

**Turnos de rega, e pulverizações com indutor de resistência, no manejo de  
transmissores de viroses em tomate industrial**

**FERNANDA DE SOUZA FERREIRA**  
Eng. Agrônoma

URUTAÍ – GOIÁS  
2019

FERNANDA DE SOUZA FERREIRA

**Turnos de rega, e pulverizações com indutor de resistência, no manejo de transmissores de viroses em tomate industrial**

Orientador: Prof. Dr. Nadson de Carvalho Pontes

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas para obtenção do título de MESTRE.

URUTAÍ – GOIÁS  
2019

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

F383t Ferreira, Fernanda de Souza  
Turnos de rega, e pulverizações com indutor de  
resistência, no manejo de transmissores de viroses  
em tomate industrial / Fernanda de Souza  
Ferreira; orientador Dr. Nadson Carvalho Pontes. --  
Urutaí, 2019.  
27 p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação  
em Proteção de Plantas ) -- Instituto Federal Goiano,  
Campus Urutaí, 2019.

1. Estresse hídrico. 2. Solanum lycopersicum. 3.  
Thysanoptera. 4. Silicato de Potássio. 5. correlação.  
I. Carvalho Pontes, Dr. Nadson , orient. II. Título.

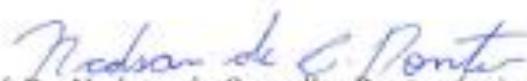
## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

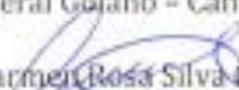
**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** Incidência de tripses no tomateiro industrial em resposta a turnos de rega e adubação silicatada.

**AUTORA:** Fernanda de Souza Ferreira

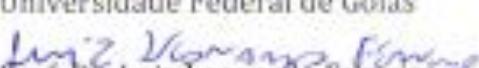
Dissertação defendida e aprovada como parte das exigências para obtenção do título de Mestra em Proteção de Plantas.

**Banca Examinadora:**

  
Prof. Dr. Nadson de Carvalho Pontes (orientador)  
Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí

  
Prof.ª. Dra. Carmem Rosa Silva Curvelo  
Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí

  
Dra. Erika Carla da Silveira  
Universidade Federal de Goiás

  
Prof. Dr. Luiz Leonardo Ferreira  
Centro Universitário de Mineiros - Campus Mineiros

Urutaí, 25 de fevereiro de 2019



## **DEDICATÓRIA**

A Deus e aos meus pais João Batista Ferreira e Evanilde Dias de Sousa Ferreira que sempre me estimularam a seguir em frente com todo o suporte para eu alcançar os meus objetivos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido coragem e sabedoria para realização desse trabalho.

Aos meus pais, e meus irmãos que tanto torcem por mim.

Ao meu companheiro Ricardo Santinoni que sempre me deu força para continuar e não desistir nessa jornada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí.

Ao meu orientador Dr. Nadson de Carvalho Pontes do Instituto Federal Goiano, *campus* Morrinhos-GO, pela orientação, ensinamentos, compreensão, motivação, esforço e dedicação.

Ao meu coorientador professor Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira pela orientação, paciência, apoio, ensinamento, amizade e compreensão e ter acreditado e depositado a confiança para realizarmos esse trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas do Instituto Federal Goiano–Campus Urutaí pelos conhecimentos compartilhados apoio e incentivos. Em especial a professora Dr<sup>a</sup>. Carmen Rosa da Silva Curvelo pelo conhecimento, serenidade, apoio e empenho.

As empresas Heinz no nome de Jackson Farley Mendes Vieira e Oderich (*In memoriam* a Alexandre Lutkemeyer) por concederem as mudas utilizadas no presente trabalho.

Ao grupo de pesquisa do CNPq “Técnicas Sustentáveis de Produção de Hortaliças no Cerrado Goiano” que, com sua mão-de-obra qualificada auxiliou na implantação do experimento e nas amostragens.

A toda a minha família que de alguma forma colaboraram comigo para a conclusão das disciplinas e conseqüentemente para minha formação profissional.

As minhas queridas amigas Debora Zacarias da Silva, Luana Martins Pires, Pamela Martins Alvarenga, por estarmos sempre unidos nas risadas e nos apoiarmos nas dificuldades.

E aos membros da banca, pela dedicação e disponibilidade de contribuir com meus ensinamentos e conhecimento.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha pós-graduação.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	6
INTRODUÇÃO.....	7
OBJETIVOS.....	9
MATERIAL E MÉTODOS .....	10
RESULTADOS.....	15
DISCUSSÃO.....	18
CONCLUSÕES.....	21
AGRADECIMENTOS .....	22
REFERÊNCIAS .....	23

## RESUMO

A incidência de insetos e patógenos é um grande entrave fitossanitário em plantas de tomate para processamento industrial. Alternativas de manejo que interfiram na complexa relação planta-água devem ser convenientemente investigadas. Plantas de tomate expressam vantagens frente a determinado grau de estresse hídrico vivenciado. Nesse cenário o Silicato de Potássio pode amenizar maiores perdas em vegetais com pouca disponibilidade de água. Esse estresse é associado com menor incidência de patógenos, mas pouco se sabe sobre as respostas em populações de insetos que transmitem viroses nessa Solanaceae, como tripses. Os objetivos do presente trabalho foram: (1) Entender como a população de *Thrips schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) se comporta em um cenário envolvendo plantas de tomateiro com e sem estresse hídrico e pulverizadas (ou não) com o indutor de resistência Silicato de Potássio (SiK) e (2) Correlacionar parâmetros de desenvolvimento das plantas de tomate, submetidas (ou não) a estresse hídrico e pulverizadas com SiK (ou não) com a população de tripses sob condições de campo. O experimento foi realizado na área experimental do setor Olericultura Field Lab do IF Goiano, Campus Urutaí. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas no espaço, em esquema fatorial 4x2, sendo quatro turnos de rega (3, 7, 14 e 21 dias) aplicados logo após a fase de pegamento das mudas (a partir do 7º dia após o transplantio) e, nas subparcelas, duas doses de SiK (0 e 0,5 L de  $K_2SiO_3$  100 L<sup>-1</sup> de água), totalizando oito tratamentos. O número de tripses planta<sup>-1</sup>, através das amostragens em bandejas plásticas, foi a variável referente à incidência do inseto em função dos tratamentos. A população média de tripses foi maior nos turnos de rega de 3 e 7 dias (média de  $8,05 \pm 0,85$  tripses planta<sup>-1</sup>) em comparação com aquela amostrada nos turnos de rega de 14 e 21 dias (média de  $5,80 \pm 0,60$  tripses planta<sup>-1</sup>) naquelas subparcelas sem aplicação de silício (-SiK). O turno de rega influenciou na população de tripses em tomateiro, mas a presença de SiK, não. Todas as correlações significativas realizadas entre o número de tripses com parâmetros de desenvolvimento das plantas de tomate, massa e teor de água apresentaram valores positivos. O presente trabalho amplia perspectivas de manejo para o tomateiro industrial cultivado no Centro-Oeste brasileiro, uma das regiões com maiores índices de área plantada, bem como produtividade no Brasil.

**Palavras-chave:** Estresse hídrico, *Solanum lycopersicum*, Thysanoptera, Silicato de Potássio, correlação.

## ABSTRACT

The incidence of insects and pathogens is a major phytosanitary barrier in tomato plants for industrial processing. Management alternatives that interfere with the complex plant-water relationship should be conveniently investigated. Tomato plants express advantages against a certain degree of water stress experienced. In this scenario Potassium Silicate can reduce the losses in vegetables with little availability of water. This stress is associated with a lower incidence of pathogens, but little is known about responses in insect populations that transmit viruses in this Solanaceae, such as thrips. The objective of the present work was (1) to understand how the population of *Thrips schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) behaves in a scenario involving tomato plants with and without water stress and pulverized (or not) with the resistance inducer Potassium Silicate (KSi) and (2) Correlate development parameters of tomato plants, submitted to water stress and sprayed with KSi (or not) with the thrips population under field conditions. The experiment was carried out in the experimental area of the Olericultura Field Lab at IF Goiano, Urutaí Campus. The experimental design was a randomized complete block, with subdivided plots in a 4x2 factorial scheme, four irrigation shifts (3, 7, 14 and 21 days) applied immediately after the seedling deposition on soil (from the 7<sup>th</sup> day after transplanting), and in the subplots, two doses of KSi (0 and 0.5 L of K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> 100 L<sup>-1</sup> of water), totaling eight treatments. The number of thrips plant<sup>-1</sup>, through the sampling in plastic trays, was the variable referring to the incidence of the insect as a function of the treatments. The average population of thrips was higher in the irrigation shifts of 3 and 7 days (mean of 8.05 ± 0.85 thrips plant<sup>-1</sup>) compared to that sampled in the irrigation shifts of 14 and 21 days (mean of 5, 80 ± 0.60 thrips plant<sup>-1</sup>) in those subplots without application of silicon (-KSi). The irrigation shift influenced the population of thrips in tomato, but the presence of KSi did not. All significant correlations between the number of thrips with development parameters of tomato plants, mass and water content presented positive values. The present work extends management perspectives for the industrial tomato cultivated in the Brazilian Midwest, one of the regions with the highest rates of planted area, as well as yield in Brazil.

**Key words:** Water stress, *Solanum lycopersicum*, Thysanoptera, Potassium silicate, correlation.

## INTRODUÇÃO

A produção de tomate industrial em Goiás tem alcançado posição de destaque no cenário nacional (Carvalho & Pagliuca 2007). Esse crescimento foi impulsionado pela instalação, na região Centro-Oeste e nas últimas décadas, de agroindústrias que processam essa matéria prima, oferecendo alimentos industrializados ou semiprontos (IBGE 2015). A produtividade média brasileira ( $90 \text{ ton ha}^{-1}$ ) ainda está muito abaixo daquela obtida em outras regiões, como na Califórnia (EUA) ( $200 \text{ ton ha}^{-1}$ ). Esse cenário justifica os altos índices de importação de tomates pelas agroindústrias brasileiras para atender a demanda do mercado nacional que é crescente conforme registros anuais (Silva et al. 2003).

A incidência de insetos e patógenos é um grande entrave fitossanitário à essa planta (Duan et al. 2015). O uso e a forma da irrigação, através de pivô central, praticada nas lavouras de tomate industrial no estado de Goiás justificam essa afirmação. A abundância dos recursos hídricos, a praticidade na instalação e automação dos pivores, a oferta de mão-de-obra qualificada para manutenção, as condições bancárias facilitadas para compra, a praticidade na adoção de práticas culturais necessárias, como fertirrigação; além do alto custo para instalação e falta de adaptabilidade técnica de sistemas de irrigação que não molham a parte aérea da planta (como o gotejamento) sendo, por isso, aquelas associadas com menor reflexo em incidências bacterianas (por exemplo), são algumas das razões levadas em consideração pelos agricultores que fornecem o tomate, como matéria prima, para as agroindústrias de atomatados através de prévios contratos de compra e venda.

O sistema de irrigação através de pivô central utilizado nas lavouras de tomate no estado de Goiás possui uso diversificado e é responsável pelo cultivo de 3 a 4 safras por calendário agrícola na propriedade com o uso de, inclusive, outras plantas com apelo para processamento agroindustrial. Um caso clássico é o cultivo, em diferentes janelas temporais, do tomate industrial e do milho doce. Como, infelizmente, ainda não existem tecnologias viáveis do ponto de vista financeiro quanto ao manejo otimizado da água para a irrigação de lavouras extensivas (acima de 80 ha) para o tomate industrial, a proposta de aumento do turno de rega no campo pode ser uma alternativa eficaz para amenizar a incidência de problemas fitossanitários na lavoura por esses estarem bastante associados com a umidade retida na parte aérea do tomateiro. A manutenção de altos valores de umidade no agroecossistema e a forma na qual a água é derivada até entrar em contato com os vegetais facilitam a proliferação de doenças e insetos no

tomate industrial.

O problema investigativo, apontado pelo presente trabalho, dessa forma, reside na busca em encontrar um equilíbrio entre promover a redução na incidência de tripses transmissores de viroses no tomateiro, com plantas submetidas a maiores turnos de rega de irrigação. Indutores de resistência vegetal contra o estresse hídrico, como o silicato de potássio, poderão ter papel definitivo em solucionar esse dilema como relatado na literatura (Zhu & Gong 2014).

Fontes exógenas de silício, aplicadas via pulverização foliar em hortaliças, são tidas como importantes componentes no manejo fitossanitário (Meena et al. 2014). Por se tratar de um produto solúvel em água, cogita-se que as aplicações de Si via sistema de irrigação por pivô central possam vir a se tornar um tipo de manejo eficaz de ser apresentado e assimilado pelos tomaticultores do estado de Goiás. Apesar do tomate não ser uma planta reconhecida como acumuladora de Si, diferentemente de outras plantas como aquelas da família Poaceae (Guntzer et al. 2012), diversos estudos comprovam benefícios físicos desse elemento para o tomate no que tange à resistência contra diversos tipos de estresse, sejam eles abióticos ou bióticos (Andrade et al. 2013).

## OBJETIVOS

Entender como a população de *Thrips schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) se comporta em um cenário envolvendo plantas de tomateiro com e sem estresse hídrico e pulverizadas (ou não) com o indutor de resistência Silicato de Potássio;

Correlacionar parâmetros de desenvolvimento das plantas de tomate, submetidas (ou não) a estresse hídrico e pulverizadas (ou não) com o indutor de resistência Silicato de Potássio com a população de tripes sob condições de campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local experimental

O experimento foi realizado na área experimental do setor Olericultura Field Lab, do Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Campus Urutaí, localizado na Fazenda Palmital, Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5 zona rural, município de Urutaí, estado de Goiás, cujas coordenadas geográficas são 17°29'10" S de latitude e 48°12'38" O de longitude a 697 m de altitude.

### Preparo do solo, genética do tomate utilizada e plantio

O preparo do solo foi realizado através de gradagem mecanizada e posterior correção com base na análise do solo. A adubação foi realizada em sulcos de plantio, com posterior abertura de covas na ocasião do transplântio das mudas ao local definitivo. As mudas da cultivar Heinz 9553 (H.J. Heinz *Company*), de crescimento determinado, foram adquiridas de viveirista certificado e cadastrado como fornecedor da agroindústria Heinz, em Nerópolis, estado de Goiás. As doses recomendadas de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, bem como micronutrientes seguiram recomendações técnicas específicas para a cultura. Adubações de fundação e cobertura foram realizadas. O espaçamento adotado foi de 0,30 m entre plantas e 0,60 m e 1,20 m entre fileiras simultâneas. Plantas de tomate para processamento industrial são normalmente conduzidas com dois diferenciados espaçamento entre linhas de plantio, devido às exigências da colheita que é mecanizada, sem afetar sua produtividade (Awas et al 2010).

### Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas no espaço, em esquema fatorial 4x2, sendo quatro turnos de rega (3, 7, 14 e 21 dias) aplicados logo após a fase de pegamento das mudas (a partir do 7º dia após o transplântio) e, nas subparcelas, duas doses de silicato de potássio (0 e 0,5 L de  $K_2SiO_3$  100 L<sup>-1</sup> de água), totalizando oito tratamentos. Cada unidade experimental foi constituída por uma fileira com 12

plantas de tomate. Dessa forma, cada tratamento teve quatro repetições, correspondendo a 48 plantas por tratamento.

### **Sistema e manejo de irrigação adotado**

O controle da irrigação das plantas de tomate foi baseado no tratamento com 100% de reposição de água para se elevar a umidade do solo até a capacidade de campo, considerando a profundidade do sistema radicular da planta de 0,50 m. A evapotranspiração máxima da cultura foi estimada pela expressão  $E_{tc} = E_{to} \cdot K_c$ , onde  $E_{to}$  é a evapotranspiração de referência e  $K_c$  o coeficiente da cultura. O sistema de irrigação utilizado foi de microaspersão com cada linha de plantio recebendo uma linha lateral de irrigação de 18 mm de diâmetro, com emissores espaçados 1,5 m entre si. O sistema de irrigação foi composto por um conjunto motobomba de 1 cv. Um injetor de fertilizante tipo Venturi, filtro de tela de 120 mesh, registros e manômetros para aferição da pressão do sistema de irrigação foram instalados logo após o bombeamento de água.

Os fertilizantes aplicados em cobertura (fertirrigação) tiveram auxílio do sistema de irrigação por microaspersão, com macro e micronutrientes utilizados de acordo com a análise química do solo e recomendação de Trani et al. (2011). Plantas daninhas foram controladas por capina manual, com auxílio de enxadas.

### **Aplicações de Silicato de Potássio**

As aplicações do produto silicato de potássio foram realizadas semanalmente nas plantas de tomateiro, com pulverizador costal de 20 L sobre as folhas de tomate nas parcelas até o ponto de escorrimento. Todos os aplicadores envolvidos utilizaram os equipamentos apropriados para proteção individual (EPI) seguindo as normas da legislação brasileira. A fonte de silício utilizada foi oriunda do produto Silício Foliar<sup>®</sup> comercializado pela empresa Solo Fértil SP Comercial Agrícola Ltda (São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil) (registro MAPA do Brasil nº 0944610000-9). O produto Silicato de Potássio ( $K_2SiO_3$ ) possui 12% de peso de Silício (Si) e 15% de peso em Potássio ( $K_2O$ ). A dose utilizada foi de 0,5 L de  $K_2SiO_3$  100 L<sup>-1</sup> de água, recomendada para o tomateiro.

## **Amostragem de tripes**

Semanalmente, a população de tripes foi contabilizada através da batida de brotos terminais do terço superior das plantas em bandejas plásticas (30 cm largura x 40 cm comprimento) de coloração branca. Esse tipo de amostragem é representativo, prático e comumente utilizado para acessar populações de tripes em hortaliças (Bacci et al. 2008). Dez plantas por parcela experimental foram avaliadas com um total de 320 amostras em todo o período experimental. Logo após a contagem dos tripes através das amostragens em bandejas, todos os indivíduos amostrados em campo foram imediatamente armazenados em recipientes plásticos (200 mL) contendo álcool 70% e trazidos para laboratório onde morfo-espécies foram individualizadas. A identificação para fins de confirmação da espécie foi realizada através de amostras montadas em lâminas enviadas para o taxonomista Dr. Élisson F. B. Lima (Universidade Federal do Piauí). 90% do total de tripes amostrados foram adultos e 95% pertencentes à espécie *Frankliniella schultzei* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) e cerca de 3% pertencentes à espécie *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). Portanto, para não perder amostras da população de tripes, os 10% de ninfas foram contabilizadas como adultos e os 3% dos adultos identificados como *F. occidentalis* foram contabilizados como *F. schultzei*.

## **Descrição e quantificação das variáveis**

O número de tripes planta<sup>-1</sup>, através das amostragens em bandejas plásticas, foi a variável referente à incidência do inseto em função dos tratamentos. Para avaliar a correlação entre a incidência de tripes com parâmetros de desenvolvimento da planta de tomate, as seguintes variáveis foram quantificadas nos intervalos de 7, 14, 21, 28 e 35 DAT: Altura de mudas (cm), comprimento da folha (mm), largura da folha (cm), área foliar (m<sup>2</sup>), número de folhas muda<sup>-1</sup>, número de folíolos por folha<sup>-1</sup>, massa fresca (mg) e seca (mg) da parte aérea das mudas e, por fim, teor de água da parte aérea (%). A altura de mudas foi quantificada com trena metálica graduada. O comprimento e largura da folha com régua de alumínio milimetrada. A área foliar foi determinada através da fórmula:  $AF=CLf$ , onde C=comprimento da folha, L=largura da folha e f=fator de forma (0,59) segundo Reis et al (2013). O número de folhas muda<sup>-1</sup> e o número de folíolos por folha<sup>-1</sup> foram determinados através de contagem direta. A

massa fresca da parte aérea das plantas de tomate foi quantificada através de análises destrutivas, para cada período avaliativo e respeitando-se cada tratamento. Após retirada etiquetada das amostras, a parte aérea das plantas de tomate foram lavadas, secas com papel toalha, com eliminação das suas raízes, e pesadas com auxílio de uma balança de precisão. Após esse procedimento, as plantas foram então secas em estufa a uma temperatura de 65°C, por 72 horas, até atingirem peso constante para a avaliação da massa seca. Para cálculo do teor de água da parte aérea, a diferença entre os valores de massa fresca e seca foi registrada.

### **Análises estatísticas**

Os dados quantificados foram plotados em gráficos do tipo BloxPlot para auxiliar na identificação de *outliers* e posterior eliminação dos mesmos. Adicionalmente, a normalidade foi verificada pelo teste de aderência de Lilliefors e, de forma complementar, pelo histograma obtido pelo software SAEG<sup>®</sup> (Ribeiro Junior & Melo 2009). De acordo com esse procedimento, todas as variáveis independentes geraram dados sem distribuição normal e, portanto, foram transformadas em  $\log(x+1)$ . Nesse caso, os desvios padrões das amostras foram proporcionais às suas médias (Feng et al. 2014). Adicionalmente, utilizou-se o Coeficiente de Variação (CV) como indicativo para diagnosticar o acerto na transformação dos dados reais para  $\log(x+1)$ . Dessa forma, a transformação foi considerada válida quando o CV dos dados transformados foi apresentado menor que o valor do CV dos dados reais (Reed et al. 2002). A análise de variância e a comparação entre médias dos tratamentos foram realizadas na escala transformada, porém, os resultados descritos nas figuras e tabelas permaneceram em escala original.

Posteriormente, após transformação, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e ao teste de média de Tukey a 5% de significância para comparação dentro de cada período de avaliação (dias após o transplante). Nas figuras, utilizou-se uma representação de linhas múltiplas (representando todos os tratamentos) com adição de dispersão (erro padrão) ao longo do tempo de avaliação. Adicionalmente, o comportamento dos dados, ao longo do tempo, foi apresentado através de curvas do tipo *Spline* (curvas de Bézier) que são curvas polinomiais expressas como a interpolação linear entre pontos representativos (Beach 1991). Esse procedimento foi utilizado para substituição de análises de regressão pelo fato da necessidade de, apenas, observar o comportamento das variáveis dependentes ao longo do tempo, sem necessidade de ajustar modelos para explicar o fenômeno biológico envolvido. Além disso,

segundo Aguilera & Aguilera-Morillo (2013) curvas do tipo *Spline* reduzem drasticamente os erros quadráticos médios em relação às curvas de amostras originais. Todas as figuras aqui apresentadas foram confeccionadas através do *software* SigmaPlot<sup>®</sup>, versão 11 (Systat Software Inc).

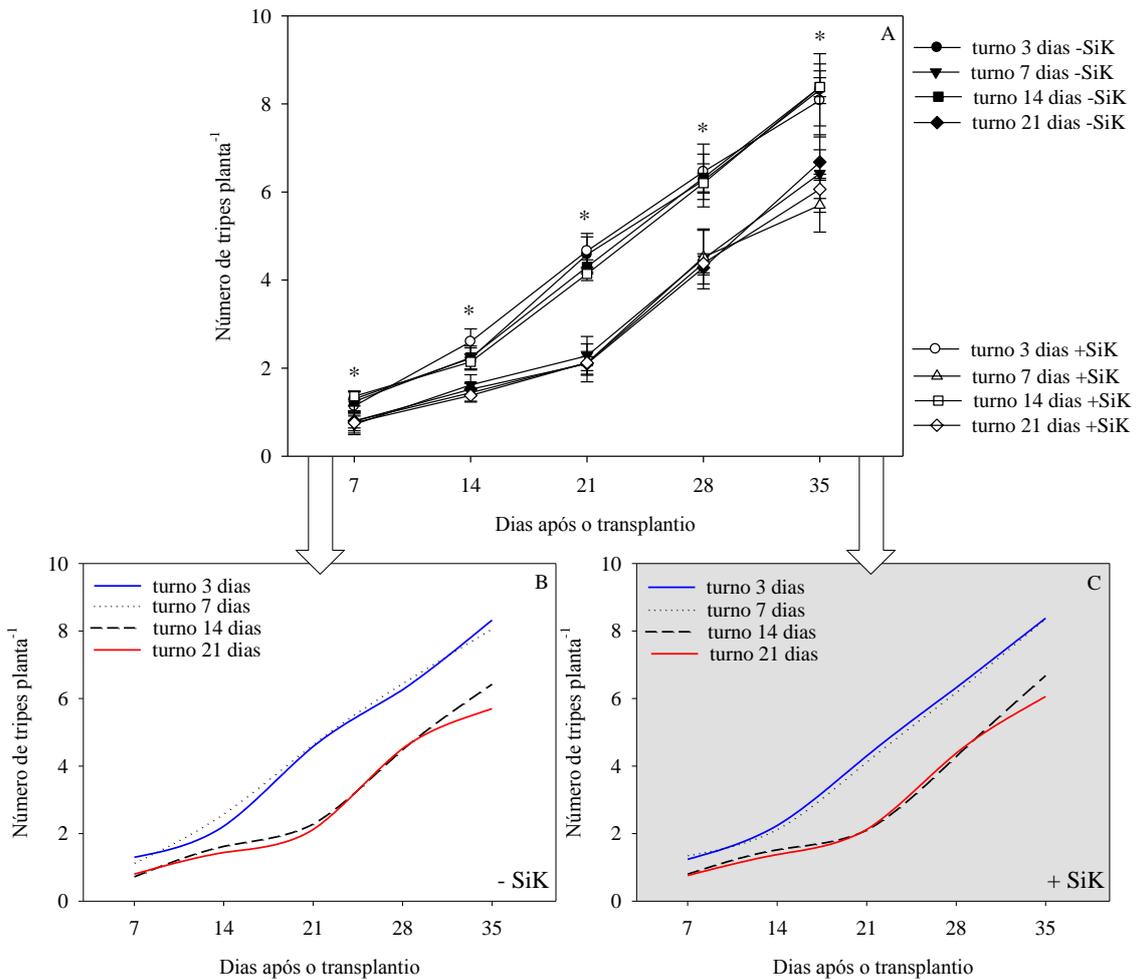
Adicionalmente, o coeficiente de correlação simples (Pearson) que mede com que intensidade se manifesta uma relação linear entre duas variáveis aleatórias foi quantificado (Ribeiro Junior & Melo 2009), através do *software* SAEG<sup>®</sup>. Buscou-se medir a relação entre as variáveis de desenvolvimento das plantas de tomate com a incidência de tripes planta<sup>-1</sup>. Nesse caso, as variáveis correlacionadas foram plotadas em um gráfico de dispersão com inclusão de uma regressão linear demonstrativa (retas em número de duas, representando a ausência e presença do SiK), através do *software* SigmaPlot<sup>®</sup>, versão 11 (Systat Software Inc). Dessa forma, demonstrou-se o quanto os pontos (variáveis dependentes) se aproximaram das retas em questão. Todas as correlações significativas, com grande concentração dos pontos em torno das retas, foram positivas indicando tendência de os valores de uma variável x aumentar quando os valores da outra variável (y) também aumentaram.

## RESULTADOS

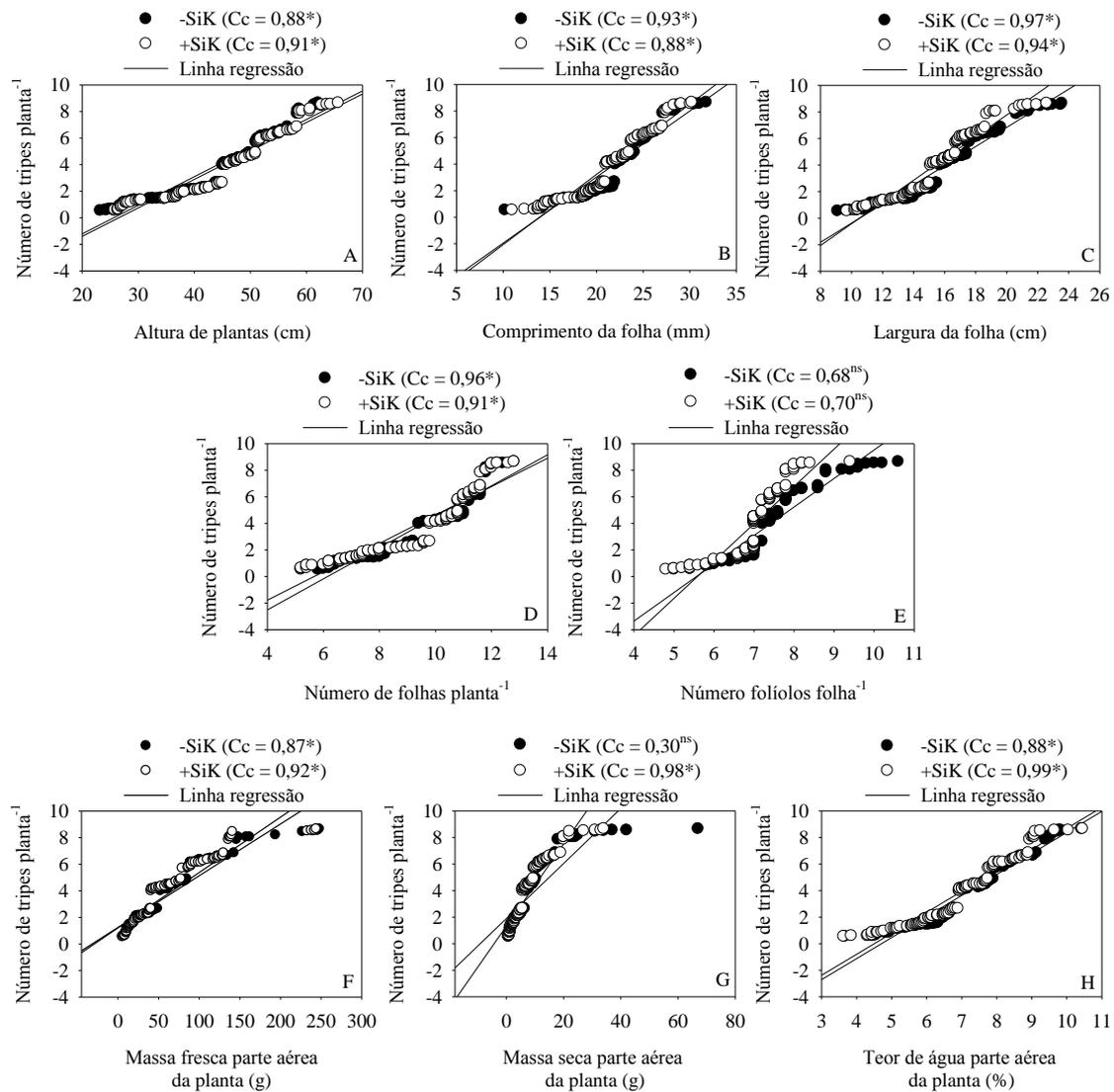
O fator isolado turnos de rega ( $F= 110,20$ ;  $P= 0,01$ ) influenciou significativamente no número de tripes planta<sup>-1</sup> amostrados no tomateiro em todos os dias de avaliação. Todavia, o fator isolado doses de SiK não surtiu interferência na quantidade de insetos amostrados ( $F= 2,56$ ;  $P= 0,32$ ). A interação entre os dois fatores acima relatados no presente trabalho também não foi significativa em nenhum dos dias após o transplântio avaliados ( $F= 0,67$ ;  $P= 0,58$ ).

A população de tripes planta<sup>-1</sup> aumentou em todos os tratamentos com o passar dos dias após o transplântio (Figura 1A). O aumento populacional dos tripes representou valores superiores a 80% para ambas as subparcelas compreendidas (ou não) com aplicações foliares do SiK no curto intervalo de 28 dias, entre a última (35° DAT) e a primeira (7° DAT) amostragem (Figura 1A). Considerando o efeito isolado dos turnos de rega como fator influenciador da população de tripes sobre as plantas de tomate, observou-se que os turnos de rega referentes a 3 e 7 dias proporcionaram maior preferência para colonização pelos tripes em comparação aos turnos de rega com valores de 14 e 21 dias (Figuras 1B e C). A população média de tripes foi maior nos turnos de rega de 3 e 7 dias (média de  $8,05 \pm 0,85$  tripes planta<sup>-1</sup>) em comparação com aquela amostrada nos turnos de rega de 14 e 21 dias (média de  $5,80 \pm 0,60$  tripes planta<sup>-1</sup>) naquelas subparcelas sem aplicação de silício (-SiK) (Figura 1B). Para as subparcelas com aplicação de silício (+SiK) os valores referentes à população de tripes para os turnos de 3 e 7 dias (média de  $8,00 \pm 0,30$  tripes planta<sup>-1</sup>) e 14 e 21 dias (média de  $6,10 \pm 0,40$  tripes planta<sup>-1</sup>) também foram marcadamente diferentes entre si (Figura 1C).

Todas as correlações significativas realizadas entre o número de tripes planta<sup>-1</sup> com parâmetros de desenvolvimento das plantas de tomate, massa e teor de água apresentaram valores positivos (Figura 2). Os parâmetros número de folíolos folha<sup>-1</sup> (Figura 2F) e massa seca da parte aérea da planta (g) sem aplicação de SiK (Figura 2H) foram os únicos a apresentarem coeficientes de correlação não significativos. Por outro lado, os parâmetros altura de mudas (cm) (Figura 2A), comprimento da folha (mm) (Figura 2B), largura da folha (cm) (Figura 2C), número de folhas muda<sup>-1</sup> (Figura 2E), massa fresca da parte aérea da muda (g) (Figura 2G), massa seca da parte aérea da muda (g) (Figura 2H) e teor de água da parte aérea da muda (%) (Figura 2I) apresentaram valores de coeficiente de correlação tanto significativos, como bem próximos a 1.



**Figura 1.** Número de tripses planta<sup>-1</sup> (Média ± EP<sup>1</sup>), da espécie *Thrips schultzei* (Thysanoptera: Thripidae), em mudas de tomate industrial (cv. Heinz 9553) submetidas aos tratamentos combinados turnos de rega (3, 7, 14 e 21 dias) na ausência (-Si) e presença (+Si) de pulverizações foliares com Silicato de Potássio (K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>). Fig. 8A: Número de tripses planta<sup>-1</sup> (Média ± EP<sup>1</sup>) em mudas de tomate industrial em função dos tratamentos em diferentes intervalos de tempo (Dias Após o Transplantio = DAT). <sup>1</sup>Médias, para cada intervalo de tempo representadas por (\*) diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Fig. 8B: Desdobramento do número de tripses planta<sup>-1</sup> em mudas de tomate, representadas por curvas de Bézier (*spline*), em função de diferentes turnos de rega e sem aplicação de K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> (-Si, fundo branco) em intervalos de tempo (DAT). Fig. 8C: Desdobramento do número de tripses planta<sup>-1</sup> em mudas de tomate, representadas por curvas de Bézier (*spline*), em função de diferentes turnos de rega e com aplicação de K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> (+Si, fundo cinza) em intervalos de tempo (DAT).



**Figura 2.** Correlações entre o número de tripses planta<sup>-1</sup>, da espécie *Thrips schultzei* (Thysanoptera: Thripidae), e as variáveis altura de mudas (Fig. 9A), comprimento da folha (Fig. 9B), largura da folha (Fig. 9C), número de folhas muda<sup>-1</sup> (Fig. 9D), número de folíolos folha<sup>-1</sup> (Fig. 9E), massa fresca da parte aérea (Fig. 9F), massa seca da arte aérea (Fig. 9G) e teor de água da parte aérea (Fig. 9H) de mudas de tomate industrial (cv. Heinz 9553) submetidas aos tratamentos combinados turnos de rega (3, 7, 14 e 21 dias) na ausência (-Si) e presença (+Si) de pulverizações foliares com Silicato de Potássio (K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>). Cc = coeficiente de correlação de Pearson. (\*) correlação significativa a 5% de probabilidade e (<sup>ns</sup>) correlação não significativa a 5% de probabilidade.

## DISCUSSÃO

O quantitativo de tripes amostrados nas plantas de tomateiro foi semelhante ao daqueles trabalhos onde a forma de amostragem também foi realizada através de batida manual de ponteiros em bandejas plásticas (Joost & Riley 2004; Semwogerere et al. 2013). Esse tipo de amostragem, apesar do maior esforço amostral em comparação com outros métodos existentes para acesso a populações de tripes em plantas de tomateiro, apresenta vantagens como, por exemplo, o acesso imediato e real da população de determinada praga (Bacci et al. 2008). Armadilhas adesivas também são importantes ferramentas de amostragem de tripes em tomateiro, mas (em certos casos) nesse tipo de utensílio, os insetos imigrantes de outras áreas (e de outras plantas hospedeiras) podem superestimar a quantidade de indivíduos coletados (Natwick et al. 2007).

O crescimento populacional dos tripes em cerca de 80% entre os dias 7 DAT até o 35 DAT comprova a grande adaptabilidade desse inseto em plantios de tomateiro na região Centro-Oeste do Brasil. Vários fatores reconhecidos como influenciadores do aumento populacional de insetos do tipo sugadores podem não ter sido apresentados como determinantes para impedir esse crescimento. Além disso, o tomateiro para fins de processamento industrial geralmente, no estado de Goiás, é plantado nas estações frias e de baixa umidade relativa do ar e precipitação. Algumas exceções são observadas nas lavouras com plantio em fevereiro. De qualquer forma, essas condições ambientais favorecem o aumento populacional de tripes em ambientes agrícolas (Goldbach & Peters 1994, Riley et al. 2011). A cultivar de tomateiro utilizada no presente estudo (Heinz 9553) não apresenta nenhum tipo de resistência específica contra o ataque de insetos sugadores, apesar da reconhecida resistência e tolerância a determinados fungos, bactérias e nematoides (Pontes et al. 2012). Como um agravante, essa cultivar possui ciclo de maturação médio-tardio, o que pode gerar alta perspectiva de aumento populacional (inclusive acima dos valores aqui registrados) da espécie *Thrips schultzei*.

Diante desse cenário relativamente pessimista sobre o aumento da incidência de tripes em lavouras de tomateiro para processamento industrial - com o passar do tempo de desenvolvimento das plantas - nossos resultados apontaram que maiores turnos de rega foram capazes de reduzir a população de *T. schultzei* no campo. Uma redução média de quase 38% da população de tripes foi observada com o aumento dos turnos de rega de 3 ou 7, para 14 ou 21 dias, independente da aplicação ou não do SiK. Tais resultados são amparados por alguns estudos que relataram menor preferência de insetos sugadores em plantas com determinado

grau de estresse hídrico. Segundo Rivelli et al. (2013) a quantidade de pulgões *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae) foi menor em plantas de tomate (cv. Scintilla) submetidas a estresse hídrico em comparação com aquelas sem estresse, na Itália. O menor teor de água na parte aérea da planta (dados observados, mas não analisados) com estresse pode explicar essa não-preferência e isso é primordial para insetos sugadores que precisam de maiores quantidades de água nos tecidos vegetais para auxílio na extração de compostos líquidos devido às especificações do seu aparelho bucal (Parker et al. 1995). Para dar suporte a esse raciocínio, encontramos correlação positiva entre o teor de água da parte aérea das plantas de tomate com a incidência de tripes.

Todavia, as respostas referentes à colonização de outros insetos e ácaros pragas em plantas de tomateiro (submetidas a determinado grau de estresse hídrico) devem ser observadas sob o ponto de vista de uma relação espécie-específica. Nutricionalmente falando, plantas de tomate podem, sob estresse hídrico, mobilizar proteínas em aminoácidos e carboidratos em açúcares livres para ajustes osmóticos, o que foi favorável para a fecundidade de duas espécies de ácaro: *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) (Ximénez-Embún et al. 2016) e *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) (Ximénez-Embún et al. 2017). Outras espécies de insetos sugadores que utilizam o tomateiro como hospedeiro, no caso *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), também apresentaram performances superiores em vegetais submetidos ao estresse hídrico (Bestete et al. 2016).

As correlações significativas observadas apontam importantes rotas interpretativas acerca da relação inseto-hospedeiro investigada no presente trabalho. A altura de plantas, bem como o comprimento e largura das folhas, número de folhas planta<sup>-1</sup> e número de folíolos folha<sup>-1</sup> são parâmetros da própria morfologia das plantas de tomate que, inevitavelmente, facilitam a sua identificação por insetos hospedeiros (Parker et al. 1995, Ssemwogerere et al. 2013). Dessa forma, seria sensato compreender que quanto maior os valores desses parâmetros, maior a percepção e posterior localização pelos tripes sob condições de campo. E isso justifica a razão das correlações observadas terem sido positivas. A massa fresca das plantas de tomateiro, principalmente aos 21 dias de turno de rega, foi significativamente menor do que nos maiores turnos de rega (dados observados, mas não analisados) como também reportado por Zhou et al. (2017). Isso sugere que a população de tripes foi menor nos turnos de rega de 14 e 21 dias devido à menor capacidade suporte dessas plantas. A parte aérea das plantas de tomate pode ser utilizada por insetos sugadores como excelentes pistas para identificação do hospedeiro

(Andersen et al. 2012). A mesma lógica pode ser extrapolada para massa fresca da parte aérea da planta, massa seca e teor de água da parte aérea da planta. Isso indica que os parâmetros relativos à contagem direta de aspectos morfológicos e de crescimento das folhas e plantas, respectivamente, possam estar envolvidos com pistas reais de identificação de tripes sugadores de seiva.

O SiK, aplicado através de pulverizações foliares nas plantas de tomateiro, não apresentou ser um fator influenciador nas respostas populacionais dos tripes no presente trabalho. Isso é oposto ao que tem sido divulgado a cerca desse elemento como importante agente de proteção de plantas contra herbívoros (Gatarayihha & Adandonon 2006, Reynolds et al. 2016). Produtos silicatados são reconhecidos como essenciais para determinadas espécies vegetais, em especial aquelas das famílias Poaceae, Equisetaceae e Cyperaceae (Currie & Perry 2007). Contrariamente, o tomate (família Solanaceae) possui limitada capacidade de absorção do Si, o que a caracteriza como planta não acumuladora desse elemento (Mitani & Ma, 2005). Provavelmente por isso, plantas de tomate não são reportadas como excelentes manipuladoras do Si, através da ativação de múltiplos mecanismos de defesa, contra a ação de insetos sugadores, como ocorre, por exemplo, na interação entre o arroz, *Oryza sativa* L. (Poaceae), e o inseto *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae) (Yang et al. 2017). Todavia, isso não significa que o tomateiro seja não-responsivo à presença do Si no meio. Determinadas vantagens da aplicação exógena de fontes de Si em plantas de tomate geralmente são mais relacionadas com parâmetros de produção (Stamatakis et al. 2003), balanço hídrico e nutricional Wasti et al (2017), qualidade e firmeza dos frutos (Stamatakis et al., 2003), do que com o desenvolvimento de mecanismos de defesa contra insetos sugadores.

Por fim, o presente trabalho amplia perspectivas de manejo para o tomateiro industrial cultivado no Centro-Oeste brasileiro, uma das regiões da federação com maiores índices de área plantada, bem como produtividade no país (Branthôme, 2017). Por outro lado, questiona-se quão prejudicial o aumento dos turnos de rega pode ser para o desenvolvimento e posterior produção do tomateiro. Nessa perspectiva, estudos com o foco mais ampliado que o presente trabalho, devem explorar parâmetros de produtividade para fins de tomada de decisões em uma provável mudança de manejo de irrigação mais assertiva e que agregue aspectos relacionados à proteção fitossanitária de plantas de tomate contra insetos sugadores, bem como que não comprometam índices de produção dessa importante solanácea, para a produção de atomatados no Centro-Oeste brasileiro.

## CONCLUSÕES

1. Os maiores turnos de rega influenciaram negativamente na colonização de populações de tripes em tomateiro, mas a presença de SiK não, sob condições de campo.

2. Todas as correlações significativas realizadas entre o número de tripes com parâmetros de desenvolvimento das plantas de tomate, massa e teor de água apresentaram valores positivos.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao CNPq, FAPEG e ao IF Goiano (Campus Urutaí) pela concessão de apoio financeiro em forma de bolsas de estudo. A equipe de alunos do IF Goiano (Campus Urutaí) que auxiliaram na execução das atividades de campo. À empresa Solo Fértil SP Comercial Agrícola Ltda pela concessão do Silicato de Potássio.

## REFERÊNCIAS

- AGUILERA, A. M.; AGUILERA-MORILLO, M.C. Comparative study of different B-spline approaches for functional data. *Mathematical and Computer Modelling*, v. 58, p. 1568–1579. 2013.
- ANDERSEN, P. C.; OLSON, S. M.; MOMOL, M. T.; FREEMAN, J. H. Effect of plastic mulch type and insecticide on incidence of tomato spotted wilt, plant growth, and yield of tomato. *HortScience*, v. 47, p. 861-865. 2012.
- ANDRADE, C. C. L.; RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; FERRAZ, H. G. M.; MOREIRA, W. R.; JR OLIVEIRA, J. R.; and Mariano, R. L. R. Silicon reduces bacterial speck development on tomato leaves. *Tropical Plant Pathology*, v. 38, n. 5. 2013.
- AWAS, G.; ABDISA, T.; TOLOSA, K.; CHALI, A. Effect of inter-row spacing with double row arrangement on yield and yield component of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) at Adami Tulu Agricultural Research Center (Central Rift Valley of Oromia, Ethiopia), *African Journal of Agricultural Research*, v. 6, n. 13, p. 2978-2981, 2010.
- BACCI, L.; PICANÇO, M. C.; MOURA, M. F.; SEMEÃO, A. A.; FERNANDES, F. L.; MORAIS, E. G. F. Sampling Plan for Thrips (Thysanoptera: Thripidae) on Cucumber, *Neotropical Entomology*, v. 37, n. 5, p. 582-590, 2008.
- BEACH, R.C. *An Introduction to Curves and Surfaces of Computer-Aided Design*. Van Nostrand Reinhold. 1991.
- BESTETE, L. R.; TORRES, J. B.; SILVA, R. B. B.; SILVA-TORRES C. S. A.; BASTOS, C. S. Development of cotton pests exhibiting different feeding strategy on water-stressed and kaolin-treated cotton plants. *Journal of Pest Science*, v. 90, n. 1, p. 139–150. 2017.
- BRANTHÔME, F. X. Brazil: Goiás is the country's main growing region. Disponível em: [http://www.tomatonews.com/en/brazil-goias-is-the-countrys-main-growing-region\\_2\\_202.html](http://www.tomatonews.com/en/brazil-goias-is-the-countrys-main-growing-region_2_202.html). 20 de fev. 2019.

CARVALHO, J. L.; & PAGLIUCA, L. G. Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente. Hortifruti Brasil, Piracicaba, v. 6, p. 6-14. 2007.

CURRIE, H. A.; PERRY, C. C. Silica in Plants: Biological, Biochemical and Chemical Studies, Oxford University, v. 100, n. 7, p. 1383-1389, 2007.

DUAN, J.; ZHAO, B.; WANG, Y.; & YANG, W. Development and validation of a standard area diagram set to aid estimation of bacterial spot severity on tomato leaves. European Journal of Plant Pathology, v. 142, p. 665-675. 2015.

FENG, C.; HONGYUE, W.; LU, N.; CHEN, T.; HE, H.; LU, Y.; TU, M. X. Log-transformation and its implications for data Analysis. Shanghai Archives of Psychiatry, v. 26, n. 2, p. 105-109, 2014.

GATARAYIHA, M. C.; LAING, M. D.; MILLER, R. M. Combining applications of potassium silicate and Beauveria bassiana to four crops to control two spotted spider mite, Tetranychus urticae Koch, International Journal of Pest Management, v.56, n. 4, p. 291-297, 2010.

GOLDBACH, R. and PETERS, D. Possible causes of the emergence of tospovirus diseases. Seminars in Virology, V. 5, p. 113–120, 1994.

GUNTZER, F.; KELLER, C.; & MEUNIER, J. D. 2012. Benefits of plant silicon for crops: a review. Agronomy for Sustainable Development. v. 32, p. 201-213. 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de recuperação automática. SIDRA – Banco de dados Agricultura. 2018. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

JOOST, P. H.; RILEY, D. G. Sampling techniques for thrips (Thysanoptera: Thripidae) in preflowering tomato. Journal of Economic Entomology, v. 97, n. 4, p. 1450-1454, 2004.

MEENA, V. D.; DOTANIYA, M. L.; COUMAR, V.; RAJENDIRAN, S.; KUNDU, S.; & RAO, A. S. A case for silicon fertilization to improve crop yields in tropical soils. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B, v. 84, p. 505-518. 2014.

MITANI, N.; MA, J. F. Uptake system of silicon in different plant species. Journal of Experimental Botany, Journal Experimental Botany, v. 56, n. 414, p. 1255-1261, 2005.

NATWICK, E.T.; BYERS, J.A.; CHU, C.; LOPEZ, M.; HENNEBERRY, T.J. Early detection and mass trapping of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* in vegetable crops. Southwestern Entomologist, v. 32, n. 4, p. 229-238, 2007.

PARKER, B. L.; SKINNER, M.; LEWIS, T. Thrips biology and management, v. 276. New York: Plenum Press. 1-636 p. 1995.

PONTES, N. C.; MOITA, A. W.; QUEZADO-DUVAL, A. M. Estabilidade da resistência de 'Ohio 8245' e 'Heinz 9553' à mancha bacteriana do tomateiro. Horticultura Brasileira, v. 30, p. 99-105. 2012.

REED, G. F.; LYNN, F.; MEADE, B. D. Use of Coefficient of Variation in Assessing Variability of Quantitative Assays, Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology, v. 9. n. 6, p. 1235-1239, 2002.

REIS, L. S.; AZEVEDO, C. A. V.; ALBUQUERQUE, A. W.; & SILVA JUNIOR, J. F. Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.4, p. 386-391. 2013.

REYNOLDS, O. L.; PADULA, M. P.; ZENG, R.; GURR, G. M. Silicon: Potential to Promote Direct and Indirect Effects on Plant Defense Against Arthropod Pests in Agriculture, Frontiers in Plant Science, v. 7, n. 744, 2016.

RIBEIRO JUNIOR, J. I.; MELO, A. L. P. Guia prático para utilização do SAEG. Viçosa, MG. Editora UFV. p. 288, 2008.

RILEY, D.G.; JOSEPH, S. V.; SRINIVASAN, R.; AND DIFFIE, S. Thrips vectors of tospoviruses. *Journal of Integrated Pest Management*, v.1, n.2, p.1-10, 2011.

RIVELLI, A. R.; TROTTA, V.; TOMA, I.; FANTI, P.; & BATTAGLIA, D. Relation between plant water status and *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae) population dynamics on three cultivars of tomato. *European Journal of Entomology*, v. 110, p. 617–625. 2013.

SILVA, J. D.; GIORDANO, L. D. B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L. D. S.; FRANÇA, F. H.; VILLAS-BOAS, G. L. V.; & AC ÁVILA, A. C. Cultivo de tomate para industrialização. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças. 2003.

SSEMWOGERERE, C.; OCHWO-SSEMAKULA, M. K. N.; KOVACH, J.; KYAMANYWA, S.; KARUNGI, J. Species composition and occurrence of thrips on tomato and pepper as influenced by farmers' management practices in Uganda. *Journal of plant protection research*, v. 53, n. 2, p. 158-164, 2013.

STAMATAKIS, A.; PAPADANTONAKIS, N.; SAVVAS, D.; LYDAKIS-SIMANTIRIS, N.; KEFALAS, P. Effects of silicon and salinity on fruit yield and quality of tomato grown hydroponically. *Acta Horticulturae*, v. 609, p. 141-147, 2003.

TRANI, P. E.; TIVELI, S. W., CARRIJO, O. A. Fertirrigação em hortaliças. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2011. 51p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 196), 2011.

WASTI, S.; MANAA, A.; MIMOUNI, H.; NSAIRI, A.; IBTISSEM, M.; GHARBI, E.; GAUTIER, H.; AHMED, H. B. Exogenous application of calcium silicate improves salt tolerance in two contrasting tomato (*Solanum lycopersicum*) cultivars, *Journal of Plant Nutrition*, v. 40, n. 5, p. 673-684, 2017.

XIMÉNEZ-EMBÚN, M. G.; CASTAÑERA, P.; AND ORTEGO, F. Drought stress in tomato increases the performance of adapted and non-adapted strains of *Tetranychus urticae*. *Journal of Insect Physiology*, v. 96, p. 73-81. 2017a.

XIMÉNEZ-EMBÚN, M. G.; ORTEGO, F.; AND CASTAÑERA, P. Drought-stressed tomato plants trigger bottom-up effects on the invasive *Tetranychus evansi*. *PLoS One*, v. 11, n. 1, p. e0145275. 2016b.

YANG, L.; HAN, Y.; LI, P. Silicon amendment is involved in the induction of plant defense responses to a phloem feeder, *Scientific Reports*, v. 7, n. 4232, 2017.

ZHOU, R.; YU, X.; OTTOSEN, C-O.; ROSENQVIST, E.; ZHAO, L.; WANG, Y.; YU, W.; ZHAO, T.; WU, Z. Drought stress had a predominant effect over heat stress on three tomato cultivars subjected to combined stress, *BMC Plant Biology*, v. 17, n. 1, p. 24. 2017.

ZHU, Y.; & GONG, H. Beneficial effects of silicon on salt and drought tolerance in plants. *Agronomy for Sustainable Development*. 34: 455-472. 2014.