UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

EFEITO DO SILÍCIO E IRRIGAÇÃO NA PRODUTIVIDADE DO TOMATE DE MESA NO SUDESTE GOIANO

DÉBORA MACEDO PARONETTO VIANA

Orientadora: Profa. Dra. **Abadia dos Reis Nascimento**

Junho-2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

EFEITO DO SILÍCIO E IRRIGAÇÃO NA PRODUTIVIDADE DO TOMATE DE MESA NO SUDESTE GOIANO

Débora Macedo Paronetto Viana

Orientadora: Profa. Dra. **Abadia dos Reis Nascimento**

Co-orientadora: Profa. Dra. **Carmen Rosa da S. Curvêlo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Agronomia, área de concentração**:** Produção Vegetal.

Goiânia
2015

Ficha catalográfica elaborada automaticamente
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.

Macedo Paronetto, Débora
EFEITO DO SILÍCIO E IRRIGAÇÃO NA PRODUTIVIDADE DO TOMATE DE MESA NO SUDESTE GOIANO [manuscrito] / Débora Macedo Paronetto. - 2015.
lvxvi, 66 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Abadia dos Reis Nascimento; co-orientadora Dra. Carmen Rosa da S. Curvêlo.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA) , Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia, 2015.
Bibliografia.
Inclui fotografias, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Estresse hídrico. 2. Evapotranspiração. 3. Silicato de sódio. I. dos Reis Nascimento, Abadia, orient. II. Rosa da S. Curvêlo, Carmen, co orient. III. Título.

Permitida a reprodução total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – A autora

DÉBORA MACEDO PARONETTO VIANA

EFEITO DO SILÍCIO E IRRIGAÇÃO NA PRODUTIVIDADE DO TOMATE DE MESA NO SUDESTE GOIANO

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 24 de Junho de 2015, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Profa. Dra. Eliana Paula Fernandes
Membro – UFG

Prof. Dr. Alexandre Igor A. Pereira
Membro – IFGoiano

Profa. Dra. Abadia dos Reis Nascimento
Orientadora – UFG

Aos meus filhos, Pedro, Gabriel e Eduardo Filho, dedico este exemplo pessoal de busca ao aprimoramento profissional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e Nossa Senhora, por me proporcionarem a oportunidade de me qualificar e aprimorar os meus conhecimentos.

Ao meu esposo Eduardo, sempre meu porto seguro, agradeço não só pelo incentivo mas também pelo amor incondicional a mim e aos nossos filhos, Pedro, Gabriel e Eduardo Filho, tesouros da minha existência.

Nesse período de dois anos, muito aprendi e conheci do ser humano. Pessoas valiosas passaram por mim, Lincoln, aluno de Agronomia do Instituto Federal Goiano Câmpus Urutaí, peça indispensável no meu experimento. Professores Carmen e Alexandre, amigos pessoais a quem deverei o respeito e admiração por toda vida. Minha orientadora Professora Reizinha, que em momentos dolorosos soube me entender e apoiar. Professora Eliana, membro da banca de defesa, que muito contribuiu para a finalização desse trabalho.

Aos meus pais, Beth e Claudio, por me ajudarem, se fazendo presentes em meus momentos mais difíceis.

Aos meus sogros Hildo e Maria José (*in memoriam*), por sempre acreditarem no meu potencial.

Ao Instituto Federal Goiano Câmpus Urutaí, na pessoa do seu diretor Professor Doutor Gilson Dourado da Silva, por disponibilizar as dependências da instituição para todo o experimento e análises laboratoriais.

A Agristar pelo fornecimento da semente utilizada.

A Capes e a Fapeg, pela disponibilização da bolsa e recursos para execução do experimento.

Aos bolsistas Marcelo e Telismar, pelo apoio na fase experimental. Fernando Cantuário e Professor Leandro Salomão, pela contribuição no projeto de irrigação do experimento.

A toda minha família e amigos que de uma forma ou de outra se fazem sempre presentes em minha vida.

Muito obrigada!

PARONETTO, D. M. **Efeito do silício e irrigação na produtividade do tomate de mesa no sudeste goiano**, 2015. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal)- Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, 2015[1]

RESUMO

O uso de silício apresenta resultados promissores em função de produtividade das culturas, entretanto, a sua eficácia ou não, em minimizar os efeitos do estresse hídrico na cultura do tomate são incipientes e devem ser estudadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar doses de silicato de sódio via aplicação foliar em plantas de tomate *Solanum lycopersicum* e avaliar os efeitos negativos do estresse hídrico sob condições de cultivo protegido. A qualidade (comprimento, diâmetro e peso médio dos frutos, espessura da casca e número de frutos/planta) do tomate foram quantificadas, além de parâmetros de produtividade dos frutos submetidos aos tratamentos. Plantas de tomate grupo salada foram submetidas a quatro turnos de rega (3, 6, 9, 12 dias), e três concentrações de silicato de sódio (Na_2SiO_3) (0,0 % $Si.L^{-1}$, 0,2 % $Si.L^{-1}$ e 0,4 % $Si.L^{-1}$) via aplicação foliar. Os valores estipulados de turno de rega compreenderam níveis variando desde a suficiente oferta de água à planta até o déficit hídrico. O manejo da irrigação foi realizado com o auxílio de um evaporimetro, ou mini tanque classe A. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x4 (doses de silicato de sódio x turno de rega), totalizando doze tratamentos com quatro repetições. De maneira geral, o turno de rega considerando-o de forma isolada influenciou mais em parâmetros de produção do que nos de qualidade do fruto. A partir do momento em que as plantas de tomate foram tornando-se mais velhas ocorreu maior significância do fator silício nos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: Estresse hídrico, evapotranspiração, silicato de sódio.

[1] Orientadora: Profa. Dra. Abadia dos Reis Nascimento, EA-UFG.
Co-orientadora: Profa. Dra. Carmen Rosa da S. Curvêlo, IF Goiano

PARONETTO, D. M. **Effect of silicon and irrigation on the table tomato productivity in southeast Goias,** 2015. 66p. Dissertacion (Master in Agronomy: Plant Production) - Agronomy School , Goias Federal University, 2015[1]

ABSTRACT

The use of silicon shows promising results in productivity of crops. However, its effectiveness on minimizing the effects of water stress on tomato crop is incipient and should be studied. The objective of this study was to evaluate sodium silicate doses through foliar application on tomato (*Solanum lycopersicum*) and to evaluate the negative effects of water stress under greenhouse conditions. The quality (length, fruit diameter and weight, shell thickness and number of fruits per plant) of tomato was quantified, along with fruit productivity parameters. Plants of the salad group were subjected to four watering rounds (3, 6, 9, 12 days), and three concentrations of sodium silicate (Na_2SiO_3) (0.0% Si.L-1, 0.2% Si. L-1 and 0.4% Si.L-1) through foliar application. The values stipulated for irrigation intervals correspond to levels ranging from a sufficient water supply to plants to water deficit. The irrigation management was carried out with the aid of an evaporimeter, or mini-tank class A. The experimental design was a randomized block design with a factorial 3x4 (sodium silicate doses x irrigation intervals), totaling 12 treatments with four replications each. In general, the irrigation interval alone influenced more the productivity parameters than the fruit quality parameters. As the plants were growing older, it was detected more significant effect of silicon on parameters evaluated.

Keywords: Water stress, evapotranspiration, sodium silicate.

[1]Adviser: Profa. Dra. Abadia dos Reis Nascimento, EA-UFG.
Co-adviser: Profa. Dra. Carmen Rosa da S. Curvêlo, IF Goiano

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados da análise químicas do solo. Instituto Federal Goiano, Câmpus Urutaí..... 27

Tabela 2. Comprimento de frutos (mm) (média ± EP1) de tomate, quantificada na primeira colheita (48 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$)..... 40

Tabela 3. Diâmetro de frutos (mm) (média ± EP1) de tomate, quantificada na primeira colheita (48 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$)..... 41

Tabela 4. Largura de frutos (mm) (média ± EP1) de tomate, quantificada na primeira colheita (48 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$)..... 41

Tabela 5. Espessura da casca (mm) (média ± EP1) de frutos de tomate, quantificada na primeira colheita (48 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$)..... 41

Tabela 6. Peso médio dos frutos (g) (média ± EP1) de tomate, quantificada na primeira colheita (48 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$)..... 42

Tabela 7. Produção por planta (g) (média ± EP1) de tomate, quantificada na primeira colheita (48 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$)..... 42

Tabela 8. Peso médio dos frutos (g) (média ± EP1) de tomate, quantificado na segunda colheita (52 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$)..... 44

Tabela 9. Produção por planta (g) (média ± EP1) de tomate, quantificado na segunda colheita (52 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$)..... 44

Tabela 10. Peso médio dos frutos(g) (média ± EP1) de tomate, quantificado na quarta colheita (61 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$)..... 46

Tabela 11. Número de frutos sadios (média ± EP1) e produtividade por planta (g) (Média ± EP1) de tomate, quantificado na sétima colheita (80 DAT) sob influência de três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$)..... 49

Tabela 12. Número de frutos por planta (média ± EP1) de tomate, quantificado na oitava colheita (94 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$)..... 50

Tabela 13. Número de frutos sadios (média ± EP1) de tomate, quantificados na oitava colheita (94 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$)..... 50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Instituto Federal Goiano Câmpus Urutaí-GO..... 26

Figura 2. Vista frontal (A) e lateral (B) do ambiente protegido. IF Goiano Câmpus Urutaí-GO..... 27

Figura 3. Detalhes da adubação de base realizada em sulco de plantio (B) e do sistema de irrigação em funcionamento (B). IF Goiano Câmpus Urutaí-GO..... 30
.

Figura 4. Esquema detalhado do sistema de irrigação constituído por 4 canteiros de linhas duplas por bloco, espaçados 0, 8 m entre fileiras e 0, 6m entre gotejadores. IF-Goiano Câmpus Urutaí-GO..... 31

Figura 5. Vista frontal (A) e vista lateral (B) do isolamento entre parcelas. IF-Goiano Câmpus Urutaí-GO..... 31

Figura 6. Tutoramento do tomateiro realizado com fitilhos (A), adubação de cobertura. IF-Goiano Câmpus Urutaí-GO..... 32

Figura 7. Temperatura em (°C) atingida no interior do ambiente protegido. IF Goiano Câmpus Urutaí-GO..... 35

Figura 8. Umidade relativa do ar no interior do ambiente protegido (%). IF Goiano Câmpus Urutaí-GO..... 36

Figura 9. Lâmina de irrigação aplicada no tomateiro durante o ciclo. IF Goiano Câmpus Urutaí-GO..... 37

Figura 10. Resumo da ANOVA (fatorial) dos efeitos isolados ou sob interação de diferentes turnos de rega (parcelas) e doses de Silicato de sódio (0 $g.L^{-1}$, 0, 2 $g.L^{-1}$ e 0, 4 $g.L^{-1}$) (subparcelas) sobre parâmetros de qualidade do fruto e produção de tomate, *Lycopersicum esculentum* L. (Solanaceae) ao longo de 8 (oito) colheitas. (*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F e (NS) não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F..... 39

Figura 11 Número de frutos/planta (média ± EP[1]) (Fig. 12A) e número de frutos danificados (média ± EP[1]) (Fig. 12B) de tomate, quantificados na primeira colheita (48 DAT) sob influência de diferentes turnos de rega. [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 43

Figura 12. Diâmetro dos frutos (mm) (média ± EP[1]) (Fig. 13A) e espessura da casca (média ± EP[1]) (Fig. 13B) dos frutos de tomate, quantificados na segunda colheita (56 DAT) sob influência de diferentes turnos de rega. [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 45

Figura 13. Comprimento dos frutos (mm) (média ± EP[1]) (Fig. 14A) e espessura da casca (Média ± EP[1]) (Fig. 14B) dos frutos de tomate,quantificados na terceira colheita (56 DAT) sob influência de diferentes turnos de rega. [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 45

Figura 14. Número de frutos sadios (média ± EP[1]) de tomate, quantificados na quinta colheita (65 DAT) sob influência de diferentes turnos de rega. [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 46

Figura 15. Espessura da casca do fruto (mm) (média ± EP[1]) de tomate, quantificados na quinta colheita (65 DAT) sob influência de três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$). [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 47

Figura 16. Número de frutos sadios (média ± EP[1]) de tomate, quantificados na sexta colheita (73 DAT) sob influência de diferentes turnos de rega. [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey..... 47

Figura 17. Comprimento dos frutos (mm) (média ± EP1) de tomate, quantificados na sexta colheita (73 DAT) sob influência de três doses de Silicato de sódio (g.L-1). [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 48

Figura 18. Comprimento dos frutos (mm) (média ± EP[1]) (A), diâmetro (mm) (média ± EP[1]) (B), largura (mm) (média ± EP[1]) (C), espessura da casca (mm) (média ± EP[1]) (D) e peso médio dos frutos (g) (média ± EP[1]) (E) de tomate, quantificados na sétima colheita (80 DAT) sob influência de diferentes turnos de rega. [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 49

Figura 19. Comprimento dos frutos (mm) (média ± EP[1]) (A), diâmetro (mm) (média ± EP[1]) (B), largura (mm) (média ± EP[1]) (C) e número de frutos danificados (média ± EP[1]) (D) de tomate, quantificados na oitava colheita (94 DAT) sob influência de três doses de Silicato de sódio ($g.L^{-1}$). [1]Médias seguidas pela mesma letra, para cada parâmetro, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 51

Figura 20. Peso médio dos frutos (g) (média ± EP[1]) de tomate, quantificados na oitava colheita (94 DAT) sob influência de diferentes turnos de rega. [1]Médias seguidas pela mesma letra, para cada parâmetro, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey..... 51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

2 REVISÃO DE LITERATURA 14
2.1 CULTURA DO TOMATE 14
2.2 EXIGÊNCIA CLIMÁTICAS DO TOMATEIRO 16
2.3 DÉFICIT HÍDRICO EM PLANTAS 17
2.4 NECESSIDADE HÍDRICA NA CULTURA DO TOMATE 18
2.5 SILÍCIO NA AGRICULTURA 20
2.5.1 Benefícios do silício às plantas 22
2.6 CULTIVO EM AMBIENTE PROTEGIDO 23

3 MATERIAL E MÉTODOS 26
3.1 ÁREA EXPERIMENTAL 26
3.2 CLIMA E SOLO 26
3.3 PREPARO DO SOLO, CALAGEM E ADUBAÇÃO 27
3.4 MANEJO DA IRRIGAÇÃO 28
3.5 PRODUÇÃO DE MUDAS E TRANSPLANTIO 29
3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL 30
3.7 TRATOS CULTURAIS 30
3.8 PARÂMETROS QUANTIFICADOS 33
3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA 33

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 35
4.1 ANOVA GERAL 37
4.1.1 Produção total 38

5 CONCLUSÕES 55

6 REFERÊNCIAS 56

1 INTRODUÇÃO

A cultura do tomateiro apresenta grande relevância no Brasil, o nordeste brasileiro apresenta ótimas condições para o cultivo do tomate, sendo responsável por46% da produção nacional com destaque para os Estados da Bahia, Pernambuco e Ceará, responsáveis, em 2014, por 263.069, 33.264 e 258.644 toneladas, respectivamente, da produção regional, possui 65.178 ha de área colhida, sendo o mais importante cultivo olerícola, com mais de 4,2 milhões de toneladas produzidas e produtividade média de 65, 6 Kg/ha no ano de 2014. Além disso, é uma das hortaliças mais consumidas no mundo, tanto *in natura*, como processada, nas formas de suco, molho, pasta, desidratada e doce dentre outros (Agrianual, 2015).

O uso de tecnologias eficazes como as cultivares adaptadas ao local ou região de cultivo, corretivos e fertilizantes em quantidades adequadas, além do correto controle de pragas e doenças vem proporcionando ganhos expressivos na produtividade agrícola brasileira nos últimos anos (Carrijoet al., 2004). Porém, diversos fatores causadores de estresses às plantas como veranicos, temperaturas muito baixas no inverno ou muito elevadas no verão, solos com problema de salinidade ou falta de água ainda são entraves na produção agrícola atual. (Crusciol&Soratto, 2010).

O uso do silício solúvel, na forma de silicato de potássio (K_2SiO_3), tem gerado resultados satisfatórios quanto ao aumento na produção vegetal em soja, milho, batata, café e morango (Rodrigues et al., 2007a; Rodrigues et al., 2007b; Merrighiet al., 2007; Luz et al., 2010) não apenas por diminuir a transpiração foliar, mas também por aumentar a eficiência no uso de nutrientes imóveis como o cálcio, ferro, zinco, manganês e cobre o que propicia, inclusive, maior resistência ao ataque de pragas e doenças (Rodrigues et al., 2007b). Porém, a interação do silício com o tomate, que é uma das dez hortaliças de maior importância econômica no mercado hortifrutigranjeiro brasileiro (Ribeiro et al., 2000; Echeret al., 2002) e sua eficácia, ou não, em atenuar os efeitos do estresse hídrico ainda são incipientes e deve ser estudada. Assim, a literatura evidencia que há necessidade de mais estudos que visam fornecer informações inerentes a utilização de silício na agricultura.

O objetivo deste trabalho é avaliar se doses de silicato de sódio via aplicação foliar em plantas de tomate *Solanum lycopersicum* diminuem os efeitos negativos do estresse hídrico sob condições de cultivo protegido. A qualidade (comprimento, diâmetro e peso médio dos frutos, espessura da casca e número de frutos/planta) do tomate foram quantificadas, além de parâmetros de produtividade dos frutos submetidos aos tratamentos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CULTURA DO TOMATE

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é originário da América do Sul e pesquisas apontam que já era cultivado pelos incas e astecas há cerca de 1300 anos. Bolívia, Chile, Equador e Peru destacam-se como centros de distribuição dessa hortaliça. (Currency, 1963).

O tomate é uma das espécies de maior importância em todo mundo e apresenta diferentes segmentos para atender às mais diversas demandas desse importante mercado (Melo, 1989; Silva & Giordano, 2000). O tomate pode ter vários sistemas de condução e um deles é envarado de crescimento indeterminado, esse é destinado ao consumo in natura, ou rasteiro de crescimento determinado quando destinado a indústrias de processamento. Embora existam muitos tomates rasteiros entrando no mercado *in natura*.

Diversas razões levam a população a consumir tomate, tanto na forma fresca quanto processada: hábito alimentar, disponibilidade do produto em vários locais e épocas do ano; versatilidade no uso; baixo teor calórico; aroma do fruto, estimulante de apetite; por ser um alimento com elevados teores de potássio, vitaminas A e E, hormônios e folatos inibidores de acúmulo de homocisteínas no sangue. As cultivares plantadas podem ser didaticamente reunidas em cinco grupos ou tipos diferenciados, segundo Alvarenga (2013).

A cultivar “Santa Cruz” foi originada entre um cruzamento das cultivares “Rei Umberto” e “Chacareiro” (Redondo Japonês). Desde meados da década de 40, esse tipo de tomate vem dominando a produção e o mercado de frutos para mesa, e novas cultivares, similares vem sendo lançadas. As razões do sucesso desse tomate é a sua resistência ao manuseio, pois estes apresentam dois ou três lóculos. Nas cultivares modernas, os frutos comerciáveis pesam entre 160 e 200 gramas. Entretanto, esse tomate apresenta sabor pobre, quando comparado ao produzido pelos demais grupos. (Filgueira, 2000).

É uma planta cujo hábito de crescimento é “indeterminado”, e quando é tutorado e podado sua haste principal pode ultrapassar 2 metros de altura. Não é um tomate

que compense o cultivo em estufa, em razão da sua alta rusticidade e menor cotação comercial, em relação ao grupo “salada”. O tomate “Santa Cruz” primitivo não é mais plantado, sendo substituído por novas cultivares, tais como a híbrida “Santa Clara”. Ao longo da década de 90, houve a introdução de híbridos “longa vida”, tais como: “Débora Max”, “Bruna VF” e “Ataque”. (Filgueira, 2000).

“Caqui” ou “Maçã”, este grupo apresenta frutos maiores e mais saborosos em relação ao grupo santa cruz, porém com frutos bem mais delicados. São frutos de formato globular, pluriloculares, com 5-10 lóculos, e peso superior a 250 gramas. Produz o tipo de fruto mais valorizado para o consumo na forma de salada. Alcança preços mais elevados, porém devem ser cultivados em menor escala, pois sua demanda é menor, por atender um tipo de cliente mais exigente e disposto a pagar mais. (Filgueira, 2000).

Na maioria das cultivares, a planta apresenta hábito “indeterminado”, sendo apropriadas para tutoramento. Entretanto também há algumas cultivares de hábito “determinado”, porém de altura mediana. Tem sido cultivado em campo aberto, mas nos últimos anos, há a tendência de se praticar o cultivo em estufa. Neste tipo de frutos são comuns anomalias fisiológicas graves, como o “lóculo-aberto” e as “rachaduras”. Mas os novos híbridos apresentam maior resistência a tais anomalias, sendo assim, as cultivares tradicionais como “Floradel” e “Tropic” estão sendo substituídas por uma série de híbridos com a característica “longa vida”, como “Carmen”, “EF-50” e “Monalisa”. (Filgueira, 2000).

Outro grupo é formado através do cruzamento entre materiais do grupo santa cruz e do grupo salada, chamado de saladinha. Entretanto, a maioria dos híbridos e/ou cultivares, tem origem na seleção de materiais do grupo salada. Os frutos do grupo saladinha possuem formato globular achatado, são pluriloculares, de cor vermelha intensa, pesam entre 150 e 250g e são de crescimento indeterminado. (Alvarenga, 2000). São cultivares do grupo saladinha: Híbrido “Saladinha”, Híbrido “Carmen”, Híbrido “Raísa N”, Híbrido “Graziela” e Híbrido “Diva”.

Segundo Alvarenga (2013) no grupodosmini-tomates, têm-sematerais que fogem ao padrão do chamado tomate cereja, seja pelo formato piriforme ou pela coloração amarela, mas o termo “cereja” já é consagrado pelo uso. Esse grupo tem mercado limitado, pois este tipo de tomate é mais utilizado para ornamentação de pratos.

Este é um grupo novo de cultivares para mesa, sua principal característica é o minúsculo tamanho dos frutos, que pesam de 15 a 25 gramas, são biloculares, apresentam

coloração vermelho-brilhante que lembra uma cereja, e possui um excelente sabor. São utilizados na ornamentação de saladas. As plantas são de crescimento “indeterminado”, podem ser cultivadas em campo ou estufa. Todas as cultivares são híbridas, tendo como exemplo a “Sweet Million”, que é altamente produtiva. (Filgueira, 2000).

O grupo italiano, foi introduzido no final da década de 90, sendo o mais recente grupo de cultivares para mesa, seus frutos são biloculares, tipicamente alongados, com comprimento 1, 5 a 2, 0 vezes o seu diâmetro. São colhidos maduros e apresentam atrativa coloração vermelha, é mais destinado a produção de molhos. As plantas são de crescimento “indeterminado”, devendo ser conduzidas com tutoramento, em estufa ou campo. Há poucas cultivares, com destaque para o híbrido “Andréa”. (Filgueira, 2000).

Os frutos do grupo agroindustrial, devem apresentar resistência ao transporte a granel, coloração vermelha intensa e distribuída uniformemente pelo fruto, elevado teor de sólidos solúveis, e teor adequado de ácido cítrico. Como a colheita é mecanizada, exige-se também que a maior parte dos frutos amadureça simultaneamente, já que haverá somente uma colheita. A planta e de crescimento “determinado”, com a haste principal apresentando inflorescência terminal, são plantas ramificadas, com porte menor, mais compacta, em relação às cultivares dos grupos anteriores. (Clemente & Boitex, 2012).

A maior parte das cultivares possui ciclo de 95 a 125 dias, entretanto, o período de cultivo depende das condições climáticas da fertilidade do solo, da intensidade de irrigação, do ataque de pragas e da época de plantio. Plantios realizados de fevereiro a março ou de junho a julho resultam em redução do ciclo da cultura de até 15 dias. Em condições de temperaturas altas, o ciclo é geralmente acelerado, formando-se plantas de menor porte e com maturação mais concentrada de frutos (Embrapa, 2007). Ressaltando que no Estado de Goiás a época de plantio e determinada pela Instrução n. 06/2011 da Agrodefesa, que vai de primeiro de fevereiro a 30 de junho.

2.2 EXIGÊNCIA CLIMÁTICAS DO TOMATEIRO

A temperatura média diária ótima para seu crescimento é de 18º - 25º C, com temperaturas noturnas entre 10º - 20º C (Doorenbos, J. & Kassan, A. H., 1979). A elevação da temperatura promove, ainda, a aceleração no crescimento das plantas, no florescimento e amadurecimento do fruto, favorecendo a precocidade da produção. No entanto, caso a temperatura se eleve à faixa de 35º C durante o dia e 25º C durante a noite poderá haver

maior abortamento floral e menor número de frutos por cacho, comparadas às temperaturas ideais para as plantas (22º C de dia e 18º C à noite) (Lopes & Stripari, 1998).

A alta umidade do solo segundo, Alvarenga (2013), pode contribuir para o aparecimento de algumas doenças, principalmente as causadas por fungos, para a cultura o ideal seria manter a umidade entre 40-80%.

A umidade relativa do ar tem grande influência não só no desenvolvimento vegetativo das plantas na polinização, como também na viabilidade do surgimento de doenças. A umidade relativa ótima está compreendida entre 70 e 80% segundo Lopes & Stripari (1998).

Em se tratando de fotoperíodo a luz é o fator que mais afeta o desenvolvimento vegetativo, que regula a produção e distribuição de fotoassimilados, fator este essencial ao desenvolvimento da planta, interferindo nas outras partes da planta, como no crescimento da haste, das folhas, das flores e dos frutos, o tomateiro deve receber em torno de seis horas de luz por dia. (Filgueira, 2000).

2.3 DÉFICIT HÍDRICO EM PLANTAS

O déficit hídrico é um dos principais causadores de estresse nas culturas agrícolas e um dos principais responsável por distúrbios de crescimento e má formação em plantas. Cordeiro e Sá (2001) referem-se ao estresse em plantas como uma situação fisiológica induzida quando ocorre intensa ou constante variação do meio ambiente, alterando o padrão fisiológico e adaptativo normal da planta.

Para Chaves (1991), a extensão dos efeitos do déficit hídrico nas espécies vegetais depende de sua intensidade e duração e da capacidade genética das plantas em responder às mudanças do ambiente. Segundo Kelling (1995), o efeito do déficit hídrico sobre a produção das culturas está vinculado ao período de ocorrência durante o desenvolvimento das plantas.

A resposta mais proeminente das plantas ao déficit hídrico, segundo McCree e Fernández (1989) e Taiz e Zeiger (1991), consiste no decréscimo da produção da área foliar, do fechamento dos estômatos, da aceleração da senescência e da abscisão das folhas. A redução na atividade fotossintética pela redução na assimilação de CO_2 e a senescência das folhas são também indicadores do efeito do déficit hídrico de uma cultura (Faveret al., 1996). De acordo com Kulkarni e Phalke (2009) em condições de déficit hídrico há maior expansão das raízes, devido ao secamento da superfície do solo.

A tolerância das plantas a condições desfavoráveis, principalmente em relação ao déficit hídrico, tem sido associada ao acúmulo de prolina, o que pode representar um mecanismo regulador de perda de água mediante a redução do potencial hídrico celular (Fumiset al., 2002).

A prolina é um aminoácido sintetizado a partir do glutamato e da arginina sob condições fisiológicas normais, sendo o glutamato o caminho preferencial sob condições de estresses hídrico (Cheng & Kao (1993). Esse aminoácido teria a função de proteger as células dos processos de desnaturação sob condições de estresse hídrico e salino, devido à alta solubilidade em água. (Shevyakova, 1984).

O declínio da disponibilidade de água para irrigação e os resultados positivos obtidos em algumas culturas, aumentaram o interesse no desenvolvimento de informações sobre irrigação deficitária (Dorji et al., 2005; Wakrimet al., 2005; Fereres e Soriano, 2007).

2.4 NECESSIDADE HÍDRICA NA CULTURA DO TOMATE

Segundo Filgueira (2001), a disponibilidade hídrica para a cultura de tomate deve ser mantida durante todo o ciclo, para se obter bons resultados de produtividade.

O manejo otimizado de irrigação requer uma estimativa sistemática da umidade no solo para determinar as quantidades apropriadas à planta e o tempo de irrigação para fornecê-la. O conteúdo de água do solo deve ser mantido entre certos limites superior e inferior específicos, em que a água disponível para a planta não é limitada, enquanto a lixiviação é prevenida (Morgan et al., 2001), sendo a reposição de água ao solo por irrigação, na quantidade e no momento oportuno, decisiva para o sucesso da horticultura (Marouelliet al., 1996). Experiências de campo mostraram que a irrigação tem efeito direto sobre a incidência de pragas e, principalmente, de doenças. Irrigações em excesso, notadamente por aspersão, favorecem doenças fúngicas e bacterianas. Independente do sistema de irrigação utilizado há necessidade de adoção de estratégias para o manejo adequado de água, de forma a racionalizar seu uso, minimizar o gasto de energia, a incidência de doenças e os impactos ambientais. (Marouelliet al.,2007).

Os cultivares comerciais mais produtivos alcançam 140 t/ha com um ciclo de 120 a 180 dias. O fruto é constituído por 93 a 95% de água sendo uma das olerícolas mais sensíveis a estresses por excesso ou déficit de água, necessitando, na maioria das vezes, da utilização de sistemas de irrigação. A qualidade do fruto do tomateiro é determinada

geneticamente e pode sofrer influência do ambiente de cultivo em função, principalmente, da luminosidade, temperatura e umidade do ar (Davies &Hobson, 1981 e Doraiset al., 2001). Em uma cultura capaz de produzir acima de 200 t/ha de frutos em cultura tutorada e mais de 100 t/ha em cultura rasteira, é elevada a exigência de água. A irrigação influencia não apenas a produtividade, mas, também, a qualidade dos frutos, inclusive reduz a incidência de anomalias fisiológicas. (Filgueira, 2000).

A quantidade de água necessária para a irrigação do tomateiro varia de 350 a 500 mm, dependendo das condições climáticas, da cultivar e do sistema de irrigação. O uso diário de água, chamado de evapotranspiração da cultura e expresso em mm/dia, engloba a lâmina de água transpirada pelas plantas e a água evaporada do solo. (Marouelli& Silva, 2002).

Segundo Sá (et al., 2005) para a obtenção de maiores produtividades de frutos totais e frutos comerciais e menor incidência de frutos com podridão apical, as irrigações devem ser realizadas quando as tensões de água no solo a 0, 10 m de profundidade, estiverem em torno de -80 kPa.

Marouelliet al., (2001) publicaram livro sobre irrigação por aspersão em hortaliças utilizando o método do turno de rega simplificado. É um método simples, não requer o uso de equipamentos e utiliza dados históricos de evapotranspiração para as diferentes fases de desenvolvimento da cultura, leva em conta o tipo de solo e a profundidade média do sistema radicular da cultura. O método baseia-se única e simplesmente nos parâmetros climáticos médios de temperatura e umidade relativa. O método se baseia no cálculo da evapotranspiração de referência usando a equação de Ivanov (Jensen, 1973) e através de coeficientes de cultura médios ajustados. (Marouelliet al., 1996, Marouelli e Silva, 2002, Allen et al., 1996).

O manejo de irrigação baseado em dados do próprio solo, além de muito simples, costuma ser bastante preciso (Bernardo, 1995), sendo que os dados normalmente utilizados são umidade ou potencial de água no solo. Na literatura, o potencial de água no solo para a cultura do tomate-de-mesa encontra-se numa faixa entre –30 e –100kPa (Marouelliet al.,1996), no entanto, parece ser consenso na literatura mais atual, a utilização de valores cada vez maiores de potencial de água no solo (menos negativo), acima de –50kPa (Marouelliet al.,1998) e até mesmo –30kPa. (Goto, 1995).

A recomendação de irrigação requer, além do monitoramento contínuo da tensão de água no solo, a curva de retenção de água do solo. Para as condições edafoclimáticas do Brasil Central, Marouelliet al., (1991, 2004, 2006) e Marouelli & Silva

(2005) citado por Silva et al., (2007) recomendam valores de tensão de água no solo de 50 a 100 (100 a 200), 10 a 15 (30 a 50) e 40 a 50 (100 a 200), respectivamente para as fases vegetativa, reprodutiva e maturação para reposição do consumo de água da cultura usando os sistemas por gotejamento e pivô central (valores entre parêntesis).

2.5 SILÍCIO NA AGRICULTURA

O Si é o segundo elemento mais abundante da crosta terrestre, porém sua disponibilidade para as plantas está associada não só a quantidade do elemento no solo, mas também, a sua forma e solubilidade, capacidade assimilativa da planta e as condições ambientais. Cultivos intensivos e monocultivo podem reduzir rapidamente o teor deste elemento no solo (Korndörfer, 2006). Devido ao processo de dessilificação, o Si no solo é continuamente perdido como resultado do processo de lixiviação. Solos tropicais e subtropicais possuem, geralmente, baixos teores de Si disponível para as plantas e se beneficiariam da adubação com este elemento (Korndörfer e Lepsch, 2001; Pereira et al., 2003). A compactação do solo também pode reduzir a quantidade de Si disponível para as plantas, pois aumenta o nível de ácidos polissilícicos, diminuindo o teor de ácido monossilícico [H_4SiO_4 ou $Si(OH)_4$], que é a forma pela qual a planta absorve o Si (Matychenkovet al., 1995).

Após absorvido, é translocado e depositado logo abaixo da cutícula, formando uma dupla camada de silício-cutícula que confere proteção contra fatores abióticos, toxidez por elementos, salinidade, geada e fatores bióticos, como o ataque de insetos (Epstein 1999; Ma; Yamagi, 2006; Ranganathanet al., 2006).

Apesar de não ser ainda amplamente utilizada pelos agricultores brasileiros (Prado, 2000), contrariamente ao que se nota em outros países, a adubação silicatada tem sido referida como uma tecnologia promissora para reduzir os efeitos negativos dos fatores que causam estresse nas plantas (Ma & Yamaji, 2006) tanto químicos (salinidade, toxicidade provocada por metais pesados e desequilíbrio de nutrientes), como físicos (estresse hídrico, acamamento de plantas, radiação solar, altas e baixas temperaturas, geadas, raios ultra-violeta) além de vários outros. (Epstein, 1999; Ma e Takahashi, 2002; Richmond e Sussman, 2003; Ma, 2004).

Para Korndörferet al., (2003) a acumulação de silício nos órgão de transpiração provoca a formação de uma dupla camada de silício, a qual pela redução da transpiração, faz com que a exigência de água pelas plantas seja menor, concordando assim com Faria

(2000) ao afirmar que quanto maior o teor de Si na planta, maior a capacidade desta em tolerar a falta de água.

Tem sido demonstrado que o Si está relacionado ao aumento de clorofila e metabolismo da planta, aumento na tolerância das plantas a estresses ambientais, como frio, calor e à seca, reduzindo o desequilíbrio de nutrientes e toxicidade dos metais na planta, reforçando as paredes celulares de plantas e aumentando a resistência a patógenos e pragas. (Epstein, 2001).

As plantas das famílias *Poaceae, Ciperaceae* e *Equisetaceae* demostram alto acúmulo de Si (> 4% Si), as *Brassicaceae, Urticaceae* e *Commelinaceae* demonstram acúmulo de Si intermediária (2-4% Si), enquanto a maioria das espécies demonstram acúmulo abaixo de 2% (MA e Takahashi, 2002; Hodsonet al., 2005). Segundo Mitani e Ma (2005), plantas consideradas não acumuladoras, como tomate, por exemplo, possuem menor densidade de transportadores de Si do apoplasto para o simplasto e um defeito nos transportadores de Si das células do córtex para o xilema, comparadas as plantas acumuladoras.

Trabalhos realizados por Carvalho (2000); Carvalho et al.,(2002) usando adubação silicatada, demonstram a redução da podridão apical nos frutos de tomate com aumento da dose aplicada deste, provavelmente devido ao maior fornecimento de cálcio nos frutos, além do que este elemento promove uso mais eficiente da água, diminuindo a competição por cálcio pela transpiração foliar.

Horiguchi (1988) e Agarieet al., (1998) encontraram menor taxa de transpiração em plantas de arroz que cresceram com Si. Estudos correlacionam a diminuição da transpiração do arroz com a aplicação de Si (Maet al., 2001) pelo fato particular dessa planta possuir uma cutícula delgada que, com aplicação de sílica, diminui significativamente a transpiração celular. Em ambientes como, por exemplo, da vegetação do Cerrado, o acúmulo de silício nos órgãos de transpiração provoca a formação de dupla camada de sílica (Oliveira e Castro, 2002), que causa redução da transpiração por diminuir a abertura dos estômatos, limitando a perda de água (Faria, 2000). Além do efeito na transpiração, o acúmulo de silício torna as folhas mais eretas e rígidas e com maior interceptação da luz, aumentando assim a eficiência fotossintética (Marschner, 1995; Gonçalves, 2009) e o uso da água e da luz (Nwugo e Huerta, 2008). Um fator a salientar é a importância da escolha da fonte, da forma e da dosagem a ser aplicada de silício, para potencializar seus efeitos.

2.5.1 Benefícios do silício às plantas

Segundo Epstein (1994) o Si apresenta “essencialidade agronômica” devido aos inúmeros benefícios trazidos as diversas culturas. O Si é considerado importante para o crescimento e produção de muitas gramíneas, como arroz, cana-de-açúcar, sorgo, trigo e milho (Korndörferet al., 1999; Prado et al., 2001). E algumas espécies não gramíneas (alfafa, feijão, tomate, alface e repolho) têm mostrado aumento de produtividade com o aumento da disponibilidade de Si para as plantas (Silva, 1973; Elawad e Green Júnior, 1979). Estes benefícios são devido ao Si estar envolvido em inúmeras características físicas das plantas, em uma série de eventos fisiológicos e metabólicos, que indiretamente favorecem a fotossíntese das plantas. Efeitos benéficos têm sido relacionados à redução de efeitos prejudiciais decorrentes de agentes químicos como salinidade, toxidez causada por metal pesado, desbalanço de nutrientes e físicos como, acamamento, seca, radiação, alta e baixa temperaturas (Zhu et al., 2004; Ma e Yamaji, 2006). A falta de Si pode resultar em diminuição da capacidade biológica da planta em resistir às condições adversas do meio ambiente. (Rafiet al., 1997).

O Si possui papel importante na reprodução dos frutos. Plantas de tomate cultivadas em solução nutritiva com baixo teor de Si demonstraram deficiência durante a fase reprodutiva, além do mais, em solução nutritiva livre de Si o tomateiro raramente segura os frutos, ou seja, floresce, mas não produzem frutos. Outros sintomas de deficiência é a redução do crescimento do tecido meristemático na região do topo e deformações na região próxima ao ápice de plantas jovens. Com o avanço da deficiência, a clorose desenvolvida nas folhas superiores e pontos de necrose aparecem nas folhas inferiores que se estendem para as folhas superiores. As plantas sem oferta de Si florescem, mas não são polinizadas e quando polinizadas produzem frutos deformados. A degeneração de estames e formação anormal de grãos de pólen também foram observados em tratamentos com ausência de Si. A fertilidade do pólen foi significativamente reduzida pela deficiência de Si. (Miyake e Takahashi, 1978).

A nutrição adequada com Si pode resultar em aumento de produtividade, devido aos seus benefícios, interferindo na arquitetura das plantas, favorecerem a fotossíntese, ao proporcionar folhas mais eretas, permitindo maior penetração de luz solar, maior absorção de CO_2 e diminuição da transpiração excessiva, ocorrendo assim maior eficiência e incremento da taxa fotossintética. (Takahashi, 1995; Pereira et al., 2003; AL-Aghabaryet al., 2004).

O aumento na produtividade da cana-de-açúcar sugere uma possível ação do Si no alongamento de células e/ou na divisão celular (Elawadet al., 1982). O Si aumenta a espessura e a verticalidade das plantas de arroz (Yoshida et al., 1969). Em morangueiro a pulverização das folhas com silicato de potássio mostrou aumento no conteúdo de clorofila e crescimento da planta (Wang e Galleta, 1998).

Na epiderme foliar, o Si combina com a celulose e pode estar presente nas células guarda dos estômatos e nos tricomas, também pode ser encontrado nos elementos vasculares (Silva et al., 2005). Plantas de morangueiro tratadas com silicatos, as epidermes abaxial e adaxial, o parênquima esponjoso e o mesofilo apresentaram maior espessura, o parênquima paliçádico apresentou três camadas de células paliçádicas e menor preenchimento do mesofilo com parênquima esponjoso, em relação aos demais tratamentos (Braga et al., 2009). Segundo Sangsteret al., (2001), no arroz a deposição de Si ocorre na parede de células epidérmicas ou localizações extracelulares, tais como tecidos vasculares e armazenagem, espaços intercelulares e camadas cuticulares.

A deposição de Si na parede celular das células torna a planta mais resistente à ação de fungos e insetos, evita a perda excessiva de água e diminui a taxa de transpiração (Silva, 2007). Essa camada de sílica dificulta a penetração e o desenvolvimento de hifas de fungos e torna a parede celular mais resistente à degradação enzimática (Marschner, 1995; Takahashi, 1995). O acúmulo de Si abaixo da cutícula e nas paredes celulares confere.

2.6 CULTIVO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Segundo a Embrapa (2005), as estufas são instrumentos destinados a proteção ambiental para diversas culturas, como flores, hortaliças e plantas no geral, e que podem ser construídas de diversos materiais como madeira, ferro, concreto e sobretudo devem ter uma cobertura transparente para que se tenha uma passagem adequada de luz para total desenvolvimento das culturas.

As estufas foram utilizadas para a produção de hortaliças primeiramente na Holanda, e depois em países onde o clima não era favorável ao desenvolvimento normal dos produtos hortifrutigranjeiros. Hoje a produção de hortaliças dentro desses ambientes é prática de países de agricultura forte, e objeto de interesse de países em desenvolvimento, como o Brasil. Os modelos mais conhecidos são: Capela, Pampeana, BellaUnión, Londrina, Dente-de-serra, Arco e Espanhola, segundo Sganzerla (1997).

O cultivo protegido é uma das técnicas da agricultura moderna muito utilizada para viabilizar o cultivo fora de época, diminuir custos e aumentar a produtividade, juntamente com as novas tecnologias aplicadas à área de irrigação, como a fertirrigação, que tem propiciado bons resultados (Factoret al., 2008).

As estruturas de produção devem ser resistentes às adversidades climáticas e, ao mesmo tempo, passíveis de modificações ou adaptações a cada tipo de cultivo (espécie). No estado de Goiás, a Agência Goiana de Defesa Vegetal (Agrodefesa), institui,em sua Instrução Normativa 006/2011, que toda a produção de mudas de tomate, rasteiro ou tutorado, deverá ser conduzida em viveiros telados. O tipo de material utilizado para a construção da estufa de produção vai depender de cada região. Em regiões mais quentes, são necessários sombrites ou telas aluminizadas nas estruturas, juntamente com o plástico, possibilitando uma condição mais favorável nas horas ou épocas de calor mais intensas. Outras características do uso do sombrites é fornecer um pouco de sombreamento na fase inicial da formação das mudas. Recursos como janelas zenitais, laterais e frontais; nebulizadores e lanternim podem também auxiliar no controle de temperatura (Lima et. al. 2013a).

O sistema de irrigação mais utilizado para a produção de tomate em ambiente protegido é o sistema de fertirrigação localizada por gotejamento. Esse sistema requer um grande investimento para sua implantação, entretanto, há um menor consumo de água, possibilidade de distribuição com maior frequência, maior uniformidade de aplicação, menores perdas, menor mão-de-obra operacional (Alvarenga, 2000). Segundo Marouelli & Silva (2002), o gotejamento vem se tornando uma opção viável para a irrigação do tomateiro devido, principalmente, à redução do custo do sistema e ao aprimoramento das tecnologias de produção. Por aplicar água diretamente no solo e junto á planta, sem molhar toda a superfície do solo, a folhagem e os frutos, o sistema reduz substancialmente o consumo de água e a incidência de doenças da parte aérea, aumentando a produtividade e a qualidade dos frutos.

Em estufas, a umidade relativa do ar é um fator de grande influência no desenvolvimento vegetativo do tomateiro, onde a umidade relativa ótima é entre 50% e 60%. O excesso de umidade no interior impede a polinização das flores e provoca o abortamento e queda, quando não se aplica hormônios. Isso acontece porque o pólen úmido se aglutina e ao cair no estigma da flor não pode fecundar os óvulos (Sganzerla, 1997).

No cultivo em ambiente protegido, a irrigação é imprescindível e o manejo inadequado do sistema de irrigação e da cultura pode inviabilizar o processo produtivo.

Muitos autores têm comprovado que a irrigação promove aumento significativo na produtividade de várias hortaliças (Vilas-Boas et al., 2008; Dermitas e Ayas, 2009; Zenget al., 2009; Bilibioet al., 2010), porém o manejo do sistema de irrigação deve propiciar condições adequadas para potencializar o desenvolvimento e a produtividade das culturas, além do que o manejo racional de um projeto de irrigação deve possibilitar maximização na eficiência do uso da água e minimizar os custos de investimento e operacionais, de forma que a atividade se torne economicamente viável e sustentável.

Quando se cultiva o tomate nesses ambientes é imprescindível utilizar um bom sistema de tutoramento. Este permite que a planta ocupe menos espaço, possibilitando maior produção por área, antecipando a produção, pois as linhas de plantas orientadas norte-sul e dispostas em posição vertical recebem mais insolação e o calor é absorvido pelo solo, melhorando a floração e fecundação das flores, porque as plantas são mais ventiladas e iluminadas, os tratamentos fitossanitários são mais uniformes e efetivos, os frutos são mais sadios e limpos, pois não têm contato com a terra (Sganzerla, 1997).

Ao ser utilizado em pequenas áreas, pode-se produzir pelo menos uma vez e meia ou o dobro da produção de áreas não protegidas, possibilitando ainda a oferta constante de hortaliças (Beckmann-Cavalcante et al., 2007).

O cultivo de plantas em ambiente protegido, geralmente, é realizado no solo. Porém, com o decorrer do tempo, em consequência da alta intensidade dos cultivos, têm sido observados vários problemas com reflexos negativos no rendimento das culturas. Destacam-se entre os principais, a ocorrência de pragas e fitopatógenos, que atacam o sistema radicular e, os desequilíbrios nutricionais, uma vez que os elementos minerais não são absorvidos pelas raízes das plantas tendem a se acumular na camada superficial do solo, provocando a salinização e/ou antagonismo entre os nutrientes (Abak & Celikel, 1994; Andriolo et al., 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na área experimental da Unidade Educacional de Produção (UEP) de Olericultura do Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Câmpus Urutaí - GO, localizado na Fazenda Palmital – Rodovia Geraldo Silva Nascimento Km 2,5 zona rural, município de Urutaí, Estado de Goiás, cujas coordenadas geográficas são 17º29’10” S de latitude e 48º12’38” O de longitude a 697m de altitude (Figura 1).

Figura 1. Instituto Federal Goiano Câmpus Urutaí-GO.

A estufa, onde o experimento foi conduzido, é do tipo arco simples, com orientação Leste-Oeste e dimensões de 30 m de comprimento, 7 m de largura, pé-direito de 3,0 m e altura de arco de 1,2 m, a qual é coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 0,15 mm de espessura. Suas laterais são constituídas de tela anti-afídeos (Figura 2).

3.2 CLIMA E SOLO

O clima da região é classificado como tropical de altitude com inverno seco e verão chuvoso, do tipo Cwb pela classificação de Köppen. A precipitação média anual é de

1000 a 1500 mm, com umidade relativa média do ar de 71%. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura argilosa (Embrapa, 2013).

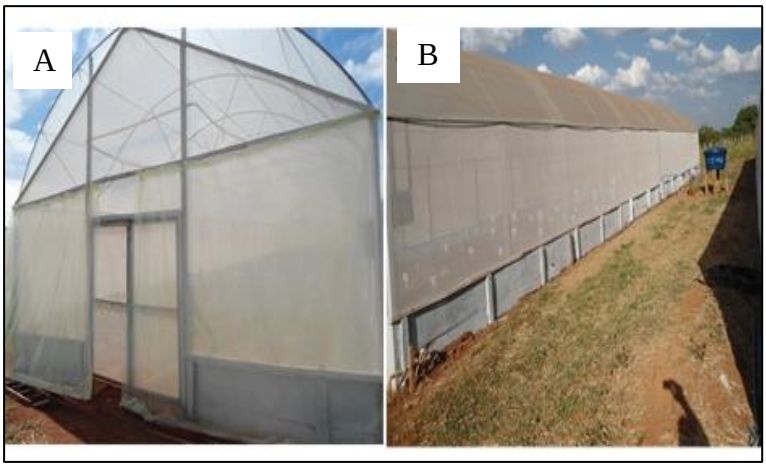


Figura 2. Vista frontal (A) e lateral (B) do ambiente protegido. IF Goiano Câmpus Urutaí-GO.

Amostras de solo de 0 a 40 cm de profundidade coletadas no interior da casa de vegetação e analisadas no Laboratório de Solos do Instituto Federal Goiano, Câmpus Urutaí, indicam as características químicas do solo que será utilizado na presente pesquisa (Tabela 1).

Tabela1. Resultados da análise químicas do solo. Instituto Federal Goiano, Câmpus Urutaí.

Atributos	Unidade	Profundidade 0-20cm	Profundidade 20-40cm
ph	Água	6,05	6,32
P	mg/dm^{3-}	11,96	7,04
SO_4	mg/dm^{3-}	23,78	24,23
K^+	$Cmolc/ dm^{3-}$	0,09	0,09
Ca^{2+}	$Cmolc/ dm^{3-}$	19,8	21,00
Mg^{2+}	$Cmolc/ dm^{3-}$	3,9	3,1
Al^{3+}	$Cmolc/ dm^{3-}$	0,10	0,10
H+Al	$Cmolc/ dm^{3-}$	4,0	2,8
Cu	mg/dm^{3-}	9,3	8,5
Fe	mg/dm^{3-}	86,1	79,5
Mn	mg/dm^{3-}	29,9	30,6
Zn	mg/dm^{3-}	148,4	111,1

3.3 PREPARO DO SOLO, CALAGEM E ADUBAÇÃO

O preparo do solo foi realizado através de aração mecanizada e posteriormente correção com base na análise do solo, que de acordo com Alvarenga (2013) não foi

necessário se fazer correção com calcário. A adubação foi realizada em sulcos de plantio e logo após foi realizada a abertura das covas na ocasião do transplantio das mudas ao local definitivo (Figura 3).

As doses recomendadas de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e potássio, bem como micronutrientes foram aplicados em covas e seguiram recomendações técnicas específicas para a cultura, conforme proposto por Alvarenga (2013).

3.4 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Adotou-se o sistema de irrigação localizada por gotejamento, linha lateral de irrigação de 16 mm de diâmetro com emissores espaçados a 0,30 m. Foram instaladas duas linhas laterais por parcela, espaçadas entre si a 0,25 m. Os emissores forneciam uma vazão de 1, 6 L h^{-1} e trabalhavam com pressão de serviço de 10 mca. O sistema de bombeamento foi composto por conjunto motobomba de ¼ cv. Logo após o sistema de bombeamento foi instalado registros e manômetros para aferição do sistema de irrigação e um filtro de tela de 120 mesch.

O manejo da irrigação foi realizado através da metodologia proposta por Salomão (2012), onde foi instalado um tanque evaporímetro com altura de 24 cm e 52 cm de diâmetro, colocado no centro do ambiente protegido, sendo instalado sobre estrado de madeira pintado de branco a 15 cm do solo, sendo utilizados os mesmos procedimentos para o manejo de irrigação com base na utilização do Tanque Classe A, metodologia já difundida na agricultura irrigada.

A evapotranspiração de referência (ETo) foi obtida a partir da evaporação média da água contida no tanque evaporímetro. O nível inicial da água era de 4 cm abaixo da borda superior do tanque. Assim, a profundidade máxima de água no tanque evaporímetro foi de 20 cm. O reabastecimento era promovido sempre que o nível da água atingisse 7 cm da borda superior.

A leitura do nível da água no tanque evaporímetro foi realizada diariamente sempre pela manhã, em intervalos de 24 horas, assim as irrigações eram efetuadas obedecendo a diferenciação dos tratamentos, ou seja, turnos de rega de 3, 6, 9 e 12 dias. Depois de estimada a evapotranspiração de referência (ETo), calculou-se a evapotranspiração da cultura (ETc), obtendo-se assim a quantidade de água consumida pela cultura, que foi a base para o cálculo da lâmina de água que foi reposta pela irrigação, obtendo em média ao longo do experimento 260 mm.

3.5 PRODUÇÃO DE MUDAS E TRANSPLANTIO

A cultivar de tomate utilizada foi do grupo Salada (hibrido Dominador). A semeadura foi realizada no dia 24/10/2013 em bandejas de isopor de 128 células com o substrato comercial Bioplant®. A mistura de casca de pinus e fibra de coco propiciam uma ótima relação física, espaços de aeração, capacidade de retenção de água, CTC (capacidade de troca catiônica) e, consequentemente, maior desenvolvimento radicular (Bioplant, 2014).

As mudas foram produzidas em um berçário de produção de mudas com dimensões de 6m de largura por 10m de comprimento, contendo telas antiafídeos nas suas laterais, lona plástica tipo PEBD (polietileno de baixa densidade) na parte superior e irrigação de microaspersão. As bandejas foram mantidas suspensas do chão à uma altura de 1,20m, através de bancadas de madeira. No dia 07/12/2013 foi feito a adubação de plantio realizada no sulco de semeadura seguindo recomendações com base em análise de solo. Aos 45 DAS foi realizado o transplantio com a umidade do solo próximo à capacidade de campo e mudas com aproximadamente 10 cm de altura (Figura 3A). Após o transplantio, foram realizadas irrigações equivalentes de 5-6 mm/dia para todos os tratamentos deixando o solo próximo à capacidade de campo por aproximadamente 37 dias afim de dar as mesmas condições para que todos os tratamentos tenham um bom desenvolvimento inicial.

Após este período a irrigação foi realizada obedecendo aos turnos de rega propostos nos tratamentos.

3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x4, sendo três doses de silicato de sódio NA_2SiO_3 (0,0 % $Si.L^{-1}$, 0,2 % $Si.L^{-1}$ e 0,4 % $Si.L^{-1}$) e quatro turnos de rega (3, 6, 9 e 12 dias), totalizando 12 tratamentos, com quatro repetições. As doses de silicato de sódio utilizadas na presente pesquisa foram estabelecidas de acordo com a recomendação geral de utilização de silício solúvel proposta por Reis et al. (2007).

Figura 3. Detalhes da adubação de base realizada em sulco de plantio(B) e do sistema de irrigação em funcionamento(B). IF Goiano Câmpus Urutaí-GO.

O experimento foi constituído por quatro canteiros de linhas duplas (oito fileiras de linhas laterais), com cada turno de rega mantido nos canteiros com linhas laterais consecutivas (Figura 4). As doses de silicato de sódio foram aplicadas via foliar, com pulverizador costal de ação manual de 20 litros e nas duas linhas laterais, que corresponderam a uma parcela, as doses foram aplicadas em oito plantas (quatro consecutivas), sendo as seis plantas centrais a parcela útil, para cada linha lateral, as aplicações se iniciaram 38 dias após o transplantio (DAT) e se estenderam até o final do ciclo da cultura, sendo repetidas 1 (uma) vez por semana, totalizando quinze aplicações. O espaçamento utilizado foi de 0,8 m entre fileiras e 0,6 m entre plantas.

Para evitar que a água proveniente dos tratamentos diferenciados se infiltrasse de um bloco para outro (diferença de potencial) foi feito uma trincheira de 0,8 m de profundidade entre os canteiros e colocado um filme de polietileno ao longo da mesma (Figura 5).

3.7 TRATOS CULTURAIS

Ao longo do ciclo da cultura do tomateiro foram realizados os tratos culturais necessários ao seu pleno desenvolvimento. O sistema de condução utilizado foi o de uma planta por cova, com uma haste por planta, tal sistema produz frutos maiores e mais bonitos que são geralmente destinados a mercados consumidores específicos e por consequência conseguem um maior valor de mercado.

Figura 4. Esquema detalhado do sistema de irrigação constituído por 4 canteiros de linhas duplas por bloco, espaçados 0,8 m entre fileiras e 0,6 m entre gotejadores. IF-Goiano Câmpus Urutaí.

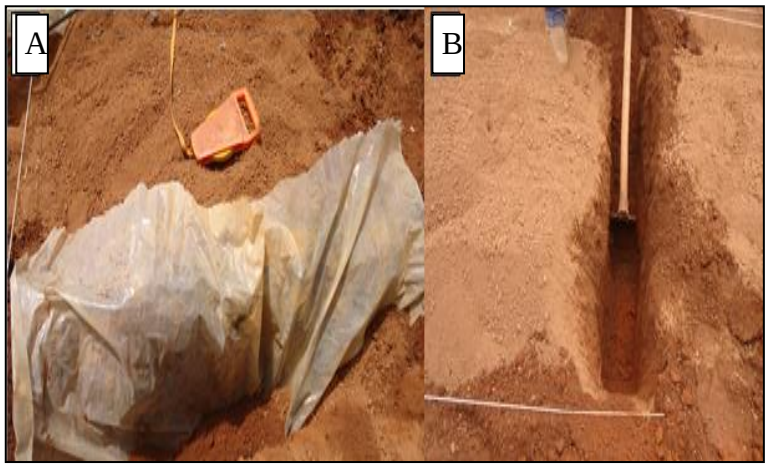


Figura 5. Vista frontal (A) e Vista lateral (B) do isolamento entre parcelas. IF-Goiano Câmpus Urutaí.

Com o objetivo de se induzir o desenvolvimento de raízes adventícias na base do caule das plantas de tomates e consequentemente uma maior absorção dos nutrientes oriundos das adubações de cobertura foram feitas amontoas com uma porção de terra junto ao colo da planta no momento da primeira adubação de cobertura.

No início de desenvolvimento das plantas foram utilizados tutores (fitilhos) em cada planta e posteriormente amarrados a elas para evitar o tombamento por ação do vento e peso dos frutos (Figura 6). O controle das plantas daninhas foi realizado ao longo do ciclo da cultura com capinas manuais próximas ao colo das plantas. Foram feitas desbrotas laterais semanalmente ou quando necessárias, essa prática é indispensável para se conseguir um maior peso de frutos, além disso a desbrota possibilita a formação de um micro clima mais arejado e um melhor controle fitossanitário do tomateiro. As adubações de cobertura foram feitas em covas, conforme recomendado por Alvarenga (2013) (Figura 6).

Com o objetivo de regular o crescimento da planta, mantendo um maior controle sobre a mesma e possibilitando a formação de frutos maiores e mais pesados, foram feitas podas apicais nas plantas quando elas atingiram 2,10 m de altura. Com o intuito de se manter uma melhor fitossanidade do tomateiro foram feitas poda das folhas velhas, que foram descartadas e retiradas da casa de vegetação.

Figura 6. Tutoramento do tomateiro realizado com fitilhos (A), adubação de cobertura. IF-Goiano Câmpus Urutaí.

Durante o ciclo da cultura foram feitas três aplicações de fungicidas afim de se controlar principalmente requeima do tomateiro (*Phytophthora infestans*) e pinta preta (*Alternaria solani*), porém outras doenças como mancha-de-estenfilio (*Stemphylium spp.*), podridão-de-esclerócio (*Sclerotium rolfsii*), murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*), mancha bacteriana (*Xanthomonas campestres* pv. *Vesicatoria*) também surgiram durante o cultivo, contudo em menor expressão. Utilizou-se para controle das doenças citadas anteriormente os fungicidas Iprodiona e Fenilamida mais Ditiocarbamato, sendo o primeiro do grupo químico das dicarboximida e o segundo do grupo dos inorgânicos, ambos são fungicidas de contato. As dosagens foram feitas conforme recomendação dos fabricantes e aplicadas seguindo sempre recomendações prescritas na bula dos produtos afim de se obter um melhor controle das doenças e maior segurança para os operadores.

Para o controle de insetos pragas foram feitas cinco aplicações de inseticidas, as principais ocorrências foram de lagartas falsa medideira (*Chrysodeixis includens*), mosca branca (*Bemisia tabaci*), e ácaros. Foram utilizados como medidas de controle os inseticidas Pyriproxyfen e Neonicotinóide, sendo feitas duas e três aplicações dos respectivos produtos, foram feitas também diversas liberações de tesourinhas (*Euborelia annulipes*) como medidas de controle biológico, as quais foram provenientes do laboratório

de entomologia agrícola do Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, visto que as mesmas são predadoras de ovos de diversas espécies de Lepidópteras. A primeira aplicação do inseticida Neonicotinóide foi feita aos 49 dias após o transplantio, a segunda 28 dias após a primeira e a terceira 15 dias após a segunda. A primeira aplicação do inseticida Pyriproxyfen foi realizada 77 dias após o transplantio e a segunda 30 dias após a primeira. Todas as dosagens e medidas de segurança foram seguidas conforme recomendado pelos fabricantes dos produtos e prescritos nas respectivas bulas.

3.8 PARÂMETROS QUANTIFICADOS

As variáveis avaliadas nos frutos, ao longo de oito colheitas, foram: comprimento (mm), diâmetro (mm), largura (mm), espessura da casca (mm). As variáveis de produção foram: número de frutos por planta, número de frutos danificados, número de frutos sadios, peso médio de frutos (g) e produção/planta (g).

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors e comparados visualmente pelo histograma gerado pelo programa SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas). (Ribeiro Junior & Melo 2008).

Na colheita um o parâmetro peso médio dos frutos não precisou transformar, mas os demais sim. Na colheita dois, o comprimento e peso médio dos frutos não foram transformados. Na colheita três, o comprimento, diâmetro, largura e peso médio dos frutos não precisaram ser transformados. Na colheita quatro a espessura da casca e produção/planta não precisaram transformar. Na colheita cinco os parâmetros comprimento do fruto, diâmetro, largura, peso médio dos frutos e produção/planta não foram transformados. Na colheita seis o comprimento, diâmetro, largura, espessura da casca e peso médio dos frutos não foram transformados. Na colheita sete os dados de número de frutos danificados foram transformados e na Colheita oito os dados transformados foram número de frutos/planta, número de frutos danificados e número de frutos sadios.

Caso houvessem valores com distribuição não-normal, esses seriam transformados ($\sqrt{x} + 0, 5$) e submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias provenientes dos dois fatores (turno de rega e Si), isolados e/ou quantificados sob

interação, foram submetidas ao teste de média Tukey a 5% de probabilidade por meio do Software SAEG (Ribeiro Junior & Melo 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores referentes a temperatura e umidade relativa medidos durante o período em que o experimento foi avaliado estão presentes nas Figuras 7 e 8 respectivamente. Os valores referentes a temperatura máxima se mantiveram na média de 38 °C até por volta dos 44 DAT, o qual nessa data foi atingida uma máxima de 44,9 °C, vindo logo em seguida a se estabilizar novamente, tendo um novo pico apenas aos 97 DAT, no qual foi medida a maior temperatura durante todo o experimento (58,5 °C), o valor médio de temperatura máxima foi de 40,4° C. A temperatura mínima registrada dentro do ambiente protegido foi aos 10 DAT, no qual foi registrada uma mínima de 15,4°C, após essa data as mínimas se mantiveram estáveis, apresentando uma média de 19,0 °C. A temperatura média durante a realização do experimento foi de 29,5 °C, valor propicio ao desenvolvimento do tomateiro. Segundo Alvarenga & Coelho (2013) para o desenvolvimento da planta e produção, o tomateiro suporta ampla variação de temperatura do ar, entre 10ºC a 34ºC.

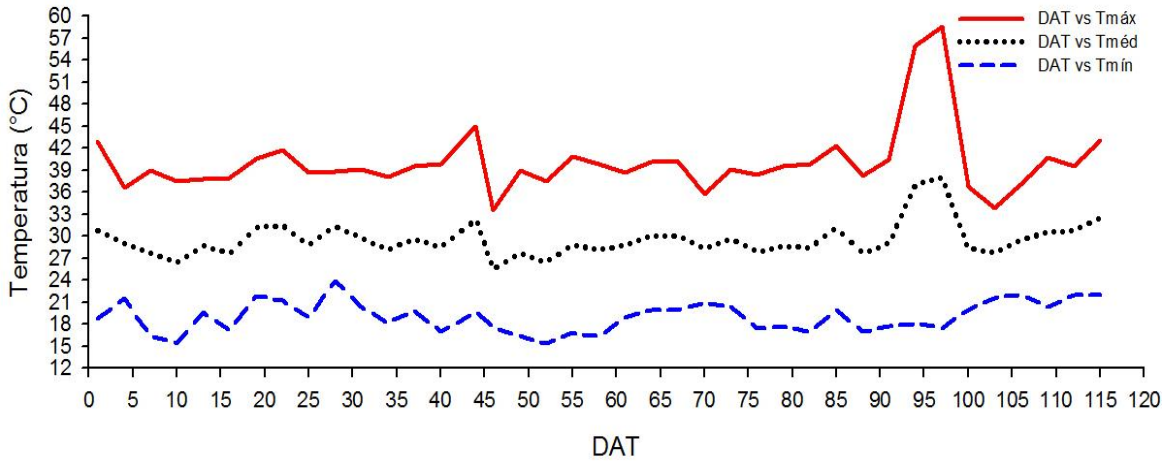


Figura 7. Temperatura em (°C) atingida no interior do ambiente protegido. IF Goiano Câmpus Urutaí-GO, dezembro de 2013 a abril de 2014.

A umidade relativa do ar apresentou um valor máximo estável durante todo o ciclo do tomateiro, sendo que a máxima foi de 85% e a média máxima de 76,15%. A umidade relativa apresentou valores de mínima de 15% e mínima média por volta 24,05%,

sendo que a umidade relativa média durante o decorrer do experimento foi de 50,1%. Conforme Buriol (et al., 2000), no interior do ambiente protegido os valores de UR são muito variáveis e estão intimamente relacionados aos valores da temperatura do ar. (Figura 8).

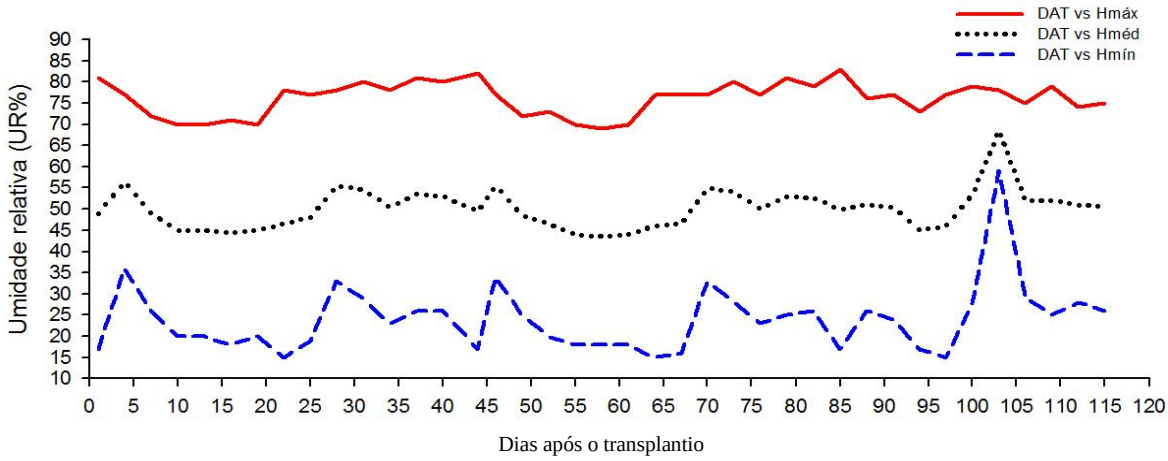


Figura 8. Umidade relativa do ar no interior do ambiente protegido (%). IF Goiano Câmpus Urutaí-GO, dezembro de 2013 a abril de 2014.

Segundo Alvarenga e Coelho (2013) cultivos em casa de vegetação ou em ambientes protegidos a baixa umidade relativa do ar e a ocorrência de altas temperaturas provocam aumento da taxa de transpiração, fechamento dos estômatos, baixa taxa de polinização, abortamento de flores, levando uma redução na produtividade. Sendo assim os autores ressaltam que para um bom desenvolvimento da cultura do tomateiro deve ser cultivados em ambientes variando a umidade entre 50% a 70%.

A figura 9 mostra as lâminas de irrigação utilizadas nos diferentes turnos de rega durante a condução do experimento, no momento do transplantio foi feita uma irrigação em todos os tratamentos utilizando uma lâmina de aproximadamente 3,3 mm, a qual foi mantida a mesma até os 34 dias após o transplantio (DAT), no 37° dia começaram os tratamentos com lâminas e turnos de rega diferenciados, foi feito esse procedimento afim de se dar uma condição favorável ao bom estabelecimento do tomateiro, visto que em períodos pós transplantio as mudas do tomateiro ainda se encontram bastante frágeis e susceptíveis a perdas por conta principalmente das lesões que as raízes sofrem com essa operação e do estágio de desenvolvimento pouco avançado em que as mesmas se encontram.

Nos turnos de rega diferenciados pode-se observar que quanto maior o intervalo entre as irrigações maior era a perda de água da cultura em consequência da evapotranspiração, sendo que a perda de água e a lâmina a ser aplicada apresentaram uma

relação diretamente proporcional, e proporcional em função do maior espaço entre os turnos de rega.

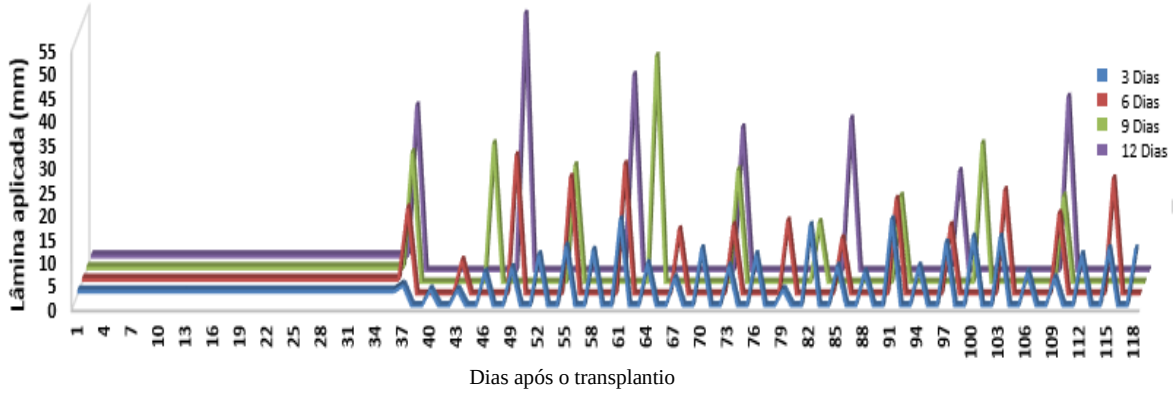


Figura 9. Lâmina de irrigação aplicada no tomateiro durante o ciclo. IF Goiano Câmpus Urutaí-GO, janeiro de 2014 a abril de 2014.

4.1 ANOVA GERAL

Os fatores investigados, turno de rega (TR) e silício (Si), independente se significativos de forma isolada ou sob interação, tiveram efeito temporal de forma variada nas variáveis de qualidade do fruto e produção ao longo das oito colheitas de tomate (Figura 10).

Para a colheita um (48 DAT), houve interação significativa (TR x Si) para os parâmetros comprimento, diâmetro, largura e espessura da casca; além dos parâmetros de produção peso médio dos frutos e produção/planta (Figura 10A). Para os parâmetros n^{o} de frutos/planta e n^{o} de frutos danificados o fator turno de rega (TR) foi significativo considerando-o de forma isolada.

Na colheita dois (52 DAT) o diâmetro e espessura da casca dos frutos de tomate sofreram influência do fator turno de rega de forma isolada, enquanto que as variáveis peso médio dos frutos e produção/planta foram influenciadas em função da interação entre os fatores avaliados sob interação (Figura 10B).

Não houve interação significativa entre os fatores estudados na colheita três (56 DAT) para nenhum dos parâmetros avaliados. Todavia, o turno de rega (considerado isoladamente) influenciou nos valores de comprimento do fruto e número de frutos sadios (Figura 10C).

Na colheita quatro (61 DAT), os fatores turno de rega e silício não influenciaram nos parâmetros de qualidade do fruto e produção de tomate de forma

isolada, mas o peso médio dos frutos teve influência dos dois fatores considerados sob interação (Figura 10 D).

A partir da colheita cinco (65 DAT) o fator silício, considerado isolado, começou a influenciar nos parâmetros de qualidade do fruto do tomate. Nesse caso, a espessura da casca do fruto de tomate sofreu influência do silício. O número de frutos sadios também foi influenciado por um fator isolado, nesse caso, o turno de rega. Não houve interação significativa entre os fatores estudados nessa colheita (Figura 10 E).

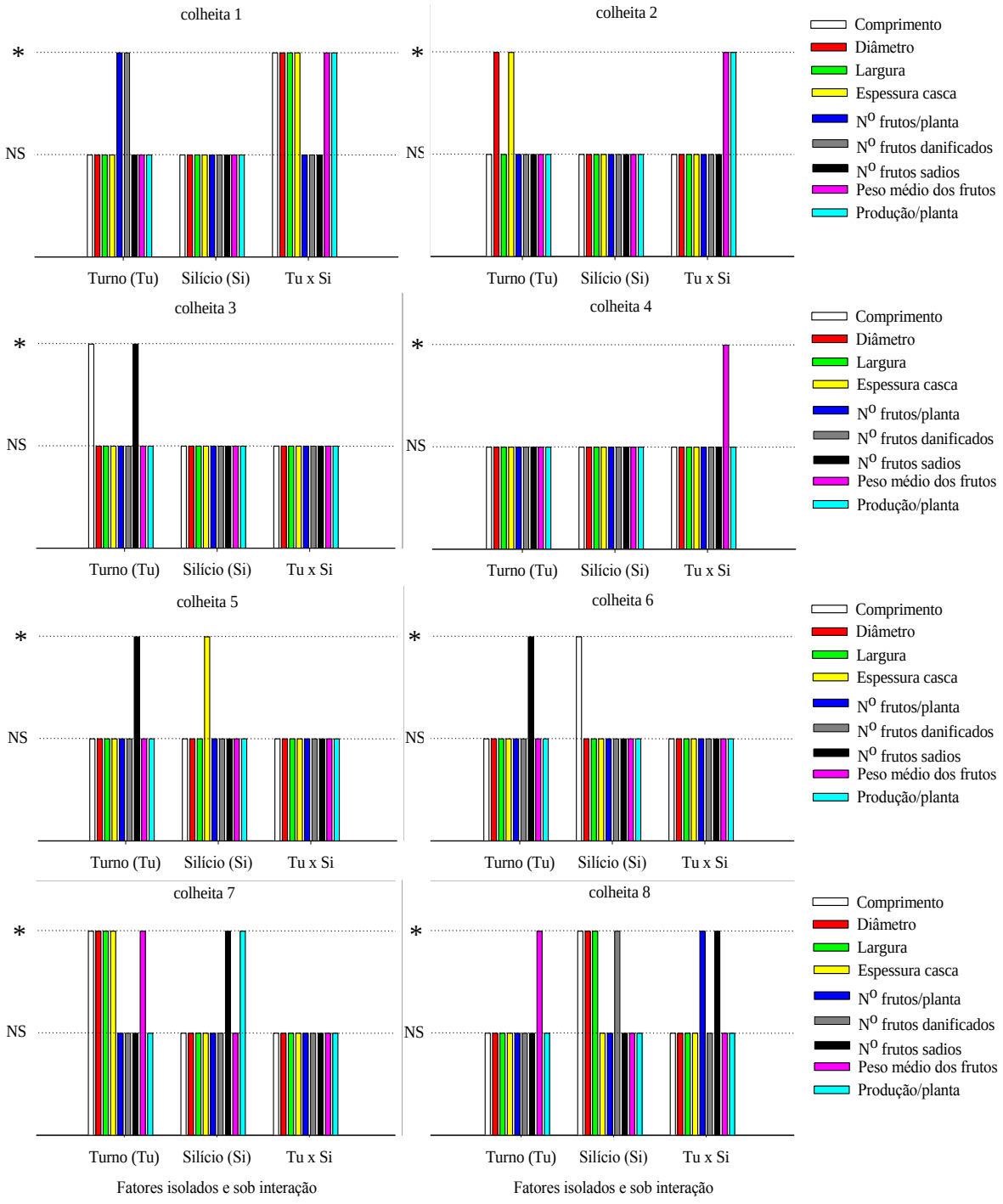
Na colheita seis (73 DAT), o Si continuou a influenciar de forma isolada em parâmetros de qualidade do fruto, nesse caso, o comprimento dos frutos do tomate. Igualmente a colheita cinco, o número de frutos sadios também foi influenciado pelo fator turno de rega de forma isolado (Figura 10 F).

Na colheita sete (80 DAT) não houve influência da interação entre os dois fatores investigados. Cinco parâmetros de qualidade do fruto sofreram influência do fator turno de rega isolado e três sofreram influência do fator silício de forma isolada. O comprimento, diâmetro, largura, espessura da casca do fruto e peso médio dos frutos sofreram influência do fator turno de rega e o número de frutos sadios e produção/planta sofreram interferência do fator silício (Figura 10 G).

Na oitava colheita (94 DAT), apenas o peso médio dos frutos foi influenciado pelo fator turno de rega, enquanto que os parâmetros comprimento, diâmetro, largura e número de frutos danificados sofreram interferência do Si. Essa foi a colheita onde a maior quantidade de parâmetros foi influenciada pela aplicação do Si. Quanto à interação, o número de frutos/planta e número de frutos sadios sofreram influência significativa (Figura 10 H).

4.1.1 Produção total

Plantas de tomateiro submetidas a 12 dias de turno de rega com a máxima dose de silício (0,4 $g.L^{-1}$) originaram frutos de maior comprimento (51,78 mm) em comparação com as doses de 0 (36,19 mm) e 0,2 $g.L^{-1}$ (24,60 mm) (Tabela 2).



(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F e (NS) não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo testeF.

Figura 10. Resumo da ANOVA (fatorial) dos efeitos isolados ou sob interação de diferentes turnos de rega (parcelas) e doses de silicato de sódio (0 $g.L^{-1}$, 0,2 $g.L^{-1}$ e 0,4 $g.L^{-1}$) (subparcelas) sobre parâmetros de qualidade do fruto e produção de tomate, ao longo de oito colheitas.

O comprimento dos frutos de tomateiro no turno de rega de 12 dias foi inferior em comparação com os demais turnos avaliados (3, 6 e 9 dias) dentro da dose de 0 $g.L^{-1}$ e 0,2 $g.L^{-1}$, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Comprimento de frutos (mm) (Média ± EP1) de tomate, quantificada na primeira colheita (48 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de Silicato de sódio ($g.L^{-1}$).

	Doses de silicato de sódio					
Turnos (dias)	0	0, 2	0, 4	*F*	*P*	CV
3	48,53±1,00Aa	55,21±1,63Aa	54,01±3,06Aa	3,01	0,09	3,87
6	48,12±3,21Aab	52,10±2,75Aa	47,24±1,03Aa	1,04	0,38	5,03
9	53,14±0,83Aa	38,77±8,23Ab	53,53±0,63Aa	3,08	0,09	11,14
12	36,19±0,78Bb	24,60±1,65Cc	51,78±2,27Aa	60,20	0,00	4,47
F	18,01	9,15	2,41			
P	0,00	0,001	0,11			
CV	3,75	11,07	3,82			

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na linha) e minúscula (na coluna) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Dentro do turno de rega de três dias, observou-se que o diâmetro dos frutos de tomate foi de 41,81mm e 34,25mm maior na dose de 0 e 0,4$g.L^{-1}$, respectivamente (Tabela 3). Todavia, no turno de rega de 6 dias o diâmetro do fruto foi menor (174,75 ± 2,38 mm) apenas quando as plantas de tomate foram submetidas à dose máxima de Si. No turno de rega de 12 dias, o diâmetro dos frutos foi maior (191,62 ± 8,43mm) quando as plantas de tomate foram expostas à dose de máxima (0,4 $g.L^{-1}$) de Si (Tabela 3). Comparando-se os diferentes turnos de rega investigados em função da dose 0 (testemunha) de Si, observou-se que o menor valor para o diâmetro dos frutos de tomate foi observado em 12 dias de turno de rega. Isso repetiu-se quando considerou-se a dose de 0,2 $g.L^{-1}$ de Si (Tabela 3).

Plantas de tomate submetidas ao turno de rega de doze dias originaram frutos de tomate com menor largura (31,79 ± 1,49mm) e na dose de 0,2 $g.L^{-1}$ em comparação com aqueles submetidos à dose máxima de Si (Tabela 4). Quando considerou-se a comparação entre os diferentes turnos de rega dentro de cada dose de Si, observou-se que o turno de doze dias foi aquele que proporcionou menores valores de largura dos frutos de tomate nos tratamentos sem Si e com dose intermediária de Si (Tabela 4).

A espessura da casca dos frutos de tomate foi fortemente influenciada pelo turno de rega de 12 dias tanto quando comparou-se as doses de Si investigadas quanto comparou-se os diferentes turnos de rega (Tabela 5). A dose intermediária de Si originou frutos com menor espessura da casca em comparação com a ausência de Si e a dose máxima (Tabela 5).

Tabela 3. Diâmetro de frutos (mm) (média ± EP1) de tomate, quantificada na primeira colheita (48 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$).

	Doses de silicato de sódio					
Turnos (dias)	0	0, 2	0, 4	*F*	*P*	CV
3	190,31±6,01Ba	232,12±4,91Aa	197,87±13,98Ba	5,60	0,02	4,52
6	207,75±9,04Aa	205,37±12,10Aa	174,75±2,38Ba	4,66	0,04	4,36
9	208,12±1,41Aa	149,12±32,23Ab	181,37±4,58Aa	2,49	0,13	11,63
12	132,12±2,63Bb	95,87±4,94Cc	191,62±8,43Aa	73,40	0,00	4,04
F	47,40	11,77	1,44			
P	0,00	0,00	0,27			
CV	2,97	11,08	4,47			

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na linha) e minúscula (na coluna) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Tabela 4. Largura de frutos (mm) (média ± EP1) de tomate, quantificada na primeira colheita (48 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$).

	Doses de silicato de sódio					
Turnos (dias)	0	0, 2	0, 4	*F*	*P*	CV
3	61,67±1,53Aa	71,01±2,25Aa	62,32±5,47Aa	2,16	0,17	5,4
6	60,80±3,19Aa	63,83±3,21Aa	60,81±1,23Aa	0,40	>0,05	4,33
9	64,87±2,15Aa	47,56±10,44Ab	64,42±1,50Aa	2,64	0,12	4,72
12	42,22±0,85Bb	31,79±1,49Bc	58,80±2,20Aa	72,29	0,00	3,59
F	26,71	9,63	0,58			
P	0,00	0,001	>0,05			
CV	3,60	11,14	4,97			

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na linha) e minúscula (na coluna) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Tabela 5. Espessura da casca (mm) (média ± EP1) de frutos de tomate, quantificada na primeira colheita (48 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$).

	Doses de silicato de sódio					
Turnos (dias)	0	0, 2	0, 4	*F*	*P*	CV
3	8,66±0,27 Aa	8,80±0,13 Aa	7,98±0,66 Aa	1,15	0,35	4,79
6	9,00±0,40 Aa	8,77±0,12 Aa	8,13±0,02 Aa	3,46	0,07	2,62
9	8,20±0,29 Aa	6,49±1,12 Ab	8,90±0,04 Aa	3,34	0,08	8,24
12	8,42±0,10 Aa	4,28±0,20 Bc	8,33±0,22 Aa	155,29	0,00	2,70
F	1,38	13,85	1,32			
P	0,29	0,00	0,31			
CV	3,16	8,12	4,04			

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na linha) e minúscula (na coluna) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Plantas de tomate submetidas a três dias de turno de rega com dose intermediária de Si originaram frutos mais pesados(175,22 ± 10,05 g) em comparação com a ausência de Si e a dose máxima utilizada (Tabela 6). Dentro de cada dose de Si (com

exceção da dose de 0,4 g.L^{-1}) observou-se que o turno de rega de doze dias expressou em menores pesos dos frutos (38,5 ± 2,98g e 109,00 ± 14,34g) de tomate em comparação com os demais turnos de rega investigados (Tabela 6).

Tabela 6. Peso médio dos frutos (g) (média ± EP1) de tomate, quantificada na primeira colheita (48 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio (g.L^{-1}).

	Doses de silicato de sódio					
Turnos (dias)	0	0, 2	0, 4	*F*	*P*	CV
3	101,73±9,02 Ba	175,22±10,05 Aa	116,31±23,83 Ba	5,56	0,02	12,61
6	121,37±13,47 Aa	124,37±14,23 Aab	95,90±5,10 Aa	1,89	0,20	9,87
9	122,66±12,74 Aa	112,48±14,88 Ab	107,38±4,84 Aa	0,43	>0,05	9,84
12	37,50±2,98 Bb	109,00±14,34 Ab	100,50±11,24 Aa	19,93	0,00	11,87
F	22,12	4,81	0,34			
P	0,00	0,01	>0,05			
CV	10,31	10,52	12,45			

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na linha) e minúscula (na coluna) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Na Tabela 7 observou-se que plantas de tomate não tratadas com Si e submetidas ao turno de rega de nove dias tiveram maior produção por planta em comparação com aquelas tratadas com Si. O tratamento 0,2 g.L^{-1} quando submetido ao turno de rega de doze dias apresentou a menor produtividade (109 g/planta) (Tabela 7).

Tabela 7. Produção por planta (g) (média ± EP1) de tomate, quantificada na primeira colheita (48 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio (g.L^{-1}).

	Doses de silicato de sódio					
Turnos (dias)	0	0, 2	0, 4	*F*	*P*	CV
3	138,79±33,40 Ac	389,25±101,37 Aa	215,09±106,49 Aa	2,38	0,14	34,76
6	335,62±147,01 Ab	282,75±72,06 Aab	193,15±7,49 Aa	0,36	>0,05	33,69
9	672,97±25,94 Aa	198,14±57,04 Bab	209,51±7,30 Ba	30,34	0,00	13,85
12	128,50±4,34 Bc	109,00±14,34 Cb	238,00±6,39 Aa	40,17	0,00	6,91
F	9,68	3,66	0,25			
P	0,001	0,04	>0,05			
CV	26,70	26,48	23,35			

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na linha) e minúscula (na coluna) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

O número de frutos/planta de tomate foi maior no turno de rega de três dias (4,33) em comparação com aquele de doze dias (2,00) e com valores intermediários nos turnos de rega de 6 dias (3,66) e 9 dias (3,16) (Figura 11A). Um maior número de frutos danificados foi observado no turno de rega de três dias (2,75) em comparação com os dois maiores turnos de rega investigados (nove e doze dias, respectivamente) (Figura 11B).

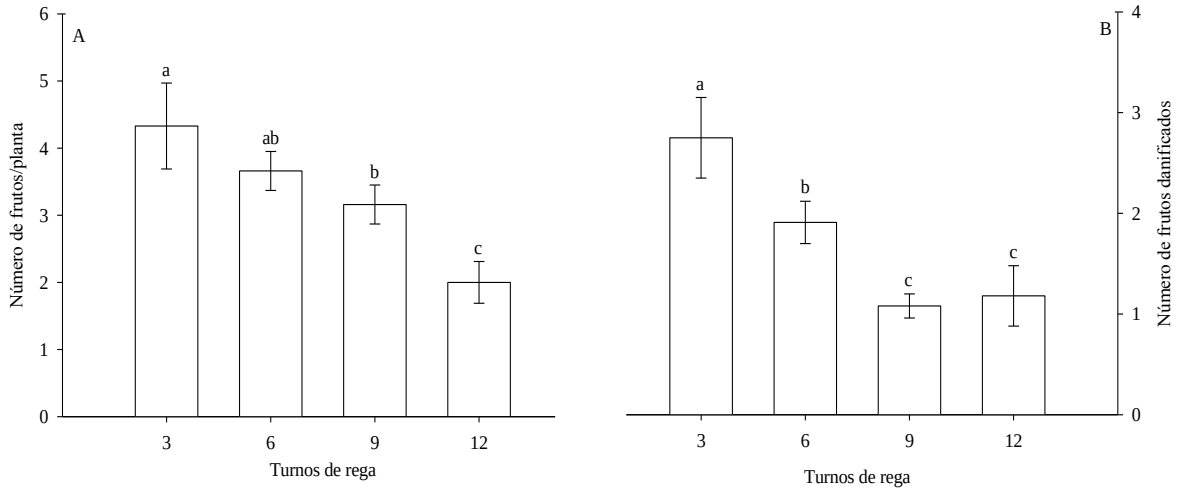


Figura 11. Número de frutos/planta (média ± EP[1]) (Fig. 11A) e número de frutos danificados (média ± EP[1]) (Fig. 11B) de tomate, quantificados na primeira colheita (48 DAT) sob influência de diferentes turnos de rega. [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Na segunda colheita do tomateiro, aos 52 DAT, observou-se que o peso médio dos frutos foi cerca de cinco vezes menor na dose intermediária de Si em comparação com a ausência de Si e a dose máxima de Si avaliada dentro do turno de rega de nove dias (Tabela 8). Todavia, essa resposta inverteu-se totalmente quando considerou-se o turno de rega de doze dias, com a dose intermediária de Si originando frutos de tomate mais pesados (124,12 ± 18,62g) em comparação com a ausência do Si (68,14±18,32g) e a dose máxima (72,81 ± 5,15g). Na ausência de Si observou-se que o turno de rega de doze dias originou frutos mais leves em comparação com os demais turnos testados.

A dose intermediária de Si originou plantas de tomate com maior em comparação por planta com a ausência de Si e a dose máxima no turno de rega de doze dias (Tabela 9). Comparando-se os diferentes turnos de rega investigados, percebeu-se uma menor produção por planta de tomate no turno de rega de três dias em comparação com turnos de rega mais longos, como no caso do de doze dias (Tabela 9).

Frutos de tomateiro tiveram menores valores no diâmetro no turno de rega de doze dias em comparação com os três demais turnos de rega investigados (Figura 12A). Todavia, a espessura da casca dos frutos do tomateiro, colhidos a partir dos 52 DAT, tiveram menores valores nos turnos de rega de seis e nove dias (6,11 e 5,72 mm, respectivamente) em comparação com os outros turnos de rega avaliados (7,47 e 7,66 mm, para os turnos de três e doze dias respectivamente) (Figura 12B).

Tabela 8. Peso médio dos frutos (g) (média ± EP1) de tomate, quantificado na segunda colheita (52 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio (g.L-1).

	Doses de silicato de sódio					
Turnos(dias)	0	0, 2	0, 4	*F*	*P*	CV
3	100,54±7,64 Ab	39,47±25,52 Aa	105,87±34,90 Aa	2,58	0,12	36,95
6	126,48±20,64 Aa	91,36±26,99 Aa	103,50±8,15 Aa	0,95	>0,05	18,61
9	139,40±12,70 Aa	23,11±4,31 Ba	115,49±10,70 Aa	58,90	0,00	10,77
12	68,14±18,32 Bc	124,12±18,62 Aa	72,81±5,15 Ba	4,04	0,05	17,41
F	4,41	6,33	0,76			
P	0,02	0,08	> 0,05			
CV	15,17	31,04	21,74			

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na linha) e minúscula (na coluna) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Tabela 9. Produção por planta (g) (média ± EP1) de tomate, quantificado na segunda colheita (52 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio (g.L-1).

	Doses de silicato de sódio					
Turnos (dias)	0	0, 2	0, 4	*F*	*P*	CV
3	201,36±64,93 Aa	71,19±17,39 Ac	336,05±186,43 Aa	1,74	0,22	48,94
6	202,29±31,42 Aa	122,93±30,55 Ac	169,55±26,27 Aa	1,93	0,19	18,96
9	278,16±83,08 Aa	160,96±14,08 Ab	223,45±46,11 Aa	0,80	>0,05	26,08
12	126,36±74,82 Ba	447,33±29,95 Aa	104,48±13,68 Ba	12,55	0,002	26,06
F	1,09	31,54	1,03			
P	0,38	0,00	0,41			
CV	35,55	14,99	38,45			

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na linha) e minúscula (na coluna) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Plantas de tomateiro submetidas aos turnos de rega de nove e doze dias originaram frutos com menores comprimentos (55,98 e 54,34 mm) em comparação com os turnos de rega de três e seis dias (Figura 13A). O número de frutos sadios de tomateiro, na terceira colheita, foi menor (1,8) para aquelas plantas submetidas ao turno de rega de doze dias em comparação com os demais turnos investigados (Figura 13B). O peso médio dos frutos do tomateiro foi maior (154,14 ± 26,59g) na ausência de Si em comparação com as outras doses investigadas de Si no menor turno de rega avaliado (3 dias) (Tabela 10). Esse dado inverteu-se quando considerou-se o turno de rega de seis dias, com a dose máxima de Si interferindo em um maior peso médio dos frutos do tomateiro(181,16 ± 16,34g) (Tabela 10). No turno de rega de nove dias, a dose intermediária de Si originou frutos mais leves em comparação com a ausência de Si e a maior dose de Si enquanto que no turno de rega de doze dias os menores valores de peso dos frutos foram apresentados na dose máxima de Si (0,4 $g.L^{-1}$). Comparando-se os diferentes turnos de rega, dentro das doses de Si, observou-se que na ausência do Si os

menores valores de peso de frutos foram observados aos seis e doze dias. Dentro da dose intermediária de Si, os maiores pesos foram verificados nos turnos de rega de seis e nove. E na dose de 0,4 g.L^{-1} de Si, os menores valores foram verificados nos turnos de rega de três e nove dias (Tabela 10).

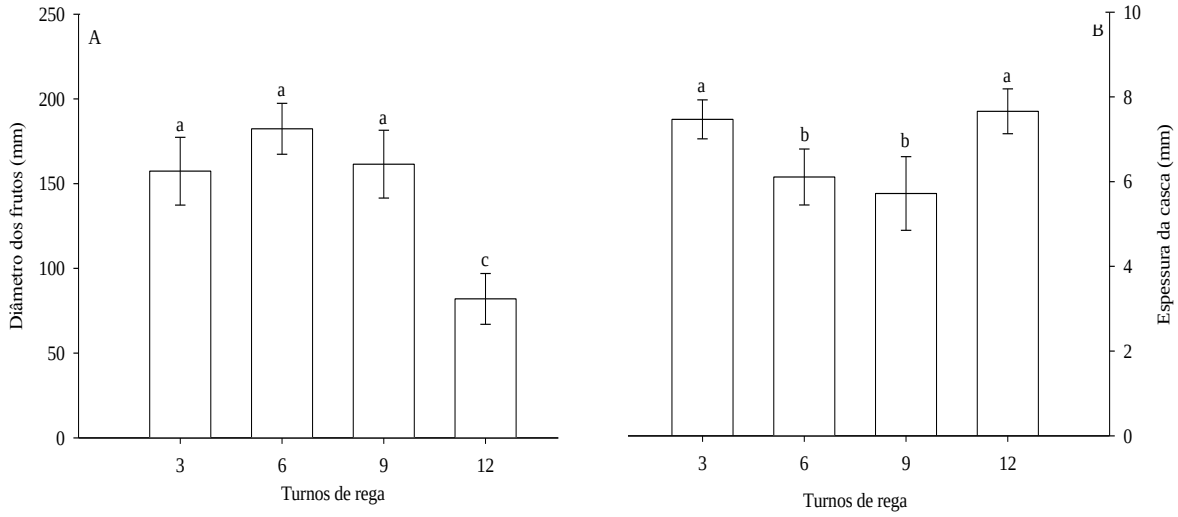


Figura 12. Diâmetro dos frutos (mm) (média ± EP[1]) (Fig. 12A) e espessura da casca (Média ± EP[1]) (Fig. 12B) dos frutos de tomate, quantificados na segunda colheita (56 DAT) sob influência de diferentes turnos de rega. [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

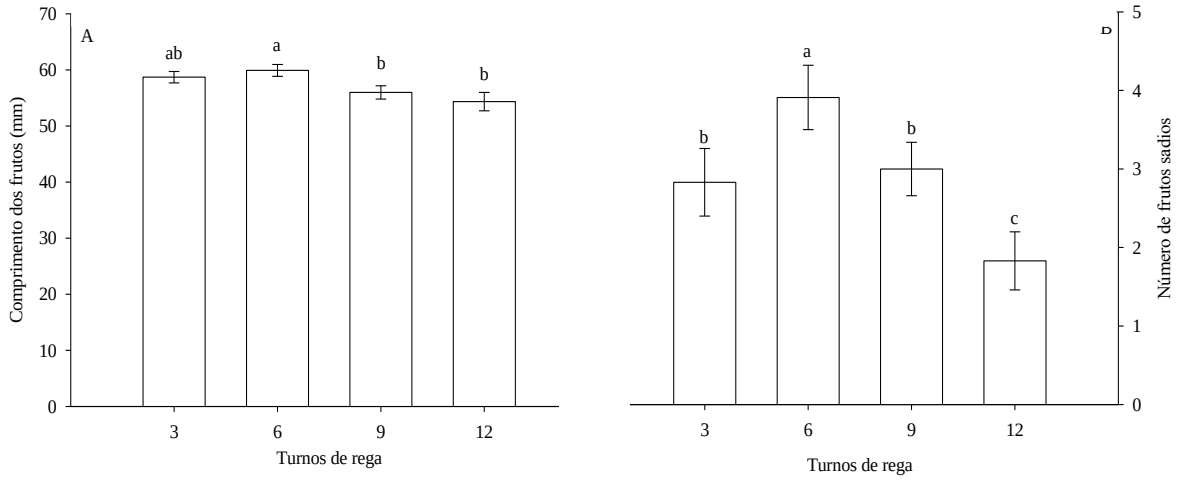


Figura 13. Comprimento dos frutos (mm) (média ± EP[1]) (Fig. 13A) e Espessura da casca (Média ± EP[1]) (Fig. 13B) dos frutos de tomate, quantificados na terceira colheita (56 DAT) sob influência de diferentes turnos de rega. [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Tabela 10. Peso médio dos frutos (g) (média ± EP1) de tomate, quantificado na quarta colheita (61 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio (g.L-1).

	Doses de Silicato de Sódio					
Turnos (dias)	0	0, 2	0, 4	*F*	*P*	CV
3 dias	154,14±26,59 Aa	57,92±26,72 Bb	72,85±24,11 Bc	4,26	0,02	43,53
6 dias	84,35±34,49 Cb	136,15±20,47 Ba	181 16±16,34 Aa	3,23	0,03	25,34
9 dias	157,36±24,31 Aa	31,90±18,37 Bb	121 59±32,78 Ab	7,03	0,01	31,46
12 dias	98,15±19,26 Ab	108,32±20,29 Aa	44,69±5,55 Bc	5,41	0,02	18,85
F	1,07	5,46	3,98			
P	0,04	0,01	0,03			
CV	31,50	32,24	27,97			

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na linha) e minúscula (na coluna) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

O número de frutos sadios de plantas de tomateiro foi menor quando as plantas dessa solanácea foram submetidas a um turno de rega de doze dias (Figura 14) em comparação com os demais turnos de rega; enquanto que a espessura da casca dos frutos foi maior (8,31 mm) na ausência de Si em comparação com as duas doses de Si investigadas (7,22 e 7,74 respectivamente) (Figura 15).

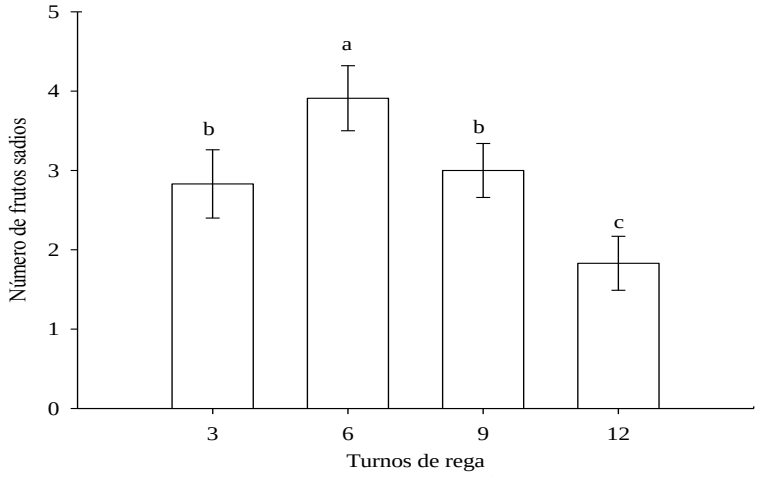


Figura 14. Número de frutos sadios (média ± EP[1]) de tomate, quantificados na quinta colheita (65 DAT) sob influência de diferentes turnos de rega. [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

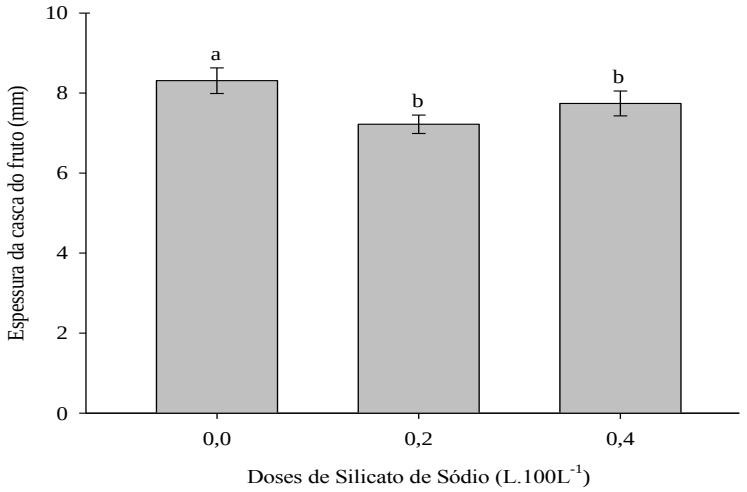


Figura 15. Espessura da casca do fruto (mm) (média ± EP[1]) de tomate, quantificados na quinta colheita (65 DAT) sob influência de três doses de Silicato de sódio ($g.L^{-1}$). [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

O número de frutos sadios do tomateiro foi menor no turno de rega de nove dias em comparação com os demais investigados (Figura 16), enquanto que nos turnos de rega de três e doze dias esses valores foram semelhantes (3,75) (Figura 16). Na Figura 17 observa-se que a máxima dose de Si utilizada no presente trabalho originou frutos de tomate com maiores comprimentos (59,72 mm) em comparação com a dose intermediária (56,23 mm) e a ausência de Si (55,42mm).

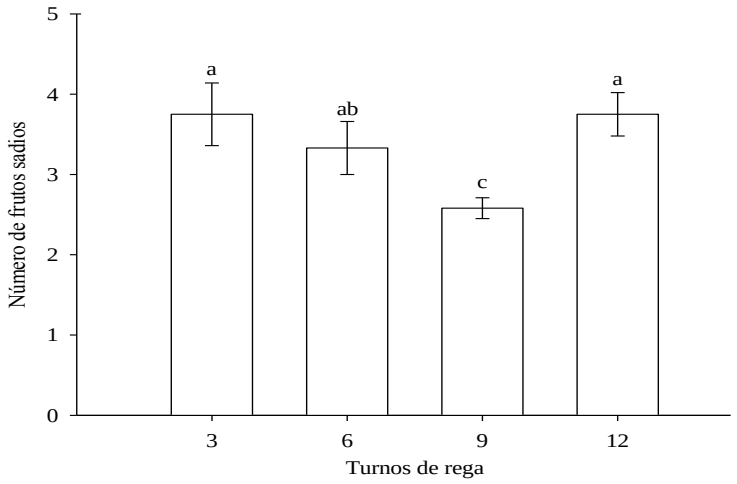


Figura 16. Número de frutos sadios (média ± EP[1]) de tomate, quantificados na sexta colheita (73 DAT) sob influência de diferentes turnos de rega. [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

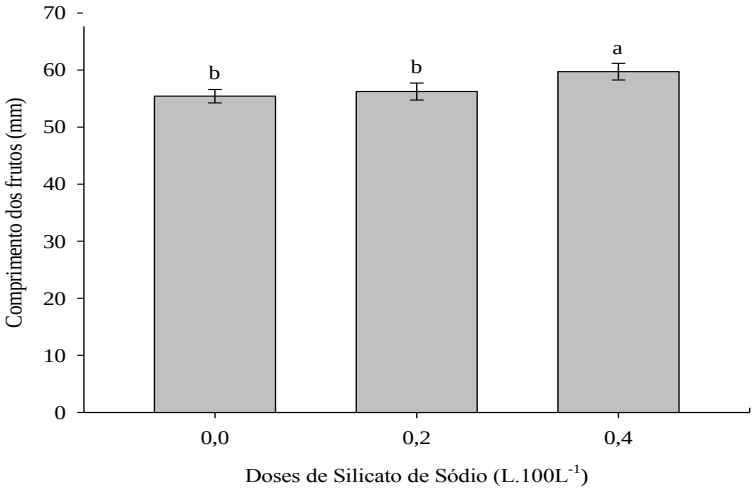


Figura 17. Comprimento dos frutos (mm) (média ± EP1) de tomate, quantificados na sexta colheita (73 DAT) sob influência de três doses de Silicato de sódio (g.L-1). [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si.

Na colheita sete (80 DAT), o turno de rega de doze dias no qual plantas adultas de tomateiro foram submetidas no presente trabalho originou frutos com maior comprimento (Figura 18a), diâmetro (Figura 18b), largura (Figura 18c) e peso médio (Figura 18e) em comparação com os demais turnos de rega investigados. Todavia, os frutos de tomateiro tiveram maiores valores de espessura da casca quando as plantas que lhes deram origem foram submetidas a um turno de rega de três dias (Figura 18d).

Um maior número de frutos sadios de tomate, além de maiores valores de produção por planta e produtividade total foram observados na ausência de Si em comparação com os tratamentos com presença de Si (Tabela 11).

A dose de 0,4 $g.L^{-1}$ de Si no turno de rega de doze dias originou maior número de frutos por planta de tomateiro (16,15± 3,77) em comparação com a dose intermediária (6,50± 1,50) e na ausência de Si (7,75±0,85), isso se dá em função de um maior estresse ao qual a planta é submetida, o que a leva a concentrar sua produção em menores números de cargas, porém com maiores produções (Tabela 12).

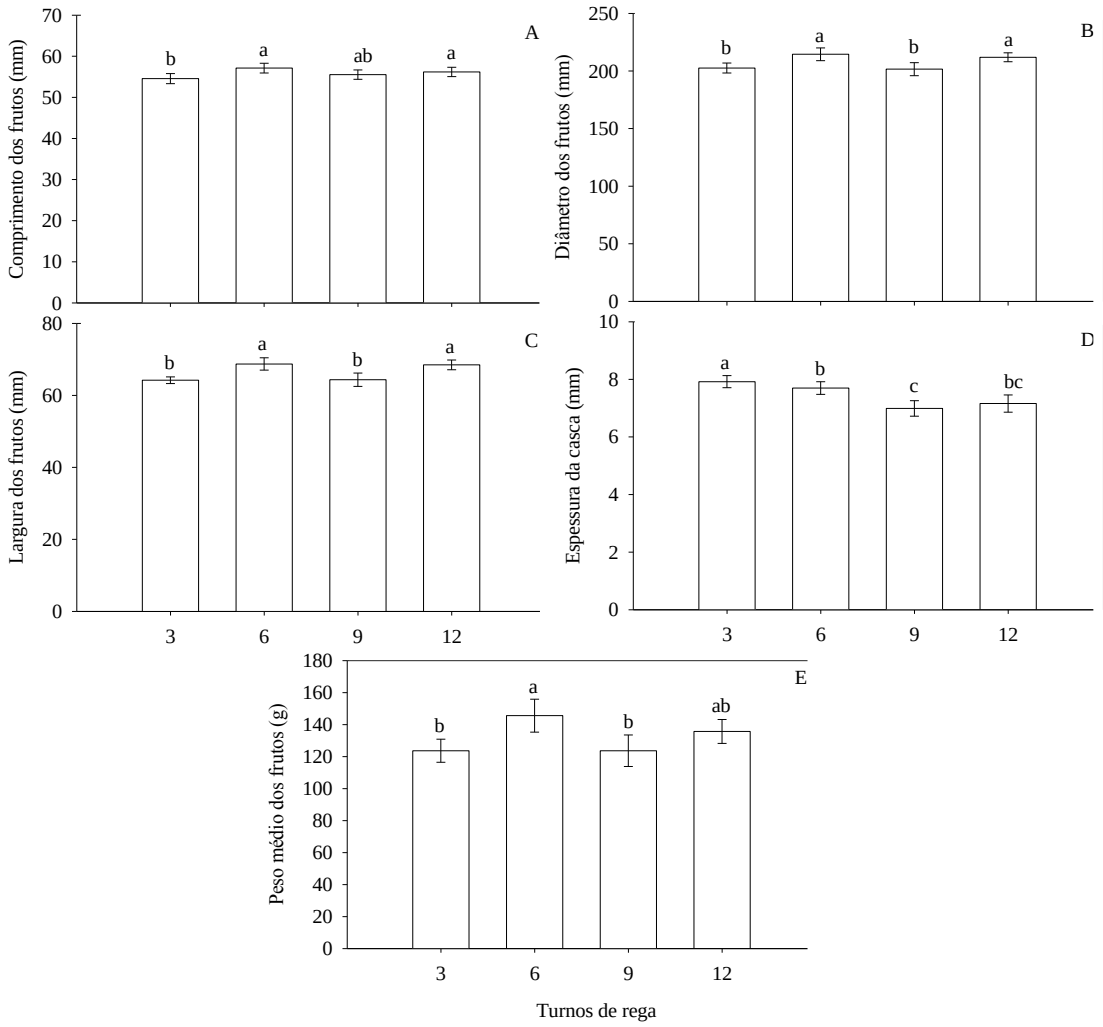


Figura 18. Comprimento dos frutos (mm) (média ± EP[1]) (A), diâmetro (mm) (média ± EP[1]) (B), largura (mm) (média ± EP[1]) (C), espessura da casca (mm) (média ± EP[1]) (D) e peso médio dos frutos (g) (média ± EP[1]) (E) de tomate, quantificados na sétima colheita (80 DAT) sob influência de diferentes turnos de rega. [1]Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Tabela 11. Número de frutos sadios (média ± EP1) e produtividade por planta (g) (média ± EP1) de tomate, quantificado na sétima colheita (80 DAT) sob influência de três doses de Silicato de sódio (g.L-1).

	Doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$)		
	0	0,2	0,4
Número de frutos sadios	6,62±0,60 A	2, 25±0,50 C	4,87±0,49 B
Produtividade por planta	932,37±110,60 A	410, 17±71,44 C	659,64±68,60 B

[1]Médias seguidas pela mesma letra (na linha) não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Tabela 12. Número de frutos por planta (média ± EP1) de tomate, quantificado na oitava colheita (94 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de silicato de sódio (g.L-1).

	Doses de Silicato de sódio					
Turnos(dias)	0	0, 2	0, 4	*F*	*P*	CV
3	5,25±1,60 Aa	7,25±1,03 Aa	6,25±0,15 Ab	0,91	> 0,05	17,43
6	8,25±2,35 Aa	8,00±2,44 Aa	12,25±2,42 Aa	0,87	> 0,05	26,79
9	8,50±1,32 Aa	8,00±1,47 Aa	5,75±4,80 Ab	1,03	0,39	42,70
12	7,75±0,85 Ba	6,50±1,50 Ba	16,15±3,77 Aa	6,80	0,01	19,15
F	1,05	0,14	3,11			
P	0,40	> 0,05	0,04			
CV	20,25	22,54	35,49			

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na linha) e minúscula (na coluna) não diferem entre siao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Tabela 13. Número de frutos sadios (Média ± EP1) de tomate, quantificados na oitava colheita (94 DAT) sob influência da interação entre quatro turnos de rega e três doses de Silicato de sódio (g.L-1).

	Doses de Silicato de sódio					
Turnos (dias)	0	0,2	0,4	*F*	*P*	CV
3	4, 00±1,35 Aa	4, 25±1,10 Aa	4, 25±0,47 Aa	0,05	> 0,05	22,06
6	6, 00±1,73 Aa	1, 75±1,10 Bb	4, 00±0,70 Aa	3,86	0,03	28,91
9	6, 25±1,37 Aa	4, 25±0,75 Ba	0, 75±0,25 Cc	9,89	0,005	27,00
12	4, 25±0,94 Aa	2, 25±0,62 Bb	3, 75±1,75 Ab	2,67	0,02	33,80
F	0,77	2,32	3,32			
P	> 0,05	0,01	0,05			
CV	23,98	27,73	33,17			

[1]Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (na linha) e minúscula (na coluna) não diferem entre siao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A dose máxima de Si utilizada originou frutos de tomateiro, aos 94 DAT, com maior comprimento (Figura 19a), diâmetro (Figura 19b) e número de frutos danificados (Figura 19d) em comparação com as demais doses investigadas. A exceção foi para o parâmetro largura dos frutos, onde os maiores valores foram observados na ausência de Si em comparação com os tratamentos com presença de Si, independentemente da dose (Figura 19c). O turno de rega de 9 dias originou frutos de tomate mais leves (118, 41 g) em comparação com os demais turnos de rega avaliados (Figura 20).

Segundo Sganzerla (1997) para que o tomateiro tenha uma boa produção, a temperatura média mensal ótima deve estar entre 16ºC a 27ºC, sendo que ocorrendo temperaturas mais elevadas ou mais baixas que estas, o tomateiro não tem bom desenvolvimento vegetativo. A temperatura ideal é de 18ºC a 24ºC. A temperatura ótima de germinação está compreendida entre 25ºC a 30ºC, abaixo de 10ºC e acima de 40ºC as sementes não germinam. No entanto, caso a temperatura eleve à faixa de 35º C durante o

dia e 25º C durante a noite poderá haver maior abortamento floral e menor número de frutos por cacho, comparadas às temperaturas ideais para as plantas (22º C de dia e 18º C à noite). (Lopes & Stripari, 1998).

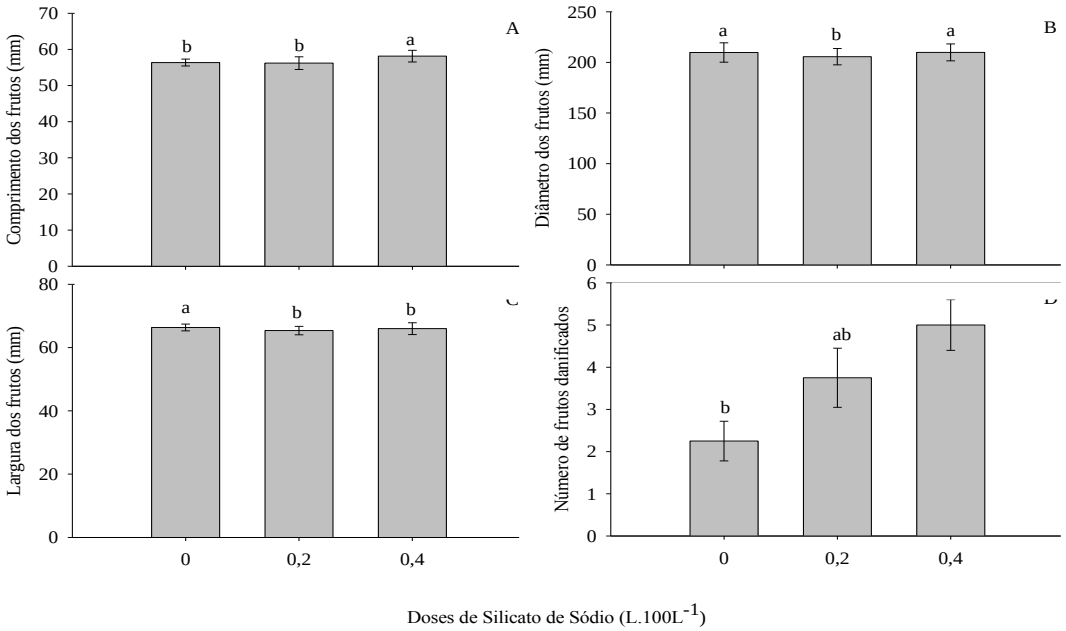


Figura 19. Comprimento dos frutos (mm) (média ± EP[1]) (A), diâmetro (mm) (média ± EP[1]) (B), largura (mm) (média ± EP[1]) (C) e número de frutos danificados (média ± EP[1]) (D) de tomate, quantificados na oitava colheita (94 DAT) sob influência de três doses de silicato de sódio ($g.L^{-1}$). [1]Médias seguidas pela mesma letra, para cada parâmetro, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

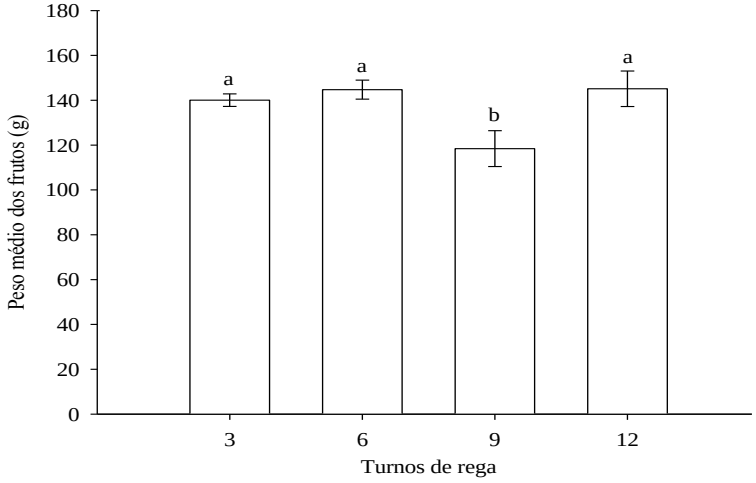


Figura 20. Peso médio dos frutos (g) (média ± EP[1]) de tomate, quantificados na oitava colheita (94 DAT) sob influência de diferentes turnos de rega. [1]Médias seguidas pela mesma letra, para cada parâmetro, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Em ambiente de estufa, a umidade relativa do ar é um fator de grande influência no desenvolvimento vegetativo do tomateiro, onde a umidade relativa ótima é entre 50% e 60%. O excesso de umidade no interior da estufa impede a polinização das flores e provoca o abortamento e queda, quando não se aplica hormônios. Isso acontece porque o pólen úmido se aglutina e ao cair no estigma da flor não pode fecundar os óvulos. (Sganzerla, 1997).

As médias das laminas de irrigação aplicadas nos tratamentos tiveram pouca variação entre si, onde o que modificou foi a frequência com que a água era disponibilizada para a cultura. Os dois fatores avaliados no presente trabalho (TR e Si) tomados sob interação influenciaram de forma significativa em diversos parâmetros de qualidade e produção de plantas de tomate, principalmente, na primeira colheita. Nessa fase, 48 DAT, as plantas de tomate apresentaram estar mais suscetível aos efeitos da falta de água, gerando maior absorção de Si. Todavia a partir da terceira colheita (56 DAT) as plantas de tomate não sofreram mais tanta influência dos fatores sob interação. Isso pode estar relacionado ao fato do Si ser um importante agente de controle da diminuição de perda de água por transpiração nas plantas. Dessa forma, na primeira colheita, a planta de tomate pode ter sentido maior necessidade de absorver Si para impedir uma maior perda de água quando o turno de rega foi mais espaçado do que os demais (turno de rega de 12 dias). A partir do momento que a planta de tomateiro foi crescendo e desenvolvendo-se, os fatores sob interação deixaram de ser mais relevantes para a planta. Tal resultado demonstra claramente a importância de se saber as características do solo e a demanda hídrica em todos os estágios fenológicos da cultura, pois sabendo-se essas características é possível determinar com que frequência e com que intensidade se tornará necessária a disponibilização de água para a mesma, visto que o tomateiro suporta claramente um maior espaçamento entre irrigações, podendo assim diminuir o tempo gasto com o manejo dessa tarefa, bem como uma diminuição com a utilização de energia elétrica, uma vez que praticamente todos os sistemas de irrigação utilizados em ambiente protegido utilizam dessa fonte de energia.

O turno de rega considerando-o de forma isolada sempre influenciou mais em parâmetros de produção do que nos de qualidade do fruto, com exceção da quarta colheita onde o turno de rega não influenciou em nenhum parâmetro investigado e da sétima colheita onde todos os parâmetros de qualidade do fruto foram influenciados pelo turno de rega. Isso indica que a planta do tomateiro possui capacidade de produzir frutos mais uniformes mesmo em detrimento de condições de estresse hídrico, segundo Sá (et al.,

2005, a produtividade de frutos classe A (frutos pequenos) reduz com o aumento da tensão, enquanto a produtividade de frutos classe AAA (frutos grandes) é máxima na tensão de 112 kPa. Todavia, a falta de água interfere de maneira muito mais marcante em características de produção de solanáceas como verificado por diversos autores. Segundo Alvarenga (2000) a demanda máxima de água pelo tomateiro ocorre durante a floração e o crescimento dos frutos. Na primeira colheita pode-se observar que plantas submetidas a uma maior frequência de irrigação (3 DAT) apresentaram maior número de frutos danificados quando comparados com plantas expostas a um turno mais prolongado, por outro lado o número de frutos/planta foi maior quanto menor era o turno de rega. De acordo com Alvarenga (2000) a irrigação excessiva durante o período de floração, entretanto, tem provocado aumento na queda de flores e redução no estabelecimento de frutos, o que pode causar, também, crescimento vegetativo excessivo, atraso na maturação e maior ocorrência de doenças.

A partir do momento em que as plantas de tomate entraram no período reprodutivo (65 DAT) ocorreu significância do fator Si nos parâmetros avaliados (principalmente aqueles de qualidade do fruto), isso é em função do efeito protetor que o Si dá as plantas, seja em razão de fatores bióticos ou abióticos, além disso, o Si foi importante agente influenciador nos valores de produção/planta na colheita sete. Isso pode comprovar que o tomateiro é uma planta acumuladora de Si ao longo do seu ciclo fenológico, além do que, plantas submetidas a prolongada disponibilidade de Si tendem a se mostrar mais resistentes ao déficit hídrico e ao ataque de insetos, corroborando com essa afirmação os autores Korndorfer e Datnoff, (1996), Lima Filho, (2005) afirmam que a exemplo de algumas gramíneas (cana-de-açúcar, sorgo, milheto, trigo, milho, capim kikuyo, etc) e outras não gramíneas (alfafa, feijão, alface e repolho), plantas de tomate são acumuladoras de Si, que embora não seja considerado essencial, é necessário para o crescimento e aumento de produtividade das plantas pois sua absorção reduz a transpiração e aumenta a tolerância das plantas ao ataque de pragas e patógenos. Essa resistência se dá em grande parte em função da formação de uma dupla camada silício-cutícula, como descrito por (Epstein, 1999; Ma; Yamagi, 2006; Ranganathanet al., 2006) os autores dizem que após absorvido, o silício é translocado e depositado logo abaixo da cutícula, formando uma dupla camada de silício-cutícula que confere proteção contra fatores abióticos, toxidez por elementos, salinidade, geada e fatores bióticos, como o ataque de insetos.

A característica de acúmulo ou não do Si pelas plantas pode se dar através da forma na qual o Si é disponibilizado às plantas. Alguns autores confirmam que a

pulverização via foliar de Si é a forma mais rápida que as plantas possuem para absorver o Si em comparação com a aplicação via solo.

Verificou-se queo turno de rega de 12 dias obteve parâmetros inferiores em comparação com os demais. Caso isso não ocorresse seria um interessante critério prático, pois o produtor poderia fazer uso desses resultados no sentido de economizar mão de obra e talvez energia elétrica caso sua propriedade dependesse de sistemas automatizados.

Em trabalho semelhante a este, Cantuário (2012) buscou uma solução mais prática que pudesse favorecer a planta a suplantar os efeitos negativos da seca: a utilização do Silicato de Potássio na cultura do pimentão. Contudo, as interações entre as tensões de água no solo e as doses de Si foram menos frequentes do que se esperava para a cultura. Ainda segundo o mesmo autor, doses de 0, 2 $L.100L^{-1}$ de Silicato de Potássio certamente interferiram positivamente na manutenção da massa dos frutos de pimentão mantendo sua qualidade, mesmo sob falta de água e pode ser ferramenta importante na manutenção de parâmetros da pós-colheita desses frutos.

5 CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir que:

- O turno de rega influencia mais em parâmetros de produção do que nos de qualidade do fruto, com exceção da sétima colheita onde todos os parâmetros de qualidade do fruto são influenciados pelo turno de rega.
- A partir da quinta colheita (65 DAT) ocorre significância do fator SI nos parâmetros avaliados, principalmente naqueles de qualidade do fruto.
- O silício é importante agente influenciador nos valores de produção/planta na 7ª colheita, comprovando que plantas submetidas a prolongada disponibilidade de SI mostram-se mais resistentes ao déficit hídrico.
- O turno de rega de doze dias obtém parâmetros inferiores em comparação com os demais turnos de rega.

6 REFERÊNCIAS

ABAK, K.; CELIKEL, G. Comparison of some Turkish originated organic and inorganic substrates for tomato soiless culture. **Acta Horticulturae**. Adana, Turkey: v. 59, n. 366, p. 423-429, May. 1994.

AGARIE S., N. HANAOKA, O. UENO, A. MIYAZAKI, F. KUBOTA, W. AGATA & P. B. Kaufman. Effects of silicon tolerance to water deficit and heat stress in rice plants (*Oryza sativa* L.), monitored by electrolyte leakage. **Journal of Plant Production Science**. New York, USA, v. 1, p. 96-103, Jun. 1998.

AL-AGHABARY, K.; ZHU, Z.; SHI, Q. H. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. **Journal of Plant Nutrition**. New York, USA, v. 27, n. 12, p. 2101-2115, Jan. 2004.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration:** guidelines por computing crop water requirements. Rome, FAO, 1996. 328 p.

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

ALVARENGA, M. A. R. **Cultura do Tomateiro.** Editora UFLA, 2000. 91 p.

ANDRIOLO, J. L; DUARTE, T. S.; LUDKEL, L.; SKREBSKY, E. C. Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura brasileira.** Brasília, v. 15, n. 1, p. 28-32, Nov. 1997.

ASHRAF, M. Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. **Biotechnology Advances**. Reino Unido, v. 28, 169-183 p. Ago. 2010.

BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; MENDEZ, M. E. G.; CAVALCANTE, Í. H. L.; CAVALCANTE, L. F. Características produtivas do tomateiro cultivado sob diferentes tipos de adubação em ambiente protegido. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande: v. 7, n. 1, p. 180-184. Jan. 2007.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6 ed. Universidade Federal de Viçosa. 1995. 657 p.

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

BIOPLANT AGRICOLA LTDA. Disponível em: <http://www.bioplant.com.br/produtos/>. Acesso em: 09 de junho de 2014.

BRAGA, F. T. B.; NUNES, C. F.; FAVERO; A. C.; PASQUAL; M. CARVALHO, J. G.; CASTRO, E. M. Características anatômicas de mudas de morangueiro micropropagadas com diferentes fontes de silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília: v. 44, n. 2, p. 128-132, Fev. 2009.

CANTUÁRIO F. S. de. **Produção de Pimentão Submetido a Estresse Hídrico e Silicato de Potássio em Cultivo Protegido.** Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia: 110 p. 2012.

CARRIJO O. A.; SOUZA R. B.; MAROUELLI W. A.; ANDRADER. J. **Fertirrigação de hortaliças.** Brasília: Embrapa Hortaliças. 13 p. (Circular Técnica, 32). 2004.

CARVALHO, J. de A.; REZENDE, F. C.; AQUINO, R. F.; FREITAS, W. A.; OLIVEIRA, E. C. Análise produtivo do pimentão-vermelho irrigado com diferentes lâminas, cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Jaboticabal, v. 15, p. 569-574, Nov. 2011.

CARVALHO, J. de G.; MACHADO, A. Q.; NASCIMENTO, I. R. do; BOAS, R. C. V. Desempenho da cultura do tomate adubado com silifértil. **Horticultura Brasileira.** Brasília, Suplemento 2, v. 20, n. 2, Jul. 2002.

CARVALHO, J. C. **Análise de crescimento e produção de grãos da cultura do arroz irrigado por aspersão em função de escória de siderurgia como fonte de silício.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Botucatu: Universidade Estadual Paulista, p. 119, 2000.

CHAVES, M. M. Effect of water deficitson carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**. Lancaster, v. 42, p. 1-16, Mar. 1991.

CHENG SS; CHU EY. **Tomaticultura em gramado, na região do Trópico Úmido Brasileiro.** Circular Técnica 3, Embrapa Amazônia Oriental, Belém: 28 p. 1999. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-0536 2010 000200016. Acesso em: 11 jun. 2014.

CHENG, C.; KAO, C.H. Osmotic stress and water stress have opposite effects on putrecine and praline production in excised rice leaves. **Journal Plant Growth of Regulation.** Austrália, v. 13, p. 197-202, Set. 1993.

CORDEIRO, M. C .R.; SÁ, M. F. G. Interação planta-patógenos e uso da biotecnologia na obtenção de plantas resistentes. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. Brasília: v. 10, n. 23, p. 34-39, Nov. 2001.

CURRENCY, T. M. Tomato breeding. I. Species, originand botanical characters. **Handbuch der pflanzen zutun**, Austin, Texas: v. 2, p. 351-369, May. 1963.

DAVIES, J. N.; HOBSON, G. E. The constituentes of tomato fruit – the influence of environment, nutrition, and genotype. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. Canadá, v. 15, p. 205-280, Dez. 1981.

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

DOMINÍ, M. E.; PINO, M de los A.; BERTOLÍ, M. Nuevas variedades de tomate (*Licopersicum esculentum* Mill.) para la época optima. **Cultivos Tropicales.** Argentina, v. 14, n. 2-3, p. 94-97, Oct. 1993.

DOORENBOS, J. e KASSAN, A. H. **Yeld response towater.** Rome: FAO, 193 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33), 1979.

DORAIS, M.; GOSSELIN, A., PAPADOPOULOS, A. P. Greenhouse tomato fruit quality. **Horticultural Reviews.** Alaska, USA, v. 248, p. 239-306, Sept. 2001.

DORJI, K., BEHBOUDIAN, M. H., ZEGBE-DOMINGUEZ, J. A. Water relations, growth, yiel and fruit quality of hot pepper under deficit irrigation and partial root zone drying. **Scientiae Horticulturae.** Amsterdam, v. 105, p. 138-149, Nov. 2005.

ECHER, M. M.; FERNANDES, M. C. A.; RIBEIRO, R. L. D.; PERACCHI, A. L. Avaliação de genótipos de *Capsicum* para resistência a ácaro branco. **Horticultura Brasileira.** Brasília, v. 20, p. 217-221, Ago. 2002.

ELAWAD, S. H.; GREEN JÚNIOR, V. E. Silicon and the rice plant environment: a review of recent research. **Revista IL riso.** Itália, v. 28, p. 235-253, Ago. 1979.

ELAWAD, S. H.; STREET, J. J.; GASCHO, G. J. Response of sugarcane to silicate source: and rate. Growth and yield. **Agronomy Journal.** México, v. 74, p. 481-484, Mar. 1982.

EMBRAPA HORTALIÇAS. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/>. Acesso em: 30 de out. 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema de classificação de solos**. Brasília. Embrapa Produção de Informação, 2013, 412 p.

EPSTEIN, E. Silicon in plants: facts vs concepts. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in agriculture.** The Netherlands: Elsevier Science, 2001.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology** v. 50, p. 641-664, Oct. 1999.

EPSTEIN, E. **The anomaly of silicon in plant biology**. Proceedings of the National Academy of Sciences USA: v. 91, p. 11-17, May. 1994.

FACTOR, T. L.; ARAÚJO, J. A. C. de; VILELLA JÚNIOR, V. E. Produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Jaboticabal, v. 12, n. 2, p. 143-149, Jul. 2008.

FARIA R. **Efeito da acumulação de silício e a tolerância das plantas de arroz do sequeiro ao déficit hídrico do solo.** Dissertação (Mestrado) apresentada junto ao Departamento de Solos, Universidade Federal de Lavras. 125 p. Abr. 2000.

FAVER, K. L.; GERIK, T. J.; THAXTON, P. M. et. al. Late season water stress in cotton: Leaf gas exchange and assimilation capacity. **Crop Science**, Madison, v. 36, p. 922, Mar. 1996.

FERERES, E.; SORIANO, A. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. **Journal of Experimental Botany.** Lancaster, v. 58, p. 147-159, Nov. 2007.

FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S.; LAZZARI, E. N. Padrão de identidade e qualidade do tomate *(Lycopersicum esculentum* Mill.) de mesa. **Ciência Rural.** Santa Maria: v. 34, n. 1, p. 329-335, Fev. 2004.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura:** Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças. Viçosa: Editora UFV, 2000.

FIORI, M. P. **Comportamento de Cultivares de Tomateiro quanto à utilização de escórias siderúrgicas em ambiente protegido.** Dissertação (Mestrado) apresentada junto à Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade de Marília – UNIMAR. Marília: 54 p. 2006.

FUMIS, T. F.; PEDRAS, J. F. Variação dos níveis de prolina, de amina e poliaminas em cultivares de trigo submetida a déficits hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37 p. 449-459, Dez. 2002.

GADISSA, T.; CHEMEDA, D. Effects of drip irrigation levels and planting methods on yield and yield components of green pepper (*Capsicum annuum*, L.). **Agricultural Water Management.** Bako-Ethiopia, v. 96, p. 1673-1678, Dec. 2009.

GOTO, R. Manejo nutricional no cultivo de hortaliças em estufas. In: ENCONTRO DE HORTALIÇAS, 9º ENCONTRO DE PLASTICULTURA DA REGIÃO DO SUL, Maringá. In: **Palestras e trabalhos apresentados**... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1995, p. 11-18.

HODSON, M. J.; WHITE, P. J.; MEAD, A.; BROADLEY, M. R. Phylogenetic variation in the silicon composition of plants. **Annals of botany.** Londres: v. 96, p. 1027-1046, Jun.2005.

HORIGUCHI T. Mechanism of manganese toxicity and tolerance of plants. IV – Effects of silicon on alleviation of manganese toxicity of rice plants. **Soil Science and Plant Nutrition.** Buenos Aires, v. 34, p. 65-73, Jan. 1988.

JENSEN, M. E. (Ed.). **Consumptive use of water and irrigation water requirements**. New York: American Society of Civil Engineers, 215 p. 1973.

KELLING, C. R. S. **Efeito da disponibilidade de água no solo sobre os componentes do balanço hídrico e o rendimento do feijoeiro.** 91 p. Dissertação (Mestrado) apresentada junto à Universidade Federal de Santa Maria, 1995.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de Fitopatologia.** v. 2, Doenças das Plantas Cultivadas. 3. ed. Editora Agronômica Ceres Ltda., São Paulo: 1997.

KORNDÖRFER, G. H. Elementos benéficos. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) Nutrição Mineral de Plantas. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.** Viçosa: p. 355-374, 2006.

KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: Uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açucar e do arroz. **Informações Agronômicas.** Piracicaba: p. 70-75, 1996.

KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E.; CORRÊA, G. F. Influence of silicon on grain discoloration and upland rice grown on four savanna 7 soils from Brazil. **Journal of Plant Nutrition.** New York: v. 22, n. 1, p. 93-102, 1999.

KORNDÖRFER, G. H.; LEPSCH, I. Effect of silicon on plant growth and yield. In: DATNOFF, L. E.; KORNDÖRFER, H. K.; SNYDER, G. H. (coord.) Silicon in Agriculture. 1 p. **Elsevier Science B. V.** Amsterdam, v. 32, n. 3, p. 62-95, Oct. 2001

KULKARNI, M.; PHALKE, S. Evaluating variability of root size system and its constitutive traits in hot peper (*Capsicum annuum* L.) under water stress. **Scientia Horticulturae.** Amsterdam, v. 120-159-166, p. Nov. 2009.

LIMA FILHO, O. F. **O silício na produtividade e sanidade agrícola**. Embrapa-Dourados/MAPA. Dourados: 2005. (Folheto Informativo).

LIMA G. G. DA SILVA.; AZARA N. A.; NASCIMENTO A. DOS REIS.; ALVARENGA M. A. R. **Tomate, Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia.** (a). 2. ed. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 185 p. 2013.

LIMA, P. A.; MONTENEGRO, A. A. A.; LIRA JUNIOR, M. A.; SANTOS, F. X.; PEDROSA, E. M. R. Efeito do manejo da irrigação com água moderadamente salina na produção de pimentão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.** Brasília, v. 1, p. 73-80, Jul. 2006.

LOPES, C. A. & REIS, A. **Doenças do tomateiro cultivado em ambiente protegido.** Circular técnica n. 53, 1. ed. Embrapa Hortaliças, 2007.

LOPES, C. A. & REIS, A. **Doenças do tomateiro cultivado em ambiente protegido.** Circular técnica n.100, 2. ed. Embrapa Hortaliças, 2011. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/bbeletronica/2011/ct/ct_100.pdf>. Acesso em: 06 de jun. 2014.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do Tomateiro.** Embrapa Hortaliças, p. 17-51, 2005.

LOPES, C. A.; QUEZADO-SOARES, A. M. **Doenças Bacterianas das Hortaliças:** Diagnose e Controle. Embrapa, 1997.

LOPES, M. C. & STRIPARI, P. C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R. & TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido:** condições subtropicais. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, p. 15-30, 1998.

LUZ, J. M. Q.; RODRIGUESC, R.; CARVALHOP, C.; CANTUÁRIO, F. S.; SOUSA, V. B. F. Aplicação de silicato de potássio via foliar em morangueiro: produtividade e qualidade. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 50. **Anais...** Guarapari: ABH, 2010.

MA, J. F. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. **Soil Science and Plant Nutrition,** Buenos Aires, v. 50. p. 11-18, Nov. 2004.

MA, J. F.; TAKAHASHI, E. Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan. **Elsevier Science.** Amsterdam, v. 31, p. 26-43, Mar. 2002.

MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKASHIE. E.; Silicon as a beneficial element for crop plant. In: Datnoff E. E., Snyder G. H. & G. H. Korndörfer (Eds). 2nd Edition. Silicon in Agriculture. **Elsevier Science.** New York, v.7, p. 17-39, May. 2001.

MA, J. F.; YAMAJIN. Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Trends in Plantscience.** Londres, v. 11, p. 392-397, Aug. 2006.

MAROUELLI, W. A., SILVA, H. R., SILVA, W. L. C., CARRIJO, O. A. **Tênsiômetros para manejo de irrigação em hortaliças.** Embrapa Hortaliças, 1998.

MAROUELLI, W. A., SILVA, W. L. C., SILVA, H. R. **Manejo de irrigação em hortaliças.** 5. ed. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - CNPH, 71p., 1996.

MAROUELLI, W. A., SILVA, W. L. C.; **Tomateiro para Processamento Industrial:** Irrigação e Fertirrigação por Gotejamento. Circular Técnica 30. Brasília: 2002.

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

MAROUELLI, 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. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Embrapa Hortaliças, 111 p. 2001.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R.; MORETTI, C. L. **Efeito da época de suspensão da irrigação na produção e qualidade de frutos de tomate para processamento.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 18 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n 25), 2007.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. **Academic Press.** New York, v. 12, 887 p., Mar. 1995.

MATYCHENKOV, V. V.; PINSKLY, D. L.; BOCHARNIKOVA, Y. A. Influence of mechanical compaction of soils on the state and form of available silicon. **Eurasian Soil Science.** New York, v. 27, n. 12, p. 58-67, Fev. 1995.

MAYAK, S.; TIROSH, T.; GLICK, B.R. Plant growth-promoting bacteria that confer resistance to water stress in tomatoes and peppers. **Plant Science**. Oxford, v. 166, p. 525-530, Jan. 2004.

MCCREE, K. J.; FERNÁNDEZ, C. J. Simulation model for studyng physiological water stress responses of whole plants. **Crop Science.** Madison, v. 29, p. 353-360, Oct. 1989.

MELO, P.C.T. **Melhoramento genético do tomateiro**. Asgrow. Campinas. 1989, 55p.
MERRIGHI A. L. N.; FERNANDESA, L. T.; FIGUEIREDOF, C. Novas pesquisas reforçam os efeitos do silício líquido solúvel aplicado via foliar em cafeeiros. **Revista Campo e Negócios.** Uberlândia, v. 56, p. 25-27, Dez. 2007.

MITANI, N.; MA, J. F. Uptake system of silicon in different plant species. **Journal Experimental Botany.** Lancaster, v. 56, p. 1255-1261, Set. 2005.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon deficiency of tomato plant. **Soil Science and Plant Nutrition.** Buenos Aires, v. 24, n. 2, p. 175-189, Nov. 1978.

MORGAN, K. T.; PARSONS, L. R; WHEATON, T. A. Comparison of laboratory - and field – derived soil water retention curves for a fine sand soil using tensiometric resistance and capacitance methods. **Plant and Soil.** Dordrecht, v. 234, n. 2, p. 153-157, Abr. 2001.

NWUGO, C. C.; HUERTA, A. J. Effects of silicion nutrition on cadmium uptake, growth and photosynthesis of rice plants exposed to low-level cadmium. **Plant and Soil.** Dordrecht, v. 311. p. 73-86, Mar. 2008.

OLIVEIRA L. A.; CASTRO N. M. Ocorrência de sílica nas folhas de *Curatella americana* L. e de *Davilla elliptica* St. Hill. **Revista Horizonte Cientifico.** Uberlândia, v. 4, p. 116, Fev. 2002.

PEREIRA, H. S.; VITTI, G. C.; KORNDÖRFER, G. H. Comportamento de diferentes fontes de silício no solo e na cultura do tomateiro. **Revista Brasileira de Ciência de Solo.** Viçosa: v. 27, n. 1, p. 101-108, Oct. 2003.

PRADO, R. M. **Resposta da cultura da cana-de-açúcar à aplicação de escória silicatada como corretivo de acidez do solo.** Dissertação (Mestrado) apresentado junto à Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira: 97 p. 2000.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. **Uso agrícola da escória de siderurgia no Brasil**: estudos na cultura da cana-de-açúcar. Jaboticabal: Funep, 2001. 67 p.

RAFI, M. M.; EPSTEIN, E.; FALK, R. H. Silicon deprivation causes physical abnormalities in wheat (*Triticuma estivium* L.). **Journal of Plant Physiology.** Australia, v. 151, p. 497-501, Jan. 1997.

RANGANATHAN, S. et al. **Effects of silicon sources on its depositon, chlorophyll content, and disease and resistance in rice.** Biology Plantarum, Copenhagen: v. 50, n. 4, p. 713-716, Apr. 2006.

REIS, T. H. P.; GUIMARÃESP, T. G.; FIGUEIREDO, F. C.; POZZAA, A. A.; NOGUEIRAF, D.; RODRIGUESC, R. O silício na nutrição e defesa de plantas. EPAMIG. **Boletim Técnico.** n. 82, 119 p.2007.

RIBEIRO JUNIOR, JI & MELO, A. L. P. **Guia prático para utilização do SAEG**. Viçosa: Editora UFV, 288 p. 2008.

RIBEIRO, L. G.; LOPES, J. C.; MARTINS FILHO, S. & RAMALHO, S. S. Adubação orgânica na produção do pimentão. **Horticultura Brasileira.** Brasília, v. 18, p. 34-37, Jan. 2000.

RICHMOND, K. E.; SUSSMAN, M. Got silicon? The non-essential beneficial plant nutrient. Current Opinion. In: **Plant Biology.** St. Paul, USA, v. 6, p. 268-272, Sep. 2003.

RODRIGUES, C. R.; RODRIGUES, T. M.; FIGUEIREDO, F. C. Aplicação de silício líquido solúvel via foliar em batata: Aumento de 5 toneladas/ha de batata extra. **Revista Campo e Negócios.** Uberlândia, v. 10, p. 66-70, Out. 2007(b).

RODRIGUES, C. R.; RODRIGUEST, M.; FIGUEIREDOF, C. Aumento de qualidade e produção com aplicação de silício solúvel. **Revista Campo e Negócios.** Uberlândia, v. 24, p. 34-40, Out. 2007(a).

RUPPENTHAL, V. **Adubação silicatada na cultura da soja e sua influência na tolerância ao déficit hídrico**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) apresentado junto à Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon: 69 p. 2011.

RUSCIOL C. A. C.; R. P. SORATTO. **Importância do silício na tolerância das plantas a estresses de natureza abiótica**. p. 27-46. In: Rodrigues F. Á. Silício na agricultura**.** Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitopatologia. 385 p. 2010.

SÁ, N. S. A.; PEREIRA, G. M.; ALVARENGA, M. A. R.; MATTIOLI, W.; CAVALHO, J. de A. Comportamento da cultura do tomateiro sob diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Jaboticabal, v. 9, n. 3, p. 341-347, Jan. 2005.

SALOMÃO, L. C. **Calibração de tanques evaporímetros de baixo custo sob diferentes diâmetros em ambiente protegido.** Tese (Doutorado) apresentado junto à Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agronômicas. 74 p. 2012.

SAM, O., IGLESIAS, L. La floracion-fructificacion de plantas de cinco variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) sembradas em dos épocas. **Cultivos Tropicales.** Argentina, v. 14, n. 2-3, p. 64-70, Fev. 1993.

SANGSTER, A. G.; HODSON, M. J.; TUBB, H. J. Silicon deposition in higher plants. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. editors. Silicon in agriculture, The Netherlands: **Elsevier Science.** n. 1, v. 1, p. 85-113, Oct. 2001.

SANTOS, D. S. dos. **Efeitos da tensão de água no solo, na cultura do pepino (*Cucumis sativus* L.)** utilizando sistema de irrigação automatizado. Dissertação (Mestrado) apresentado junto à Universidade Federal de Lavras: UFLA, 2002, 60 p.

SGANZERLA, E. **Nova Agricultura:** A Fascinante Arte de Cultivar com os Plásticos. Livraria e Editora Agropecuária, 1997.

SHEVYAKOVA, N. I. Metabolism and the physiological role of proline in plants under condition of water and salt stress. **Soviet Plant Physiology.** Pyankov, v. 30, p. 597-608, Jun. 1984.

SILVA, D. J. H.; VALE, F. X. R. **Tomate:** Tecnologia de produção. Viçosa. UFV. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário. 2007.

SILVA, H. R.; MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Estado da arte da irrigação em tomateiro para Processamento no Brasil.** Disponível em: <http://ceer.isa.utl.pt/cyted/ 2007/bolivia2007/Tema%201/1.12_HenoqueSilva_LaPaz_Set07.pdf>. Acesso em: 07 de jun. 2014.

SILVA, H. R.; SILVAW, L. C.; MAROUELLI, W. A.; MORETTIC, L. Resposta do tomateiro para processamento industrial a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, Suplemento, CD-ROM, 2003.

SILVA, J. A. **Plant mineral nutrition.** Yearbook of Science and technology. McGraw-Hill Book Co. Inc. 1973.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia - Embrapa Hortaliças. 168 p. 2000.

SILVA, L. P. da; SILVA, L. S. da; BOHNEN, H. Componentes da parede celular e digestibilidade in vitro de palha de arroz (*Oryza sativa*) com diferentes teores de silício. **Ciência Rural.** Santa Maria, v. 35, p. 1205-1208, Dez. 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology.** California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., Redwood City, Mar. 1991.

TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of sílica. **Science Rice Plant.** Sacramento, Califórnia, v. 2, p. 58-71, Feb.1995.

UFV. Universidade Federal de Viçosa. **SAEG** – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas. Versão 8.0. UFV, Viçosa: 150 p. 2001.

VILAS-BOAS, R. C.; CARVALHO, J. de A.; GOMES, L. A. A.; SOUSA, A. M. G. de; RODRIGUES, R. C.; SOUZA, K. D. de. Avaliação técnica e econômica da produção de

duas cultivares de alface tipo crespa em função de lâminas de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia.** Lavras, v. 32, p. 525-531, Nov. 2008.

WAKRIM, R.; WAHBI, S.; TAHI, H.; AGANCHICH, B.; SERRAJ, R. Comparative effect of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relation sand water use efficiency in common bean (*Phaseolous vulgaris* L.). **Agriculture, Ecosystems & Environment.** México, v. 106, p. 275-287, Oct. 2005.

WANG, S. Y.; GALLETA, G. J. Foliar application and potassium silicate induces metabolic changes in strawberry plants. **Journal of Plant Nutrition.** New York: v. 21, n. 1, p. 157-167, Jul. 1998.

YOSHIDA, S.; NAVASERO, S. A.; RAMIREZ, E. A. Effects of silica and nitrogen supply on some leaf characteristics of the rice plant. **Plant Soil.** Dordrech, v. 31, p. 48-56, Dec. 1969.

ZENG, C.; BIE, Z.; YUAN, B. Determination of optimum irrigation water amount for drip-irrigated muskmelon (*Cucumis melo* L.) in plastic greenhouse. **Agricultural Water Management.** Califórnia, v. 96, p. 595-602, Fev. 2009.

ZHU, Z. J.; WEI, G. Q.; LI, J.; QIAN, Q. Q.; YU, J. Q. Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). **Plant Science.** Oxford: v. 167, n. 3 p. 527-533, Oct. 2004.