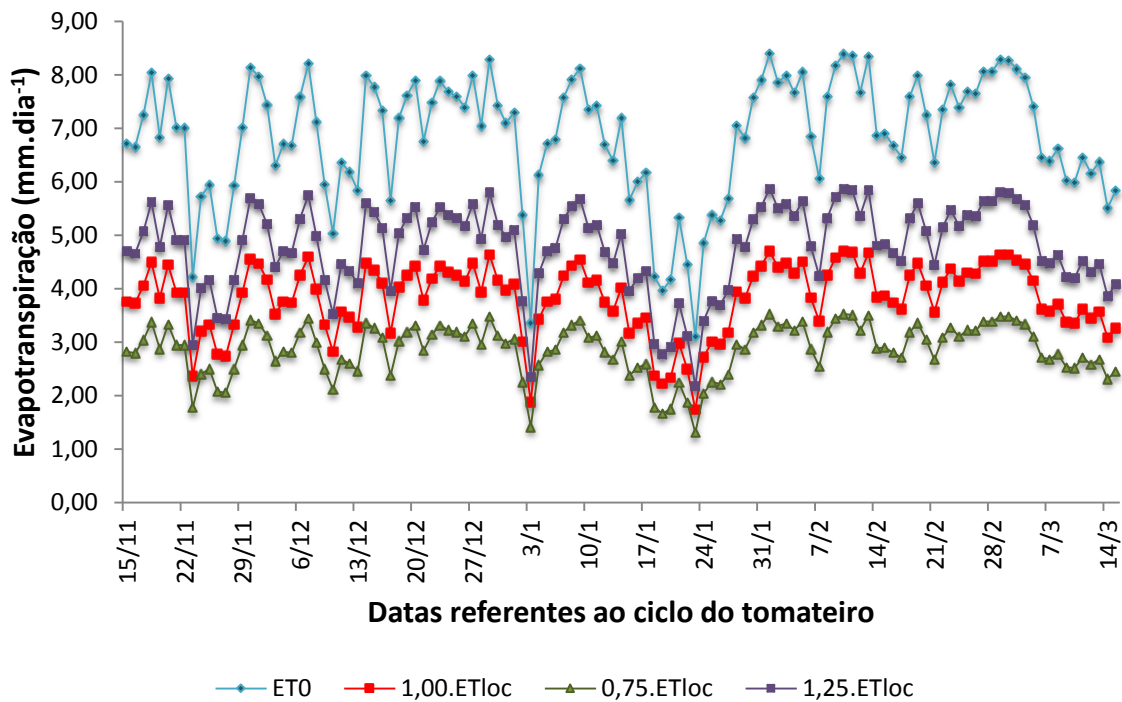


Figura 11. Dados da evapotranspiração (ET) de referência ( $ET_0$ ), 75% da ET localizada ( $0,75.ET_{loc}$ ), 100% da ET localizada ( $1,00.ET_{loc}$ ) e 125% da ET localizada ( $1,25.ET_{loc}$ ) durante o período da cultura em campo.

Nos dias que ocorreram precipitações, também ocorreram índices elevados de umidade relativa e nebulosidade. Esses fatores favorecem para a redução da incidência da radiação solar sobre aquela região, por isso, a taxa de evapotranspiração se torna menor e, conseqüentemente, houve a possibilidade de aplicar uma quantidade menor das lâminas de irrigação. Na Figura 11 se observa que nos dias 25/11/2012, 13/12/2012, 05/01/2013 e no período de 17/01/2013 a 22/01/2013, ocorreram uma diminuição na evapotranspiração da cultura. Nesses dias (ou períodos) ocorreram justamente precipitações (Figura 8), que favoreceram a diminuição, ou eliminação, das irrigações durante esses dias.

#### 4.4.2. Lâminas aplicadas

A diferenciação de lâminas ocorreu a partir do dia 15 de novembro de 2012, ou seja, 30 dias após o transplante da cultura. Durante esse período, a quantidade total de lâminas aplicadas a cultura foram de 347, 463 e 579 mm.ciclo<sup>-1</sup> referente às



lâminas de  $0,75.ET_{loc}$ ,  $1,00.ET_{loc}$  e  $1,25.ET_{loc}$ , respectivamente. As lâminas aplicadas acumuladas estão apresentadas na Figura 12.

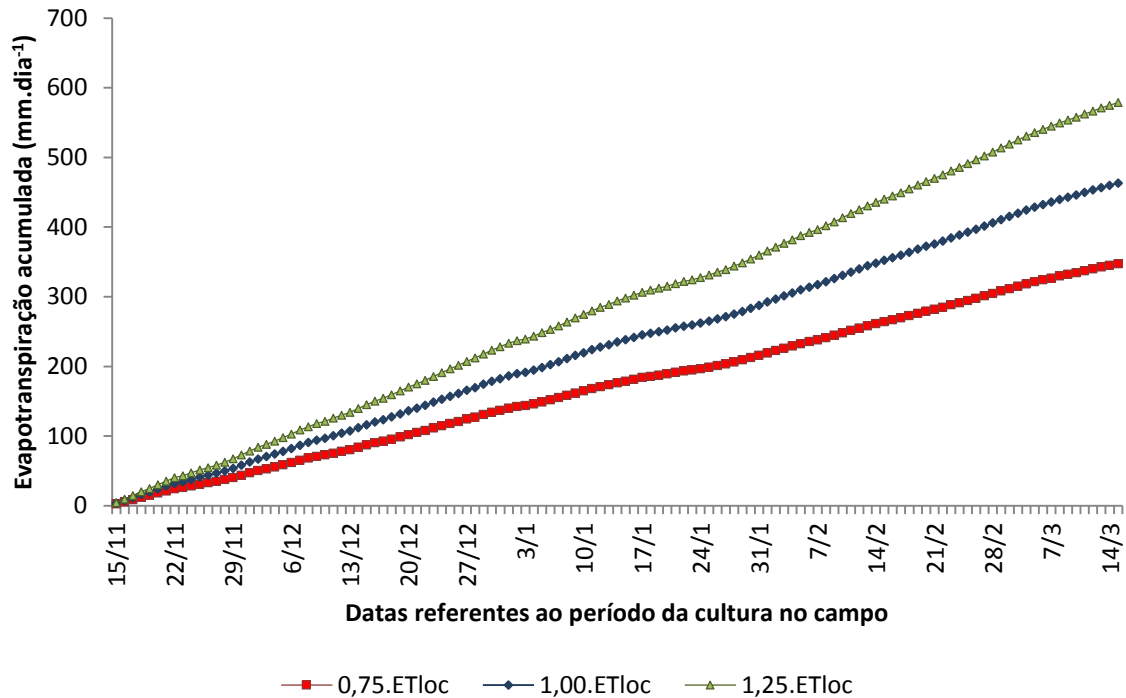


Figura 12. Lâminas acumuladas, referente aos tratamentos:  $0,75.ET_{loc}$ ,  $1,00.ET_{loc}$  e  $1,25.ET_{loc}$ , ao longo do período do experimento em campo.

A lâmina acumulada dos tratamentos que receberam  $0,75.ET_{loc}$  tiveram diferença de 25 e 40% abaixo em relação as lâminas de  $1,00.ET_{loc}$  e  $1,25.ET_{loc}$ , respectivamente. A lâmina  $1,00.ET_{loc}$  teve diferença de 20% abaixo de lâmina aplicada acumulada em relação as lâminas referentes a  $1,25.ET_{loc}$ .

#### 4.5. Umidade do solo

##### 4.5.1. Camada de 0,00-0,20 m

As leituras dos tensiômetros ocorreram a partir dos 44 dias após o transplântio (DAT) e dentro do período do experimento, observaram-se maiores variações em relação à umidade do solo para a menor lâmina aplicada ( $L_1$ ) e menores variações de

umidade para a maior lâmina ( $L_3$ ) em relação à camada referente a profundidade de 0,00-0,20 m (Figura 13), exceto para os tratamentos que tiveram duas frequências diárias ( $F_2$ ), observando-se uma variação menor da umidade. A capacidade de campo para a camada referente a 0,00-0,20 m compreendia a faixa entre 0,15 a 0,10  $m^3 \cdot m^{-3}$ , referente as pressões matriciais de -10 e -33 kPa. Nesse caso, para as duas camadas, a quantidade de lâmina aplicada, para todos os tratamentos, foi excessiva; fazendo com que o solo permanecesse praticamente no limite superior da capacidade de campo. Andriolo et al. (1997), em trabalho com o tomateiro em substrato, mencionam que no manejo da água devem ser evitadas variações bruscas do potencial matricial. Gusmão et al. (2006) informaram que, caso ocorra, problemas em relação as concentrações de  $CO_2$  e  $O_2$  no ambiente radicular, o fracionamento da irrigação pode reduzir esse problema.

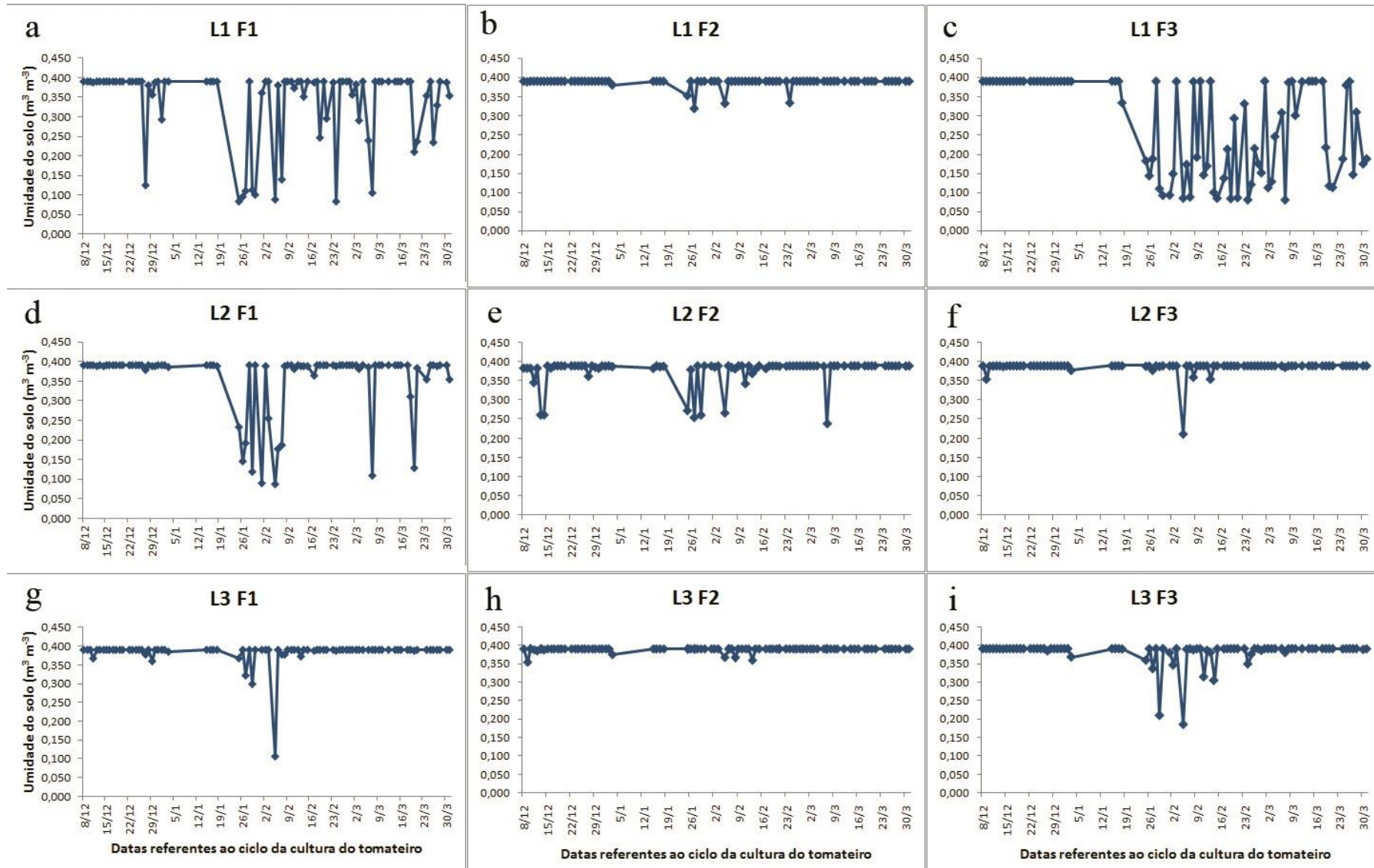


Figura 13. Umidade do solo ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ) para todas as lâminas e frequências, na camada do solo de 0,20 m de profundidade.

#### 4.5.1.1. Lâmina 0,75.ET<sub>loc</sub>

Na L<sub>1</sub> ocorreram mais frequentemente valores que indicaram baixa umidade do solo, chegando ao valor de 0,08 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup>.

Porém, de acordo com os valores apresentados na Figura 13, mesmo utilizando somente 75% da ET<sub>loc</sub>, dos 85 dias de leituras, que ocorreram dos tensiômetros, informaram que na F<sub>1</sub>, 75 dias o solo estava saturado, ou seja, com a umidade do solo acima de 0,15 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup> (equivalente a 10 kPa), 6 dias estava em capacidade de campo (entre 0,10 e 0,15 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup>) e 4 dias estava abaixo da capacidade de campo; tendo como umidade inferior, nesta frequência, 0,082 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup>. Na F<sub>2</sub>, o solo se encontrou com a umidade do solo acima de 0,15 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup>, ou seja, saturado. E na F<sub>3</sub> ocorreram 64 dias com o solo saturado, 11 com o solo em capacidade de campo e 10 dias abaixo da capacidade de campo; com o limite inferior de umidade de 0,080 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup>.

#### 4.5.1.2. Lâmina 1,00.ET<sub>loc</sub>

Na L<sub>2</sub> a umidade do solo foi superior comparada com a L<sub>1</sub>. Na L<sub>2</sub> o solo chegou ao limite de 0,089 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup>, porém só ocorreram seis dias em que a umidade do solo chegou a limites inferiores a 0,10 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup>. Na L<sub>2</sub> ocorreram os resultados mais esperados em relação às frequências aplicadas, já que se pode observar que as variações de umidade ocorreram mais na irrigação somente com uma frequência diária, diminuindo essas variações assim que se fracionava a lâmina no decorrer do dia, indicando que o solo permaneceu em capacidade de campo por mais tempo.

Porém, de acordo com os valores apresentados na Figura 13, utilizando 100% da ET<sub>loc</sub>, dos 85 dias de leituras, que ocorreram dos tensiômetros, informaram que na F<sub>1</sub>, 79 dias o solo estava saturado, 4 dias estava em capacidade de campo e 2 dias estava abaixo da capacidade de campo; tendo como umidade inferior, nesta frequência, 0,087 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup>. Nas F<sub>2</sub> e F<sub>3</sub> ocorreram dos 85 dias indicarem que o solo

estava saturado; tendo como limites inferiores de umidade 0,238 e 0,210  $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ , respectivamente.

Observa-se que na  $L_2F_1$  (Figura 13d) ocorreram maiores variações de umidade do solo em comparação com a  $L_2F_2$  (Figura 13e) e  $L_2F_3$  (Figura 13f), isso acontece pela falta de fracionamento da lâmina, já que o fracionamento da lâmina faz com que o solo permaneça úmido durante um intervalo maior de tempo no decorrer do dia.

#### **4.5.1.3. Lâmina 1,25.ET<sub>loc</sub>**

Na  $L_3$  o solo manteve a umidade próxima a saturação nas três frequências avaliadas, durante praticamente todo o período compreendido do experimento, sendo este fenômeno consequência da quantidade de água aplicada (1,25.ET<sub>loc</sub>).

Na  $F_1$ , ocorreram 84 dias com o solo saturado, 1 dia com o solo em capacidade de campo (0,106  $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) e nenhum dia com a umidade abaixo da capacidade de campo. Na  $F_2$  e  $F_3$  ocorreram de todos os dias os tensiômetros indicarem que o solo estava saturado, com limites inferiores de 0,211 e 0,186  $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ , respectivamente.

Marouelli & Silva (2006) concluíram que a tensão matricial crítica que maximizou a produtividade do tomateiro para processamento, durante o estágio de frutificação, foi de 10 kPa (34,33  $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ). Marouelli et al. (2003) ainda informaram que, para a cultura do tomateiro, poderia ser alcançado maior rendimento realizando as irrigações em regime de alta frequência durante o estágio de frutificação.

De acordo com os dados observados, o solo se manteve praticamente em saturação durante quase todo o ciclo da cultura. Ressalta-se também a influência do filme de polietileno preto, utilizado como cobertura da superfície do solo, dificultando a evaporação da água do solo, tornando-o úmido por mais tempo. Gusmão et al. (2006), em experimento com a utilização desse filme, informaram que houve influência da cobertura plástica na umidade do solo, servindo como uma barreira à evaporação.

Dos dias 17 a 22 de janeiro ocorreram precipitações que totalizaram em 41,4 mm. Esse valor foi contabilizado no manejo da irrigação baseado nos dados

meteorológicos, sendo assim, nesses dias não ocorreu irrigação. Porém, foi observado que a umidade do solo na camada de 0,00-0,20 m foi diminuindo gradativamente. Esse fenômeno pode ter ocorrido pela junção dos seguintes fatores: cobertura plástica (mulching) juntamente com a absorção da água pelas raízes, já que é nesta faixa de profundidade onde se localizam a maioria das raízes efetivas na absorção de água pela planta. A precipitação se torna efetiva para a produção de uma cultura, quando entra em contato com o solo. Como a superfície do solo estava coberta com o filme de polietileno, ou seja, impermeável, influenciou para que a água advinda das chuvas não tivesse contato com o solo na área da superfície do camalhão. Isso favoreceu para que a água não penetrasse no solo e ocorresse a infiltração em seu perfil, fazendo com que os sensores dos tensiômetros instalados em profundidade de 0,20 m surtissessem o efeito da perda da umidade do solo no decorrer dos dias sem irrigação.

Os tensiômetros instalados com a profundidade de 0,50 m não acusaram baixa umidade nesta camada por estarem instalados em profundidade que não sofressem interferência direta da cobertura plástica. Nesse caso, a água da precipitação que foi infiltrada entre as linhas de produção (ruas), infiltrou no solo em sentido tanto vertical quanto horizontal, pelo efeito da capilaridade, o que possibilitou que a região do solo em contato com a cápsula dos tensiômetros de 0,50 m de profundidade permanecesse úmida.

#### **4.5.2. Camada de 0,20-0,50 m**

Os valores de umidade da camada correspondente a 0,20-0,50 m variaram menos, comparados aos valores de umidade da camada mais superficial (Figura14), demonstrando que ocorreu menor variação nos valores de umidade. Esta camada possui maior volume de microporos em relação à camada de 0,00-0,20 m e, de acordo com Brady (1989), o movimento de água nos microporos é lento, e a maior parte da água retida nestes poros não está disponível para as plantas.

As lâminas e frequências praticamente não se diferenciaram em relação à umidade do solo.

A capacidade de campo para a camada referente a 0,20-0,50 m compreendia a faixa entre 0,21 a 0,14  $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ , referente as pressões matriciais de -10 e -33 kPa.

Todas as lâminas, com suas respectivas frequências, permaneceram com a umidade do solo acima da capacidade de campo, ou seja, em saturação ( $0,45 \text{ m}^3.\text{m}^{-3}$ ). Tendo como o menor valor de umidade para a  $L_3F_1$  ( $0,37 \text{ m}^3.\text{m}^{-3}$ ), que mesmo assim, ficou acima da capacidade de campo.

Como o solo, na camada de 0,00-0,20 m esteve praticamente em saturação durante todo o período do experimento, ocorreu da maior parte dessa água aplicada ter percolado para a camada de 0,20-0,50 m e ter ficado retida mais facilmente nos microporos, mantendo-a em estado de saturação durante o período do experimento.

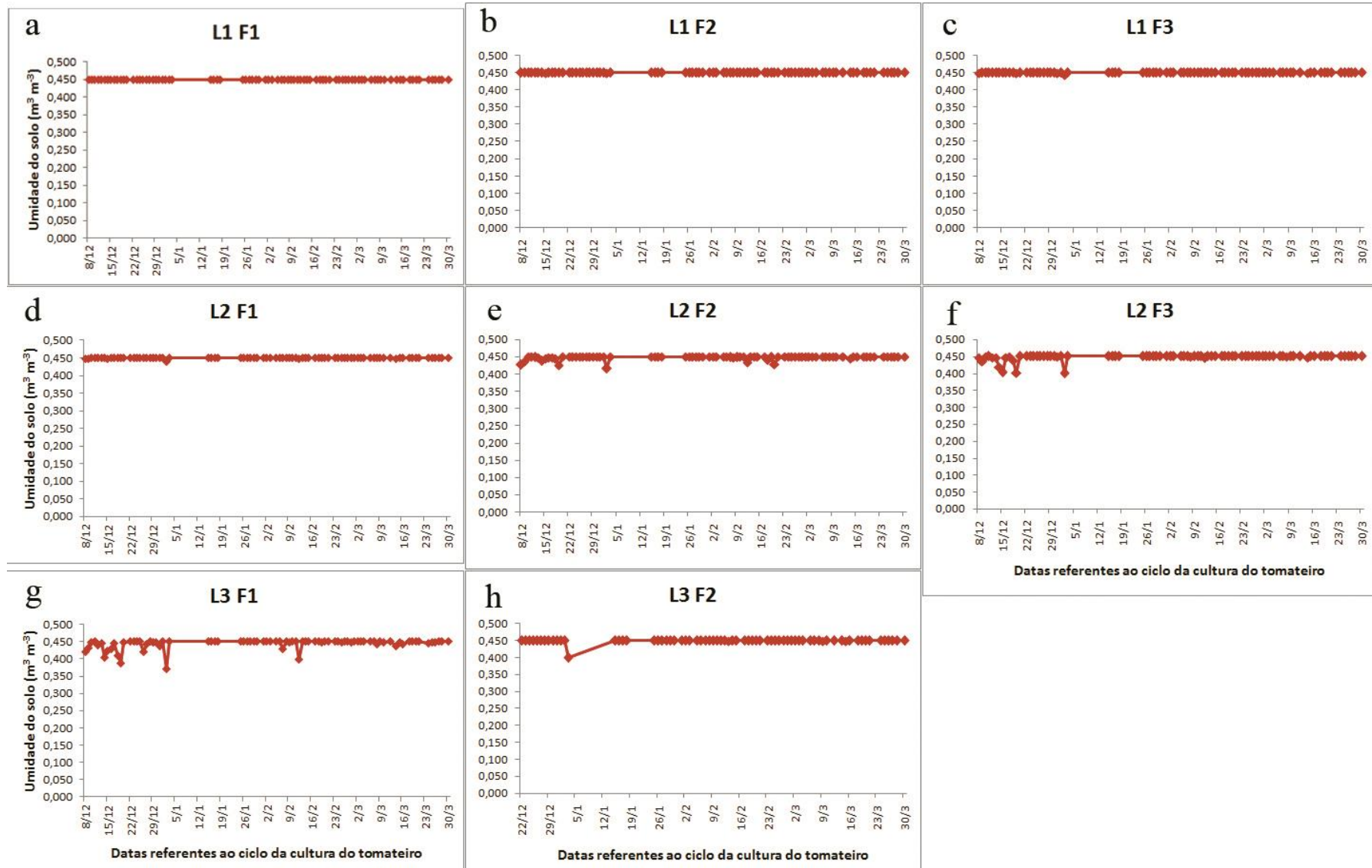


Figura 14. Umidade do solo ( $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ) para todas as lâminas e frequências, na camada do solo de 0,50 m de profundidade.



## 4.6. Resultados das variáveis analisadas

### 4.6.1. Crescimento das plantas

No início, da data de transplântio até aproximadamente 10 a 15 dias seguintes, não se observa um rápido crescimento das mudas, esse fenômeno ocorre provavelmente devido ao sistema radicular da cultura ainda não ter alcançado uma profundidade do solo apropriada para os pelos radiculares estarem na área de contato com o solo e, assim, absorver com maior eficiência os nutrientes disponibilizados na solução do solo. Segundo Reis et al. (2013), o crescimento inicial lento ocorre em virtude, provavelmente, das plantas gastarem grande parte da energia para fixação no solo, visto que nesta fase, as raízes são o dreno preferencial dos fotoassimilados.

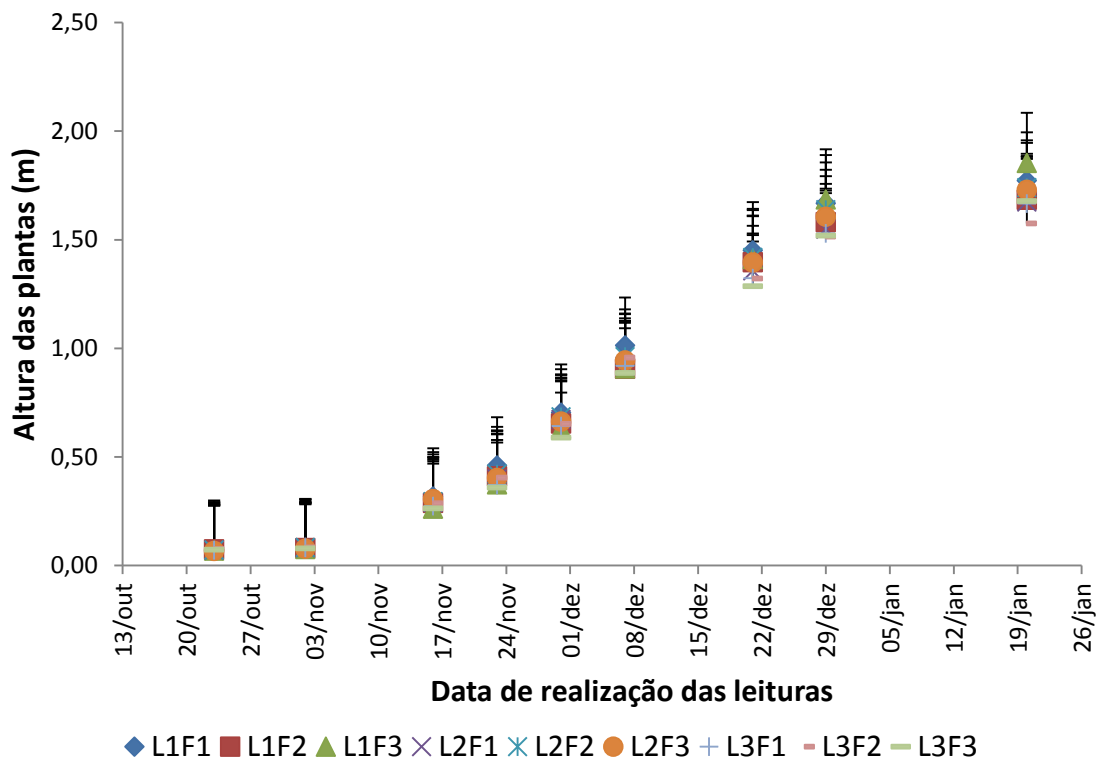


Figura 15. Média aritmética do crescimento das plantas úteis de cada tratamento.

De acordo com os valores referentes à altura das plantas, o tratamento L1F3 obteve maior altura em relação aos outros tratamentos, 1,85 m, porém não diferenciando estatisticamente em relação ao erro padrão da média, com exceção do

tratamento L<sub>3</sub>F<sub>2</sub>. Este tratamento obteve a menor altura média final de plantas, 1,57 m.

#### 4.6.2. Produtividade total

O tratamento L<sub>2</sub>F<sub>2</sub> obteve a maior produtividade total durante todo o ciclo, tendo em média 13.584,075 kg.ha<sup>-1</sup> e o tratamento L<sub>3</sub>F<sub>2</sub> obteve a menor produtividade, 9.693,451 kg.ha<sup>-1</sup> (Tabela 3). Mesmo com diferença de, aproximadamente, 29% (3.890,624 kg.ha<sup>-1</sup>) entre os tratamentos que obtiveram maior e menor produção, não houve diferença estatística significativa em relação à produção.

Tabela 3. Média por hectare das variáveis físicas analisadas por cada tratamento: produtividade total (Prod. Total), produtividade comercializável (Prod. Com.), número de frutos total (Nº frutos total), número de frutos comercializáveis (Nº frutos com.), massa média por fruto (Mas. Média por fruto) e massa média por fruto comercializável (Mas. Média fruto comer.)

Trat.	Prod. Total (kg.10 <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Prod. Com. (kg.10 <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Nº frutos total (nº.planta <sup>-1</sup> )	Nº frutos com. (nº.planta <sup>-1</sup> )	Mas. Média por fruto (kg.10 <sup>-3</sup> )	Mas. Média fruto comer. (kg.10 <sup>-3</sup> )
L1F1	10,093	7,641	168,67	124,33	6,703	6,883
L1F2	11,582	9,496	191,33	153,58	6,780	6,925
L1F3	10,871	9,106	213,50	170,58	5,703	5,979
L2F1	9,718	8,016	167,33	131,17	6,504	6,845
L2F2	13,584	11,232	223,00	180,17	6,822	6,983
L2F3	10,929	8,586	183,50	141,67	6,671	6,788
L3F1	10,795	8,547	179,88	134,33	6,722	7,127
L3F2	9,693	7,851	159,42	124,00	6,810	7,092
L3F3	10,053	7,667	171,46	130,17	6,567	6,598

A média da produtividade por planta entre os tratamentos variou de 1,521 e 1,086 kg, para os tratamentos L<sub>2</sub>F<sub>2</sub> e L<sub>3</sub>F<sub>2</sub>, respectivamente. Albuquerque Neto & Peil (2012) realizaram experimento em sistema de cultivo hidropônico, com baixa disponibilidade de radiação solar, e evidenciaram que a produtividade do genótipo Cereja Yubi, de crescimento determinado, foi de 0,782 kg.planta<sup>-1</sup>. Santos et al. (2006) evidenciaram produtividade de 0,641 e 0,728 kg.planta<sup>-1</sup> para diferentes cultivares de tomateiro cereja em condições de primavera da região sudeste do Brasil.

Gusmão et al. (2006) realizou experimento com tomate cereja em solo coberto com filme de polietileno preto e verificou que a cultivar Gisela foi a que obteve a melhor

produtividade, uma média de 2,240 kg.planta<sup>-1</sup>, em comparação com as cultivares: Mascot (1,665 kg.planta<sup>-1</sup>), Cheri (1,643 kg.planta<sup>-1</sup>) e Sweet Million (1,505 kg.planta<sup>-1</sup>). Nesse caso, o tomate Guaraci, com o tratamento L<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, obteve valores aproximados em relação a produtividade da cultivar Sweet Million.

Dentre a produtividade total da cultura, o tratamento L<sub>2</sub>F<sub>2</sub> foi que obteve maior produtividade comercializável, com 11.232,885 kg.ha<sup>-1</sup>. Sendo o tratamento L<sub>1</sub>F<sub>1</sub> o que obteve o menor resultado, 7.641,368 kg.ha<sup>-1</sup>. Apesar do tratamento L<sub>3</sub>F<sub>2</sub> obter o menor valor referente a produção total, o tratamento L<sub>1</sub>F<sub>1</sub> foi o que possuiu menor massa comercializável, ou seja, maior quantidade de frutos considerados não comercializáveis, podendo ser considerado o tratamento (L<sub>1</sub>F<sub>1</sub>) com menor produtividade para o interesse comercial da cultura.

#### **4.6.3. Número de frutos**

O tratamento que obteve a maior quantidade de frutos por planta foi a L<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, com média de 223,00 frutos e a menor produção foi para a L<sub>3</sub>F<sub>2</sub>, com 159,42 frutos por planta (Tabela 3). Um grande número de frutos por planta se torna viável, caso ocorra um grande número de massa, ou seja, que haja boa produtividade. Para o tratamento L<sub>2</sub>F<sub>2</sub> isso ocorreu, já que foi o tratamento com maior quantidade de frutos e produtividade (13,584 kg.10<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>). No caso do tratamento L<sub>1</sub>F<sub>3</sub>, obteve 213,50 frutos por planta, porém com produtividade de 10,871 e 9,106 kg.10<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> para produtividade total e comercializável, respectivamente. Sendo tal valor consequência da massa por fruto, que ficou abaixo do recomendado para comercialização.

Gusmão et al. (2006) verificou que em solo coberto com filme de polietileno preto, para as condições de Jaboticabal-SP, o tomate cereja obteve média de número de frutos por planta igual a 275,10, sendo estatisticamente inferior a produção da cultura em solo descoberto, obtendo média de 305,98 frutos por planta.

Sendo assim, a cultivar Guaraci conduzida nas condições de Casa Nova, BA, durante o período de primavera-verão demonstraram menor produção de números de frutos por planta em comparação as cultivares de Gisela, Cheri e Mascot, para as condições de Jaboticabal-SP, no período de inverno-primavera.

Trani et al. (2003), avaliando a produtividade e qualidade comercial de quatro genótipos de tomate tipo cereja, adaptados a clima ameno, sob o sistema convencional, cultivado em Jundiaí no mês de maio, constataram que o híbrido comercial Mini Pepe e as linhagens 14A, 14B e 15B obtiveram número médio de frutos por planta de 335,85; 184,75; 149,65 e 190,00 respectivamente. Silva et al. (2011), demonstraram que o número médio de frutos por planta produzidos por linhagens de tomate cereja com o formato tipo “pera”, variaram de 198,64 a 304,29. Como o tomate Guaraci possui o formato do tipo “pera”, em que mais se aproxima das características dessas linhagens testadas por Silva et al. (2011), sendo assim, dos tratamentos avaliados, somente os tratamentos L<sub>1</sub>F<sub>3</sub> e L<sub>2</sub>F<sub>2</sub> ficaram dentro dessa faixa de 198,64 a 304,29, os demais tratamentos obtiveram valores inferiores.

#### **4.6.4. Massa média por fruto**

A massa média por fruto variou entre 5,703 e 6,822 kg.10<sup>-3</sup>, para os tratamentos L<sub>1</sub>F<sub>3</sub> e L<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, respectivamente. Porém, dentro da produção comercializável, variou de 5,979 até 7,127 kg.10<sup>-3</sup>, para os tratamentos de L<sub>1</sub>F<sub>3</sub> e L<sub>3</sub>F<sub>1</sub> (Tabela 3).

Essa diferença de massa entre produção total e produção comercializável se deve ao fato de que na produção total estão incluídos os frutos que foram descartados. E para um fruto ser descartado, geralmente ocorreu algum dano fisiológico no fruto, fazendo com que esse não realizasse o seu desenvolvimento ótimo, ficando, muitas vezes, com a massa abaixo do normal produzido. Como a produtividade comercializável exclui os frutos com defeitos, a massa média por fruto tem a tendência de ser superior em comparação a massa média por frutos total.

Silva et al. (2011) afirmaram que, para o grupo classificado como mini tomate, a massa média do fruto pode variar de 6 a 50 g, isso irá depender da linhagem da cultura, já que cada linhagem tem suas características morfológicas. Trani et al. (2003), em experimento realizado em Jundiaí com o híbrido comercial Mini Pepe e as linhagens 14A, 14B e 15B obtiveram peso médio dos frutos foi da ordem de 8,3; 10,8; 11,8 e 13,3 g, respectivamente. Silva et al. (2011) ainda afirmaram que para as linhagens com o formato tipo grape, a massa média por frutos varia, em média, de 6 a 7 g. De acordo com os dados obtidos neste experimento, para os tratamentos

avaliados, está de acordo com a massa estabelecida por esses autores. Dentre as lâminas que foram utilizadas, a única que proporcionou massa média de frutos abaixo do padrão foi a L<sub>1</sub>F<sub>3</sub>, que tanto na produção quanto na produção comercializável, a massa média por fruto ficou abaixo de 6 g.

Gautier et al. (2005) afirmaram que pequenas mudanças de temperatura no fruto poderia ter um grande impacto na composição final da fruta tomate cereja, como eles confirmaram que o aumento da temperatura tiveram dois efeitos importantes sobre a composição do fruto: diminuindo o teor de água dos frutos e aumentando a proporção de matéria seca. Nesse caso, o aumento da temperatura, ao ponto de ultrapassar os limites recomendados para a cultura, pode acarretar em menor massa por fruto. Experimento realizado por Gusmão et al. (2006), comprovou que o híbrido “Cheri” apresentou menores produtividades em decorrência de altas temperaturas, levando à redução no tamanho dos frutos formados.

#### **4.6.5. Defeitos físicos dos frutos**

Em relação aos defeitos dos frutos, a única variável que ocorreu diferença significativa foi em relação à quantidade de número de frutos passados. Observa-se que na Figura 16, os tratamentos com utilização de uma frequência diária obtiveram maior ocorrência de frutos passados por planta, obtendo média de 4,22, sendo o melhor resultado a irrigação com duas frequências diárias, com 1,75 frutos passados, por planta.

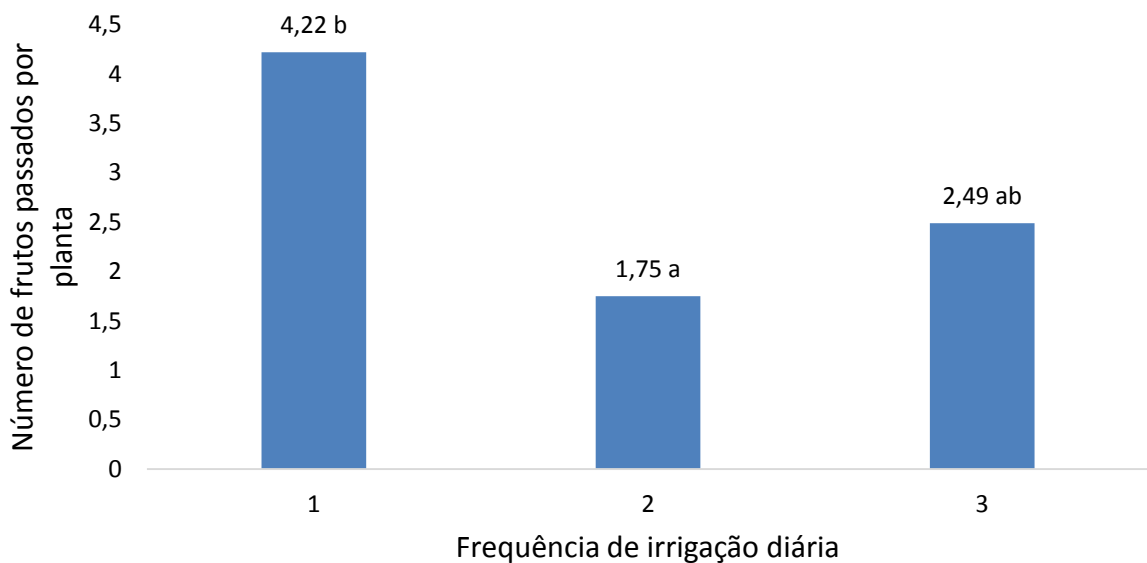


Figura 16. Número de frutos passados, em relação à frequência diária da irrigação.

Para os tratamentos que ocorreu somente uma frequência diária, obteve uma média de 2,87% de frutos passados, em relação ao número de frutos totais. E os tratamentos que receberam duas frequências diárias, obtiveram média de 0,86% frutos passados em relação ao número de frutos totais.

Estão apresentados na Tabela 4 os valores em relação à porcentagem de defeitos dos frutos por planta. A porcentagem de incidência de frutos com podridão variou de 0,2 a 2,7%, para os tratamentos L<sub>3</sub>F<sub>1</sub> e L<sub>3</sub>F<sub>3</sub>, respectivamente. Em relação a frutos com podridão apical, a porcentagem por planta variou entre 0,1 e 2,2%, para os tratamentos L<sub>1</sub>F<sub>3</sub> e L<sub>1</sub>F<sub>1</sub>, respectivamente. Frutos com ferida variaram de 3,2 até 5,4% de frutos por planta, para os tratamentos L<sub>2</sub>F<sub>1</sub> até L<sub>3</sub>F<sub>3</sub>, respectivamente. Em relação a frutos rachados, a porcentagem por planta variou entre 6,5 e 11,7%, para os tratamentos L<sub>2</sub>F<sub>1</sub> e L<sub>2</sub>F<sub>3</sub>, respectivamente. Para os frutos deformados, os limites variaram entre 1,2 e 3,2% de frutos por planta, para os tratamentos L<sub>3</sub>F<sub>1</sub> e L<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, respectivamente. A incidência de frutos imaturos variou de 1,3 a 3,5% de frutos por planta, para os tratamentos L<sub>2</sub>F<sub>2</sub> e L<sub>1</sub>F<sub>3</sub>, respectivamente. Em relação aos frutos que apresentaram queima devido à alta incidência de radiação solar, a porcentagem de frutos por planta variou entre 0,2% para o tratamento L<sub>3</sub>F<sub>2</sub> a 1,6% para os tratamentos L<sub>2</sub>F<sub>1</sub> e L<sub>2</sub>F<sub>2</sub>. E em relação à incidência de ataques patógenos, os valores variaram entre 1,1% para os tratamentos L<sub>1</sub>F<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, L<sub>2</sub>F<sub>3</sub> e L<sub>3</sub>F<sub>1</sub> até 1,8% para o tratamento L<sub>3</sub>F<sub>2</sub>.

Tabela 4. Média percentual da quantidade de frutos com incidência dos defeitos: podridão (Pod), podridão apical (PodAp), ferida (Fer), rachado (Rach), deformado (Defor), imaturo (Imat), queima por incidência de radiação (Queim) e ataque de patógenos (AtPat).

Trat.	Pod	PodAp	Fer	Pass	Rach	Defor	Imat	Queim	AtPat
	%								
L1 F1	0,8 a	2,2 a	4,9 a	3,5 b	11,2 a	1,6 a	3,4 a	0,9 a	1,1 a
L1 F2	0,8 a	0,6 a	3,8 a	0,8 a	8,1 a	2,0 a	1,6 a	0,7 a	1,4 a
L1 F3	0,4 a	0,1 a	3,6 a	1,6 ab	9,2 a	1,5 a	3,5 a	0,5 a	1,6 a
L2 F1	0,9 a	1,2 a	3,2 a	1,6 b	6,5 a	1,8 a	2,6 a	1,6 a	1,7 a
L2 F2	0,4 a	1,4 a	3,9 a	0,9 a	7,1 a	2,9 a	1,3 a	1,6 a	1,1 a
L2 F3	0,6 a	1,9 a	5,0 a	0,6 ab	11,7 a	1,7 a	1,7 a	0,5 a	1,1 a
L3 F1	0,2 a	0,9 a	4,4 a	3,5 b	10,0 a	1,2 a	2,0 a	1,2 a	1,1 a
L3 F2	0,9 a	1,5 a	4,4 a	0,9 a	7,2 a	3,2 a	1,8 a	0,2 a	1,8 a
L3 F3	2,7 a	0,8 a	5,4 a	2,3 ab	8,7 a	1,5 a	1,7 a	0,4 a	1,7 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 10% de probabilidade.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos, demonstrando assim que o volume de água e a frequência de irrigação utilizados no experimento não interferiram na incidência de frutos com defeitos. Com exceção para o caso de incidência de frutos passados.

#### 4.6.6. Variáveis pós-colheita

Estão apresentados, na Tabela 5, os dados referentes as análises pós-colheita dos frutos. Demonstrando que ocorreu diferença estatística significativa para o teor de sólidos solúveis totais (SST) e para a acidez titulável (AT), com 10% de probabilidade. Cada parâmetro será discutido a seguir.

Tabela 5. Dados das características pós-colheita: teor de sólidos solúveis totais (SST), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total (AT) e relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável.

Tratamentos	SST °Brix	pH	AT (%)	Relação (SST/AT)
L1 F1	7,2 Aa	4,14 Aa	0,39 Aa	18,46 Aa
L1 F2	7,1 Aa	4,03 Aa	0,42 Ba	16,90 Aa
L1 F3	7,1 Aa	4,12 Aa	0,39 Aa	18,21 Aa
L2 F1	7,0 ABa	4,12 Aa	0,36 Aa	19,44 Aa
L2 F2	6,8 ABa	4,12 Aa	0,38 ABa	18,38 Aa
L2 F3	7,1 ABa	4,09 Aa	0,38 Aa	18,68 Aa
L3 F1	7,0 Ba	4,08 Aa	0,39 Aa	17,95 Aa
L3 F2	6,8 Ba	4,14 Aa	0,35 Aa	19,43 Aa
L3 F3	6,9 Ba	4,10 Aa	0,36 Aa	19,17 Aa

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade.

#### 4.6.6.1. Teor de sólidos solúveis totais

Os valores de teores de sólidos solúveis totais (SST) variaram de 6,8 °Brix para o tratamento L<sub>3</sub>F<sub>2</sub> a 7,2 °Brix para o tratamento L<sub>1</sub>F<sub>1</sub> (Tabela 5). Nesse caso, ocorreu diferença significativa em resposta as lâminas aplicadas neste experimento, sendo a menor lâmina (0,75.ET<sub>loc</sub>) a que obteve o maior valor de SST (7,13 °Brix), igualando estatisticamente com os tratamentos que receberam 1,00.ET<sub>loc</sub> (6,94 °Brix), porém, diferenciando em relação aos tratamentos que foram utilizados 1,25.ET<sub>loc</sub> (6,89 °Brix) (Figura 17).

Segundo Raupp et al. (2009), o teor de sólidos solúveis totais no fruto pode ser influenciado pela temperatura, irrigação e adubação. Koetz et al. (2010) observaram em experimento que houve uma relação linear decrescente da quantidade de sólidos solúveis totais com o aumento da lâmina de irrigação para a cultura do tomate.



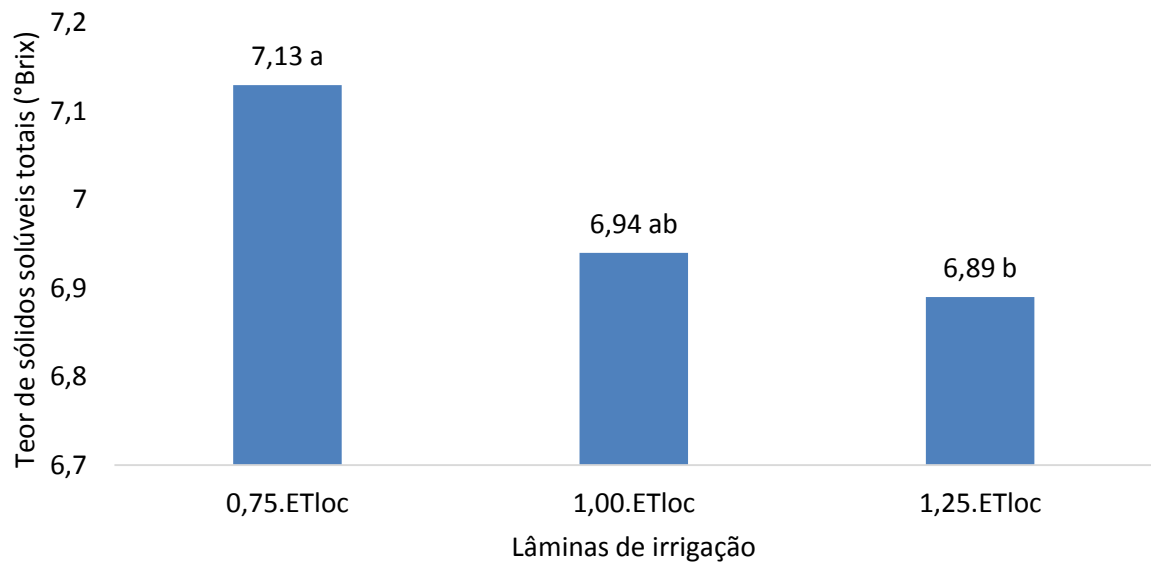


Figura 17. Diferença do teor de sólidos solúveis totais para cada lâmina de irrigação utilizada.

Silva et al. (2012), informaram que o teor de SST considerado adequado para o tomate cereja está em torno de 7,98 °Brix. Porém, esses autores chegaram a esse valor de SST em experimento em que aumentou a salinidade da água de irrigação. Sem esse aumento, os valores de SST ficaram em torno de 7,3 °Brix. Sakamoto et al. (1999) informou que o teor de SST de 8,0 °Brix é considerado bem acima do observado em cultivos convencionais.

Em experimento realizado por Silva et al. (2011) de tomate cereja sob cultivo orgânico, observaram que o teor de sólidos solúveis variou de 3,76 até 4,27% para diferentes linhagens do tomate grape. Leal et al. (2001) encontraram valor de 5,08 °Brix. Neste experimento, o menor valor encontrado foi para o que recebeu os tratamentos L<sub>2</sub>F<sub>2</sub> e L<sub>3</sub>F<sub>2</sub>, sendo observados valores de 6,8 °Brix, mesmo assim, maior que os valores encontrados por Silva et al. (2011) e Leal et al. (2001).

#### 4.6.6.2. pH

Os valores de pH variaram de 4,03 para o tratamento L<sub>1</sub>F<sub>2</sub> até 4,14 para os tratamentos L<sub>1</sub>F<sub>1</sub> e L<sub>3</sub>F<sub>2</sub> (Tabela 5). Silva et al. (2011) em experimento com diferentes

linhagens do tomate grape, observaram valores de pH que variaram de 3,84 até 4,03. Leal et al. (2001) encontraram valor de pH igual a 4,01. Valores que foram muito próximos aos encontrados neste experimento. De acordo com Gould (1974), tomates considerados ácidos possuem valores de pH inferiores a 4,50. Nesse caso, para todos os tratamentos, os frutos obtiveram valores abaixo, indicando acidez. Porém, de acordo com Ferreira et al. (2006), ainda não existe padrão para essa variável.

#### 4.6.6.3. Acidez titulável

A acidez titulável variou entre 0,35% para o tratamento L<sub>3</sub>F<sub>2</sub> até 0,42% para o tratamento L<sub>1</sub>F<sub>2</sub>. Estes valores foram dentro da faixa ideal de acidez, já que de acordo com Cardoso et al. (2010), a acidez total não deve exceder a 0,8%, e o mínimo indicado é de 0,3%.

Dentro da frequência 2 (F<sub>2</sub>) ocorreu diferença estatística significativa em relação ao volume de água aplicado. Sendo a lâmina 0,75.ET<sub>loc</sub> a que obteve o valor mais alto de acidez titulável, 0,42%, diferenciando estatisticamente dos tratamentos que receberam 1,25.ET<sub>loc</sub>, em que obtiveram 0,34% de acidez titulável (Figura 18). Porém, mesmo ocorrendo tal diferença estatística, todos os tratamentos resultaram em frutos com a acidez dentro da faixa de 0,3% a 0,8%.

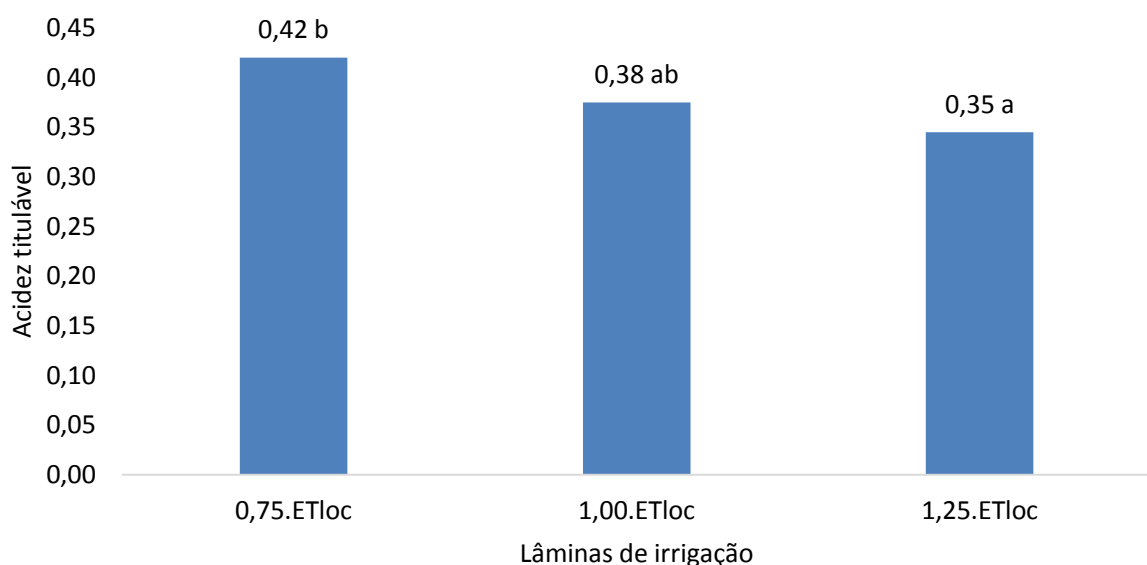


Figura 18. Variação da acidez titulável, para duas frequências diárias (F<sub>2</sub>), de acordo com as diferentes lâminas.

Em experimentos realizados por Leal et al. (2001), observaram valor de acidez titulável igual a 0,47% e Cardoso et al. (2010) obtiveram valores de 0,3% para polpa de tomate cereja. Estes valores estão condizentes com os resultados encontrados neste experimento.

#### **4.6.6.4. Relação sólidos solúveis totais (°Brix) / acidez titulável (% ácido cítrico)**

Os valores da relação SST/AT variaram entre 16,90 até 19,44 para os tratamentos L<sub>1</sub>F<sub>2</sub> e L<sub>2</sub>F<sub>1</sub>, respectivamente. Observa-se que mesmo com o menor valor encontrado da relação (16,90), este possuiu valor de SST igual a 7,1, ou seja, superior ao valor de SST do tratamento que obteve o maior valor da relação SST/AT (19,40), que foi de 7,0 °Brix. Nota-se que os tratamentos L<sub>2</sub>F<sub>2</sub> e L<sub>3</sub>F<sub>2</sub> obtiveram os menores valores de SST (6,8 °Brix), porém, dentro da relação SST/AT, esses tratamentos obtiveram valores de 18,38 e 19,43, respectivamente. Ou seja, valores da relação maiores que tratamentos que obtiveram teores de SST maiores que 7,0 °Brix. Esse fato ocorre pela porcentagem de ácido cítrico encontrado nos frutos. Machado et al. (2005) reportam que, para o tomate de mesa o valor ideal da relação SST/AT deve ser superior a 13,5. Nesse caso, todos os tratamentos deste experimento obtiveram valores superiores que o mínimo recomendável para a relação SST/AT.

#### **4.6.7. Eficiência do uso da água – EUA**

De acordo com a eficiência do uso da água da produção total (EUA<sub>pt</sub>), os tratamentos que utilizaram 0,75.ET<sub>loc</sub> obtiveram melhores resultados na produção de matéria fresca em relação ao volume de água aplicado, obtendo 3,122 kg.m<sup>-3</sup> e tendo como o menor aproveitamento, os tratamentos que utilizaram 1,25.ET<sub>loc</sub>, com resultado de 1,758 kg.m<sup>-3</sup> (Figura 19). Na maioria das vezes, o aumento da EUA pode ser obtido devido ao decréscimo da quantidade de água aplicada (LETEY, 1993; RITSCHHEL et al., 1994). Por se tratar de uma razão, a EUA pode ser maximizada ou

aumentando a produtividade, ou diminuindo o volume de água aplicado. Por se tratar de um sistema de irrigação pressurizado, com total controle em relação à quantidade que pode ser aplicada a cultura, a maneira mais simplificada de conseguir aumento na EUA é diminuindo o volume de água a ser aplicado, sem ocorrer estresse hídrico por déficit, prejudicando seu desenvolvimento.

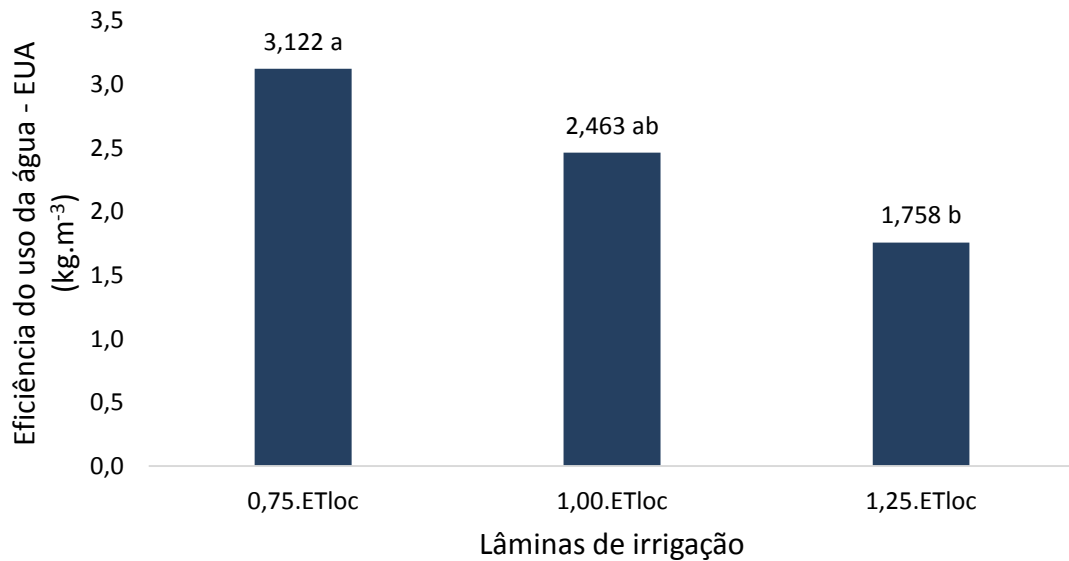


Figura 19. Eficiência do uso da água entre as lâminas utilizadas na produção total.

O comportamento dos valores obtidos para a EUA sobre a produtividade comercializável ( $EUA_{pcom}$ ) também variou significativamente em função da lâmina aplicada, tendo-se obtido com 0,75.ET<sub>loc</sub>, 1,00.ET<sub>loc</sub> e 1,25.ET<sub>loc</sub> de lâminas, 2,518, 2,003 e 1,385 kg.m<sup>-3</sup>, respectivamente (Figura 20).

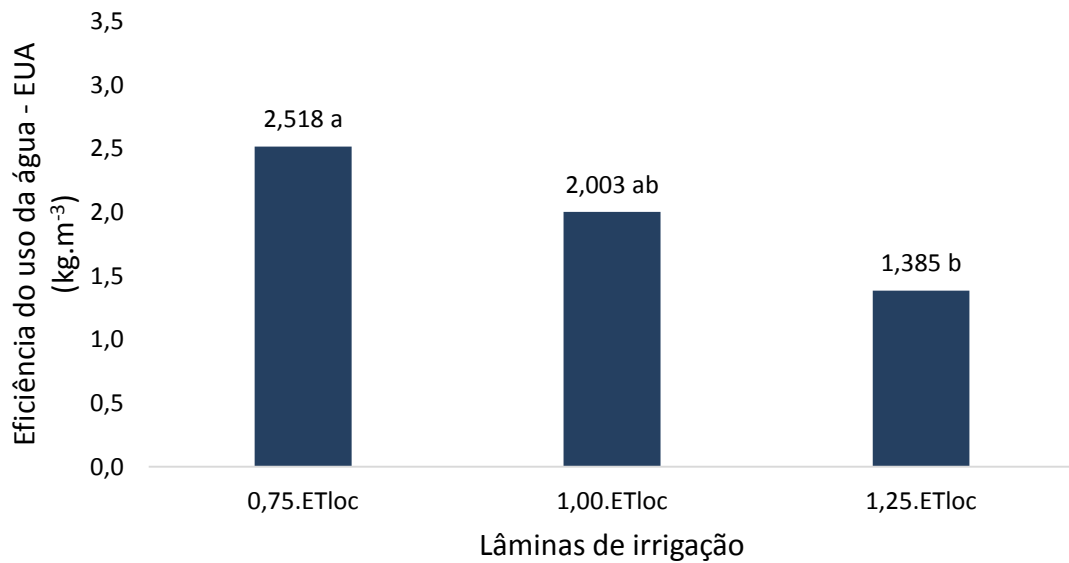


Figura 20. Eficiência do uso da água entre as lâminas utilizadas na produção comercializável.

Os valores de eficiência do uso da água para produção total ( $EUA_{pt}$ ) e comercializável ( $EUA_{pcom}$ ) determinadas a partir das lâminas aplicadas via irrigação, mostraram resultado semelhante, entretanto com valores maiores para  $EUA_{pt}$ , já que a produtividade total foi maior que a comercial e o volume de água aplicado foi o mesmo.

Então, apesar do tratamento  $L_2F_2$  ter obtido melhor resultado em relação à produtividade total, como não ocorreu diferença significativa entre a utilização das lâminas, a aplicação da lâmina  $0,75.ET_{loc}$  se torna economicamente mais viável, já que pode se obter praticamente a mesma produtividade, porém com menor utilização de volume de água aplicado. Como não ocorreu diferença significativa entre as frequências para a produtividade total e comercializável, a lâmina  $0,75.ET_{loc}$  que utilizou somente uma frequência ( $L_1F_1$ ) se torna mais recomendável em relação a maior produtividade e menor utilização de mão-de-obra.

Malheiros et al. (2012) em experimento avaliando a eficiência do uso da água para o tomate cereja, obtiveram valor de  $1,05 \text{ kg.m}^{-3}$  sobre a produtividade total, sem a utilização de efluentes. Os mesmos autores obtiveram  $EUA$  máxima de  $3,10 \text{ kg.m}^{-3}$  utilizando 50% de efluente na produção. Valor este que ainda foi inferior aos tratamentos deste experimento que receberam  $0,75.ET_{loc}$ .

O comportamento dos valores de  $EUA$  pode variar em função de grupos ou cultivares de tomate, tipo de irrigação, condições climáticas e qualidade da água (MALHEIROS et al., 2012).

## 5. CONCLUSÕES

Os tratamentos que utilizaram somente uma frequência diária obtiveram maiores variações na umidade do solo para a camada de 0,00-0,20 m, porém se mantendo dentro, ou acima, da faixa da capacidade de campo;

Para a camada de 0,20-0,50 m não houve variação na umidade do solo, permanecendo todos os tratamentos acima da capacidade de campo;

O tratamento L<sub>3</sub>F<sub>2</sub> foi o único que se diferenciou estatisticamente de forma negativa em relação ao crescimento das plantas;

Os tratamentos que obtiveram maior eficiência do uso da água foram aqueles que utilizaram a menor lâmina aplicada;

Os tratamentos que utilizaram duas frequências diárias obtiveram menores quantidades de frutos passados por planta;

Os tratamentos em que foram utilizadas 0,75.ET<sub>loc</sub> obtiveram maior valor de sólidos solúveis totais;

Os tratamentos que utilizaram duas frequências diárias obtiveram frutos com menor acidez, utilizando 1,25.ET<sub>loc</sub>;

Assim, nas condições em que se realizou o presente experimento, recomenda-se a aplicação da lâmina 0,75.ET<sub>loc</sub> com duas frequências diárias, em razão da melhor EUA, menor incidência de frutos passados e maior teor de sólidos solúveis totais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE NETO A. A. R.; PEIL R. M. N. Produtividade biológica de genótipos de tomateiro em sistema hidropônico no outono/inverno. **Horticultura Brasileira**. v.30, n.4, p.613-619. 2012.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. 297p. (Irrigation and Drainage Paper, n.56).
- ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultivo em invernadero**. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1999. 347p.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras, MG: Perfil, 2004. 400p.
- ANDRADE, C. L. T.; BORGES JÚNIOR, J. C. F.; COUTO, L. Características físico-hídricas e dinâmica de água no solo. In: ALBUQUERQUE, P. E. P.; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 403-419.
- ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T. S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, v.15, p.28-32, 1997.
- ANDRIOLO J. L. Fisiologia das culturas protegidas. Santa Maria: Ed. UFSM, 1999. 142p.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC international**. 17<sup>th</sup>. ed. Washington, DC: AOAC. 1.115p. 2000.
- ARANHA, M. L. A.; MARTINS, M. H. P. **Filosofando: introdução à filosofia**. 2 ed. São Paulo: Moderna, 1993. 395p.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2006. 625p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4<sup>o</sup> ed. São Paulo: Ícone. 1999. 355p.

BEZERRA, J. F. R.; GUERRA, A. J. T.; RODRIGUES, S. C. Relações entre potencial matricial no solo e cobertura vegetal em uma estação experimental, Uberlândia – mg. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, ano 24, n. 1, p.103-114, 2012.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7. ed. São Paulo, SP: Freitas Bastos, 1989. 878p.

BRALTS, V. F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam, Elsevier. p.216-240. 1986. (Development in Agricultural Engineering, 9).

BRITO, R. A. L. Avaliação do desempenho de sistemas e projetos de irrigação. In: ALBUQUERQUE, P. E. P.; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2008. 528p.

CARDOSO, F. F.; CUNHA, A. H. N.; FRANÇA, J. B. A.; FERREIRA, R. B.; CAMARGO, R. P. L. Avaliação do rendimento, caracterização físico-química e análise sensorial da geléia de tomate cereja. **Anais do VIII Seminário de Iniciação Científica e V Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação**. 2010.

CARVALHO, D. F.; OLIVEIRA, L. F. C. **Planejamento e manejo da água na agricultura irrigada**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. 240p.

CARVALHO, J. G.; BASTOS, A. R. R. B.; ALVARENGA, M. A. R.; SOUZA, R. A. M. Nutrição mineral e adubação. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: Editora UFLA, 2004, 400p.

CEAGESP – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Programa brasileiro para modernização da horticultura: Normas de classificação do tomate**. São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura, 2003. (Documentos, 26).

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras, MG: UFLA, 2005. 785p.

CLARK, G. A.; MAYNARD, D. N. Vegetable production on various bed widths using drip irrigation. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.8, n.1, p.28-32, 1992.



CONCEIÇÃO, M. A. F. Irrigação: sistemas e manejo. In: HICKEL, E.; CALEGARIO, F. F.; MELO, G. W. B.; KUHN, G. B.; NACHTIGAL, J. C.; MAIA, J. D. G.; PROTAS, J. F. S.; MELLO, L. M. R.; GARRIDO, L. R.; CONCEIÇÃO, M. A. F.; BOTTON, M.; SÔNEGO, O. R.; NAVES, R. L.; SORIA, S. J.; FAJARDO, T. V. M.; CAMARGO, U. A. **Uvas sem sementes: cultivares BRS morena, BRS clara e BRS linda.**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Uva e Vinho. n.8, 2005. Disponível em: <

<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasSemSementes/irrigacao.htm>>.

Acesso em: jul. 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997, 212p.

FAO. **Protected cultivation in the Mediterranean climate.** Roma: FAO, 1990. 313p. (Plant Production and Protection Paper, 90)

FERNANDES, C. **Produtividade e qualidade dos frutos do tomateiro do grupo cereja cultivado em substratos à base de areia.** 2005, 95f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista.

FERREIRA, D. F. **Sisvar** – Sistema de análise de variância. 2006. Patente: Programa de Computador. Número do Registro: 828459851. Data de depósito: 28/04/2006.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estacoes. **Horticultura Brasileira.** Brasília, v. 24, n. 2, p. 141-145, 2006.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura:** agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3.ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. Cultura do tomate. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). **Olericultura:** teoria e pratica. Viçosa, MG: UFV, p. 457-475, 2005.

GAUTIER, H.; ROCCI, A.; BURET, M.; GRASSELLY, D.; CAUSSE, M. Fruit loa dor fruit position alters response to temperature and subsequently cherry tomato quality. **Journal of the Science of Food Agriculture.** v.85, p.1009-1016, 2005.

GOMIDE, R. L.; MAENO, P. Requerimento de água pelas culturas. In: ALBUQUERQUE, P. E. P.; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 528p.

GOULD, W. A. **Tomato production, processing and quality evaluation**. Westport: The AVI Publishing Company, 1974. 445 p.

GUILHERME, D. O.; PINHO, L.; COSTA, C. A.; ALMEIDA, A. C.; PAES, M. C. D.; RODRIGUES, R. J. A.; CAVALCANTI, T. F. M.; TELES FILHO, S. C.; MENEZES, J. B. C.; SALES, S. S. Análise sensorial e físico-química em frutos de tomate cereja orgânicos. **Horticultura Brasileira**. v.26, n.2, 2008.

GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L.; ARAÚJO, J. A. C. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.4, 2006.

HIGUTI, A. R. O.; GODOY, A. R.; SALATA, A. C.; CARDOSO, A. I. I. Produção de tomate em função da “vibração” das plantas. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.1, p.87-92, 2010.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 2008.1020p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/default.asp?z=t&o=3&i=P>>. Acesso em: 10 de abril de 2012.

IQBAL, J. et al. Relationships between soil landscape and dry land cotton lint yield. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.69, n.6, p.872-882, 2005.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens: AVI, 1997. 532 p

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinold, 1990. 652p.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation desing**. Glendora: Rain Bird Sprinklers Manufacturing Corp., 1975, 133p.

KLAR, A. E. **Irrigação**: frequência e quantidade de aplicação. São Paulo, SP: Nobel. 1991. 156p.

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.

LEAL, P. A. M.; JORGE, J. T.; HONÓRIO, S. L. Avaliação da qualidade do tomate cereja quando submetido a diferentes processos de resfriamento. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.21, n.1, p.82-90, 2001.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3ª Ed., p. 83, Campinas-SP, 1996.

LETEY, J. Relationship between salinity and efficient water use. **Irrigation Science**, New York, v.14, p.75-84, 1993.

LIN, S. S. M.; HUBBEL, J. N.; SAMSON ISOU, S. C. S.; SPLITTSTOESSER, W. E. Drip irrigation and tomato yield under tropical conditions. **Hortscience**, Fort Collins, v.18, p.460-161, 1983.

LINDHAGEN, M. Model analysis of leaf unfolding rate in *Malus domestica* Borkh. **Scientia Horticulturae**, n. 67, p. 65-78, 1996

LOPES, P. R. A. **Influência da cobertura do solo e sistema de condução das plantas, na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado em casa de vegetação e no campo**. Jaboticabal: UNESP-FCAV. 1997. 125p. (Tese doutorado).

MACHADO, S. S.; COSTA, R. B.; FREITAS, S. M.; MOURA, A. C. Características de sabor de diferentes cultivares de tomate. XIV Encontro Nacional De Analista De Alimentos. Goiânia, GO. **Anais...** Junho, 2005.

MALHEIROS, S. M. M.; SILVA, E. F. F.; MEDEIROS, P. R. F.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; SANTOS, A. N. Cultivo hidropônico de tomate cereja utilizando-se efluente tratado de uma indústria de sorvete. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.10, p.1085-1092, 2012.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação**: princípios e métodos. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 355 p.

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

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; MORETTI, C. L. Resposta do tomateiro para processamento a tensões de água no solo, sob irrigação por gotejamento. **Engenharia Agrícola**, v.23, p.1-8, 2003.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças**: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. ed 2. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 150p.

MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S.; ASSIS, F. N.; MENDEZ, M. E. G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. **Informe Agropecuário**. v.20, p.15-23. 1999.

MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M.; SOUSA, G. G.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.505-511, 2011.

MISHRA, H. S.; RATHORE, T. R.; TOMAR, V. S. Water use efficiency of irrigated wheat in the Tarai Region of India. **Irrigation Science**, Heidelberg, v.16, p.75-80, 1995.

MOLION, L. C. B. On the dynamic climatology of the Amazon basin and associated rain-producing mechanisms. In: **The Geophysiology of Amazonia Vegetation and Climate Interactions**. New York, John Wiley and Sons. 1987.

MORETTI, C. L.; MATTOS, L. M.; CALBO, A. G.; SARGENT, S. A. Climate changes and potential impacts on postharvest quality of fruit and vegetable crops: a review. **Food Research International**. v.43, p.1824-1832, 2010.

MORETTI, C. L.; SARGENT, S. A.; HUBER, D. J.; CALBO, A. G.; PUSCHMANN, R. Chemical composition and physical properties of pericarp, locule and placental tissues of tomatoes with internal bruising. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.123, n.4, p.656-660. 1998.

NAIKA, S.; JEUDE, J. L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização**. Fundação Agromisa e CTA, Wageningen, 2006. 104p

OHTA, K.; ITO, N.; HOSOKI, T.; SUGI, Y. Influence of relative humidity on fruit cracking of cherry tomato grown on hydroponic culture and its control. **J. Japan. Soc. Hort. Sci.** v.60, p.337-343. 1991.

OHTA, K.; ITO, N.; HOSOKI, T.; ENDO, K.; KAJIKAWA, O. Influence of the nutrient solution concentrations on cracking of cherry tomato fruit grown hydroponically. **J. Japan. Soc. Hort. Sci.** v.62, p.407-412. 1993.

OHTA, K.; ITO, N.; HOSOKI, T.; INABA, K.; BESSHO, T. The influence of the concentration of hydroponic nutrient culture solutions on the cracking of cherry tomato with special emphasis on water relationship. **J. Japan. Soc. Hort. Sci.** v.62, p.811-816. 1994.

OHTA, K.; HOSOKI, T.; MATSUMOTO, K.; OHYA, M.; ITO, N.; INABA, K. Relationships between fruit cracking and changes of fruit diameter associated with solute flow to fruit in cherry tomatoes. **J. Japan. Soc. Hort. Sci.** v.65, n.4, p.753-759, 1997.

OR, D.; WRAITH, J. M. **Agricultural and environmental soil physics**. Logan: USU, 1997. 218p.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia agrícola**. Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo, ESALQ. 2007. 192p.

RADIN, B.; BERGAMASCHI, H.; REISSER JÚNIOR, C.; BARNI, N.A.; MATZENAUER, R.; DIDONÉ, I.A. Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1017-1023. 2003.

RAMOS, A. M.; SANTOS, L. A. R.; FORTES, L. T. G (Org.) **Normais climatológicas do Brasil: 1961-1990**. Brasília: INMET, 2009. 465p.

RAUPP, D. S.; GARDINGO, J.R.; SCHEBESKI, L.S. dos; AMADEU, C.A.; BORSATO, A.V. Processamento de tomate seco de diferentes cultivares. **Acta Amazônica**, Manaus, v.39, n.2, p.415-422, 2009.

REICHARDT, K. **A água na produção agrícola**. Piracicaba, SP: McGraw-Hill, 1978. 119p.

REICHARDT, K. Capacidade de campo. **R. bras. Ci. Solo.** v.12, p. 211-216, 1988.

REIS, L. S.; AZEVEDO, C. A. V.; ALBUQUERQUE, A. W.; SILVA JUNIOR, J. F. Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.4, p.386-391, 2013.

RITSCHER, P.S.; SOUSA, V.F. de; CONCEIÇÃO, M.A.F.; SOUZA, V.A.B. de; COELHO, E.F. Efeito da época de suspensão da irrigação na produtividade do meloeiro (*Cucumis melo* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 10., 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: ABID, p.135-142, 1994.

RONCHI, C. P.; SERRANO, L. A. L.; SILVA, A. A.; GUIMARÃES, O. R. Manejo de plantas daninhas na cultura do tomateiro. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.28, n.1, p.215-228, 2010.

RUSSELL, G.; JARVIS, P. G.; MONTEITH, J. L. Absorption of radiation by canopies and stand growth. In: RUSSELL, G.; MARSHALL, B.; JARVIS, P. G. (Ed.). **Plant canopies: their growth, form and function**. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press. p.21-39, 1989. (Society for Experimental Biology Seminar Series, 31)

SAEED, I. A. M.; EL-NADI, A. H. Irrigation effects on the growth, yield, and water use efficiency of alfalfa. **Irrigation Science**, Heidelberg, v.17, p.63-68, 1997.

SAKAMOTO, Y.; WATANABE, S.; NAKASHIMA, T.; OKANO, K. Effects of salinity at two ripening stages on the fruit quality of single truss tomato grown in hydroponics. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.74, n.6, p.690-693, 1999.

SANTOS, M. R.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; VIDIGAL, S. M.; NOBRE, M. C. R. Desempenho de cultivares de tomate tipo cereja em cultivo orgânico. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 46. 2006. **Anais...** Goiana: SOB (CD-ROM)

SAVIĆ, S.; STIKIĆ, R.; RADOVIĆ, B. V.; BOGIČEVIĆ, B.; JOVANOVIĆ, Z.; ŠUKALOVIĆ, V. H. Comparative effects of regulated deficit irrigation (RDI) and partial root-zone drying (PRD) on growth and cell wall peroxidase activity in tomato fruits. **Scientia Horticulturae**. n.117, p.15-20, 2008.

SHAFFER, A. A.; PHARR, D. M.; MADORE, M. A. Cucurbits. In: ZAMSKI, E.; SHAFFER, A. A. (Ed.) **Photoassimilate distribution in plants and crops**. Source-Sink relationships. New York: Marcel DeKKer, p.729-757, 1996.

SILVA, A. C.; COSTA, C. A.; SAMPAIO, R. A.; MARTINS, E. R. Avaliação de linhagens de tomate cereja tolerantes ao calor sob sistema orgânico de produção. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.3, p.33-40, 2011.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L. S.; FRANÇA, F. H.; BÔAS, G. L. V.; BRANCO, M. C.; MEDEIROS, M. A.; MAROUELLI, W.; SILVA, W. L. C.; LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C.; NASCIMENTO, W. M.; PEREIRAI, W. **Cultivo de tomate para industrialização**. Sistema de Produção. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Hortaliças. 2003a.

SILVA, J. G. F.; MANTOVANI, E. C.; RAMOS, M. M.; Irrigação localizada. In: MIRANDA, J. H.; PIRES, R. C. M. **Irrigação**. v.2, Piracicaba, SP: FUNEP, 2003b. 703p.

SILVA, P. F.; SILVA, A. C. C.; TAVARES, K. N.; SANTOS, D. P.; BARROS, A. C. Produção e teor de brix<sup>o</sup> do tomate cereja irrigado com águas de diferentes concentrações salinas. **Revista Verde**, Mossoró, RN, v.7, n.4, p.85-89, 2012.

SILVA JÚNIOR, A. A.; PRANDO, H. F. Cultivares e épocas de semeadura de tomate para o litoral catarinense. **Agropecuária Catarinense**, Santa Catarina, v.9, n. 4, p. 48-50, 1989.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. **Irrigação do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 230p.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F.; SILVA, J. G. Manejo da água de irrigação. In: SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. **Irrigação do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 230p.

SIMONNE, A. H.; FUZERÉ, J. M.; SIMONNE, E.; HOCHMUTH, R. C.; MARSHALL, M. R. Effects of nitrogen rates on chemical composition of yellow grape tomato grown in a subtropical climate. **Journal of Plant Nutrition**, v.30, p.927-935, 2007.

SINCLAIR, T. R.; HORIE, T. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. **Crop Science**, Madison, v. 29, p. 98-105, 1989.

SINCLAIR, T. R.; SHIRAIWA, T. Soybean radiation-use efficiency as influenced by nonuniform specific leaf nitrogen distribution radiation. **Crop Science**, Madison, v. 33, p. 808-812, 1993.

SOUSA, V. F.; COÊLHO, E. F.; FIZZONE, J. A.; FOLEGATTI, M. V.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; OLIVEIRA, F. C. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.2, p.183-188, 2000.

SOUSA, V. F.; COÊLHO, E. F.; FIZZONE, J. A.; FOLEGATTI, M. V.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; OLIVEIRA, F. C. Frequência de irrigação por gotejamento na eficiência do uso da água no meloeiro. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBEA, 1998. p.214-216.

SRINIVAS, K.; HEGEDE, D. M.; HAVANAGI, G. V. Plant water relations, canopy temperature, yield and water-use efficiency of water melon (*Citrullus lanatus* (Thamb.) Matsum et Nakai) under drip and furrow. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.64, n.1, p.115-124, 1989.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; MELO, A. M.; RIBEIRO, I. J. A. **Avaliação da produtividade e qualidade comercial de quatro genótipos de tomate do tipo "cereja"**. 2003. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/wrktom006.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2013.

TSEKLEEV, G.; BOYADJIEVA, N.; SOLAKOV, Y. Influence of photo-selective mulch films on tomatoes in greenhouses. **Plasticulture**, Paris, v.45, p.45-49, 1993.

VAN GENUTCHEN, M. T. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, n.3, p.892-898, 1980.

VERMEIREN, G.A., JOBLING, G.A. **Irrigação localizada**. Campina Grande: UFPB, 1997. 184p. (Estudos FAO: irrigação e drenagem, 36)

XU, C. Y.; SINGH, V. P. Cross comparison of empirical equations for calculating potential evapotranspiration with data from Switzerland. **Water Resources Management**. v.16, p.197-210, 2002.

YOUNG, F.J.; HAMMER, R.D.; LARSEN, D. Frequency distributions of soil properties on a loess-mantled Missouri watershed. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.63, n.1, p.178-185. 1999.



## APÊNDICES

	Temp. Med.	UR méd.	Pressão	Vel. Vento	Radiação	Prec.	ET <sub>o</sub>
Data	°C	%	hPa	m.s <sup>-1</sup>	kJ.m <sup>-2</sup>	Mm	mm.dia <sup>-1</sup>
25-OUT-2012	28,40	41,15	967	3	2940	0,0	6,32
26-OUT-2012	26,84	48,55	968	3	2650	0,0	5,73
27-OUT-2012	26,91	51,04	969	2	2220	0,0	4,73
28-OUT-2012	27,49	45,39	968	1	2840	0,0	5,97
29-OUT-2012	26,94	44,23	969	2	2910	0,0	6,14
30-OUT-2012	27,34	40,65	967	1	3000	0,0	6,30
31-OUT-2012	28,83	43,16	965	1	2870	0,0	6,02
01-NOV-2012	30,12	43,24	964	2	2510	0,0	5,40
02-NOV-2012	25,97	66,33	967	2	1530	0,0	3,29
03-NOV-2012	28,70	51,13	967	2	2580	0,0	5,50
04-NOV-2012	29,69	45,45	966	1	2740	0,0	5,81
05-NOV-2012	28,79	54,70	965	2	2210	1,3	4,72
06-NOV-2012	27,65	56,07	966	3	1790	0,0	3,99
07-NOV-2012	25,61	70,40	967	2	1790	38,6	3,87
08-NOV-2012	26,56	63,61	966	2	1730	0,0	3,70
09-NOV-2012	27,64	47,94	965	3	2740	0,0	5,98
10-NOV-2012	26,12	56,72	967	3	1490	0,0	3,32
11-NOV-2012	27,64	49,85	967	3	2450	0,0	5,33
12-NOV-2012	27,92	47,02	967	3	2860	0,0	6,12
13-NOV-2012	28,07	47,05	966	1	3010	0,0	6,33
14-NOV-2012	28,83	46,35	965	1	2750	0,0	5,80
15-NOV-2012	30,96	43,08	967	3	1980,8	0,0	6,72
16-NOV-2012	30,40	46,67	968	3	2071,6	0,0	6,65
17-NOV-2012	31,00	41,88	969	3	2143,7	0,0	7,25
18-NOV-2012	30,16	43,75	970	4	2270,7	0,0	8,04
19-NOV-2012	28,45	45,58	971	5	1810,4	0,0	6,83
20-NOV-2012	29,53	39,33	969	4	2416,1	0,0	7,94
21-NOV-2012	29,91	44,00	968	3	2079,4	0,0	7,01
22-NOV-2012	30,59	41,79	968	3	2087,6	0,0	7,01
23-NOV-2012	28,32	48,13	969	3	853,0	0,0	4,22
24-NOV-2012	29,09	48,08	968	2	1846,2	0,0	5,73
25-NOV-2012	30,50	45,17	968	2	1829,8	0,6	5,94
26-NOV-2012	28,68	57,17	968	2	1696,0	1,4	4,95
27-NOV-2012	28,48	51,13	969	3	1531,6	0,0	4,89
28-NOV-2012	29,44	44,13	967	3	1863,7	0,0	5,94
29-NOV-2012	30,32	41,67	967	3	2120,7	0,0	7,01
30-NOV-2012	30,33	37,83	968	4	2220,3	0,0	8,13
01-DEZ-2012	29,23	41,71	969	4	2363,3	0,0	7,98
02-DEZ-2012	28,94	41,29	969	4	2251,5	0,0	7,44
03-DEZ-2012	29,10	43,58	969	4	1766,1	0,0	6,30
04-DEZ-2012	29,55	44,25	970	4	1911,9	0,0	6,71
05-DEZ-2012	29,10	44,96	970	4	1921,2	0,0	6,68
06-DEZ-2012	29,28	41,54	968	4	2142,2	0,0	7,59
07-DEZ-2012	29,18	37,58	968	4	2317,5	0,0	8,21
08-DEZ-2012	29,65	39,29	969	3	2210,9	0,0	7,12
09-DEZ-2012	29,47	45,50	969	3	1839,7	0,0	5,95
10-DEZ-2012	27,44	61,46	968	3	1674,8	0,0	5,03
11-DEZ-2012	28,82	54,63	967	3	2172,0	0,0	6,37

12-DEZ-2012	29,38	52,79	967	3	2104,2	0,0	6,19
13-DEZ-2012	29,65	51,04	967	3	1979,3	1,6	5,85
14-DEZ-2012	29,84	44,08	967	4	2400,0	0,0	7,99
15-DEZ-2012	29,33	41,33	968	4	2292,7	0,0	7,77
16-DEZ-2012	28,84	40,46	968	4	2339,9	0,0	7,34
17-DEZ-2012	29,10	40,71	968	3	1737,4	0,0	5,65
18-DEZ-2012	30,52	39,50	967	3	2425,3	0,0	7,19
19-DEZ-2012	30,73	34,46	967	3	2409,5	0,0	7,61
20-DEZ-2012	30,16	38,67	967	4	2375,3	0,0	7,89
21-DEZ-2012	29,14	41,63	968	3	2039,2	0,0	6,76
22-DEZ-2012	29,78	38,33	968	3	2400,0	0,0	7,49
23-DEZ-2012	30,08	36,54	968	4	2277,5	0,0	7,89
24-DEZ-2012	29,71	38,63	969	4	2307,6	0,0	7,69
25-DEZ-2012	29,43	40,17	969	3	2332,7	0,0	7,60
26-DEZ-2012	30,30	37,83	970	3	2220,2	0,0	7,39
27-DEZ-2012	31,03	37,08	968	3	2250,4	0,0	7,99
28-DEZ-2012	29,64	42,54	968	4	1857,7	0,0	7,04
29-DEZ-2012	29,65	40,25	969	4	2197,7	0,0	8,29
30-DEZ-2012	28,94	41,33	970	4	1977,3	0,0	7,43
31-DEZ-2012	29,14	44,58	970	4	1846,6	0,0	7,11
01-JAN-2013	28,85	47,17	970	4	2017,4	0,0	7,29
02-JAN-2013	28,75	47,92	969	3	1399,4	0,0	5,38
03-JAN-2013	27,73	49,17	971	2	835,5	0,0	3,36
04-JAN-2013	28,82	47,79	972	3	1778,8	0,0	6,12
05-JAN-2013	29,35	45,17	972	4	1841,4	0,0	6,72
06-JAN-2013	29,53	42,79	970	3	2010,3	0,0	6,80
07-JAN-2013	30,03	42,54	969	3	2168,1	0,0	7,58
08-JAN-2013	30,21	40,25	969	4	2181,2	0,0	7,92
09-JAN-2013	29,74	39,63	970	4	2255,2	0,0	8,12
10-JAN-2013	29,80	42,71	969	4	1957,4	0,0	7,35
11-JAN-2013	29,96	40,58	967	3	2125,5	0,0	7,43
12-JAN-2013	29,87	42,63	967	4	1574,1	0,0	6,70
13-JAN-2013	28,47	48,46	969	4	1490,7	0,0	6,39
14-JAN-2013	29,41	47,00	969	4	2008,5	0,0	7,19
15-JAN-2013	28,50	46,96	968	3	1603,7	0,0	5,66
16-JAN-2013	29,57	49,33	968	3	1789,4	0,0	6,00
17-JAN-2013	29,41	51,42	969	3	1773,6	0,0	6,17
18-JAN-2013	26,45	70,71	970	2	1588,7	14,6	4,23
19-JAN-2013	27,53	63,50	969	2	1312,1	0,4	3,96
20-JAN-2013	26,75	65,38	969	2	1536,6	0,0	4,17
21-JAN-2013	29,02	58,17	969	2	1994,7	0,0	5,33
22-JAN-2013	26,52	72,58	970	2	1721,1	11,2	4,45
23-JAN-2013	27,18	65,88	970	2	1003,5	0,0	3,10
24-JAN-2013	27,88	59,29	970	2	1652,9	0,0	4,86
25-JAN-2013	29,74	49,67	969	2	1824,0	0,0	5,38
26-JAN-2013	30,28	52,21	970	2	1758,1	0,0	5,28
27-JAN-2013	30,56	53,96	970	2	1888,8	0,0	5,68
28-JAN-2013	30,49	50,92	970	3	2166,8	2,8	7,05
29-JAN-2013	30,15	44,17	970	3	1830,7	0,0	6,82
30-JAN-2013	30,50	41,54	969	3	2211,8	0,0	7,57
31-JAN-2013	30,32	40,13	969	3	2239,0	0,0	7,91
01-FEV-2013	30,39	35,04	969	4	2253,8	0,0	8,40

02-FEV-2013	29,46	41,04	970	4	2195,6	0,0	7,86
03-FEV-2013	29,67	43,79	969	4	2265,5	0,0	7,99
04-FEV-2013	30,05	42,79	968	4	2213,5	0,0	7,67
05-FEV-2013	30,38	39,96	968	4	2298,4	0,0	8,05
06-FEV-2013	29,62	40,88	969	3	1971,2	0,0	6,84
07-FEV-2013	29,12	46,04	969	3	1723,3	0,0	6,06
08-FEV-2013	29,90	41,71	969	4	2134,5	0,0	7,60
09-FEV-2013	29,61	45,83	970	5	2153,8	0,0	8,18
10-FEV-2013	29,20	41,29	970	5	2211,9	0,0	8,39
11-FEV-2013	29,23	41,04	969	4	2271,9	0,0	8,36
12-FEV-2013	29,46	43,08	968	4	2106,3	0,0	7,67
13-FEV-2013	29,80	41,92	969	4	2247,3	0,0	8,35
14-FEV-2013	29,52	43,50	970	3	1916,6	0,0	6,87
15-FEV-2013	29,67	43,71	970	3	1986,0	0,0	6,91
16-FEV-2013	29,39	43,25	969	3	1834,8	0,0	6,68
17-FEV-2013	29,60	42,88	969	3	1873,5	0,0	6,46
18-FEV-2013	29,70	40,38	970	4	2287,0	0,0	7,60
19-FEV-2013	29,25	40,21	969	4	2352,1	0,0	8,00
20-FEV-2013	29,18	42,96	969	4	1994,6	0,0	7,25
21-FEV-2013	29,34	43,92	969	4	1605,5	0,0	6,36
22-FEV-2013	29,87	41,33	969	3	2272,7	0,0	7,36
23-FEV-2013	30,58	41,29	969	4	2365,1	0,0	7,82
24-FEV-2013	29,83	44,33	969	4	2149,8	0,0	7,39
25-FEV-2013	30,42	42,00	969	4	2244,7	0,0	7,68
26-FEV-2013	30,90	43,63	969	4	2238,1	0,0	7,65
27-FEV-2013	31,53	37,88	969	3	2373,2	0,0	8,07
28-FEV-2013	31,70	35,67	968	3	2272,4	0,0	8,06
01-MAR-2013	30,94	39,00	968	4	2271,7	0,0	8,29
02-MAR-2013	29,95	42,42	969	5	2453,4	0,0	8,28
03-MAR-2013	29,84	43,50	971	5	1998,2	0,0	8,11
04-MAR-2013	29,80	40,96	971	4	2455,5	0,0	7,96
05-MAR-2013	30,36	46,58	970	4	2178,6	0,0	7,41
06-MAR-2013	30,57	43,58	970	4	1552,1	0,0	6,46
07-MAR-2013	30,86	39,92	970	4	1429,6	0,0	6,39
08-MAR-2013	30,05	37,63	972	4	1654,5	0,0	6,62
09-MAR-2013	30,20	39,46	971	3	1617,5	0,0	6,03
10-MAR-2013	31,18	39,38	969	3	1635,2	0,0	5,99
11-MAR-2013	32,53	38,04	967	3	1604,6	0,0	6,46
12-MAR-2013	33,21	34,17	967	2	1621,7	0,0	6,16
13-MAR-2013	31,90	36,46	967	3	1628,4	0,0	6,37
14-MAR-2013	30,87	43,63	967	3	1386,9	0,0	5,51
15-MAR-2013	29,75	44,71	968	4	1363,6	0,0	5,83

APÊNDICE A – Valores médios dos seguintes parâmetros meteorológicos: temperatura média (Temp. Med.), umidade relativa do ar (UR méd.), pressão atmosférica (Pressão), velocidade do vento (Vel Vento), radiação solar global (Radiação), precipitação pluviométrica (Prec.) e evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>).