

**AMOSTRAGEM DE PRAGAS E INIMIGOS NATURAIS EM TOMATE  
INDUSTRIAL (NA FASE DE PRÉ-FLORAÇÃO) E O USO DO MILHO  
DOCE COMO PLANTA COMPANHEIRA**

**ANA PAULA SILVA**  
Engenheira Agrônoma

**ANA PAULA SILVA**

**AMOSTRAGEM DE PRAGAS E INIMIGOS NATURAIS EM TOMATE  
INDUSTRIAL (NA FASE DE PRÉ-FLORAÇÃO) E O USO DO MILHO  
DOCE COMO PLANTA COMPANHEIRA**

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira

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 – GO  
2018

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

S586a Silva, Ana Paula

Amostragem de pragas e inimigos naturais em tomate industrial (na fase de pré-floração) e o uso do milho doce como planta companheira/ Campus Urutaí. [manuscrito] / Ana Paula Silva. -- Urutaí, GO: IF Goiano, 2018.

24 fls.

Orientador: Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, 2018.

1. Registro de insetos. 2. Armadilhas adesivas. 3. arranjos de paisagem. I. Título.

CDU 633

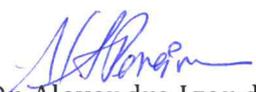
## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** Amostragem de pragas e inimigos naturais em tomate industrial (na fase de pré-floração) e o uso do milho doce como planta companheira.

**AUTORA:** Ana Paula Silva

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

**Banca Examinadora:**

  
Prof. Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira (orientador)  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

  
Prof.ª Dra. Carmen Rosa da Silva Curvêlo  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

  
Prof. Dr. Luiz Leonardo Ferreira  
UNIFIMES – Centro Universitário de Mineiros

**Urutaí, 26 de fevereiro de 2018**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela conclusão desta jornada, pela saúde, perseverança e determinação nos momentos difíceis.

Ao Prof. Dr. Alexandre Igor, por sua orientação e auxílio no planejamento, execução e conclusão deste projeto.

À equipe de estagiários, que não mediram esforços, executando com empenho as atividades de campo.

Aos professores que contribuíram com o conhecimento, a Lúcia, que sempre nos atendeu com excelência, e os colegas que compartilharam tantas experiências profissionais.

À AGRODEFESA, por disponibilizar a oportunidade de me aperfeiçoar profissionalmente.

À minha família, em especial meu esposo Gilson Sousa, pela compreensão e incentivo, e ao meu filho Lucas, que desde sua concepção, foi minha maior inspiração.

**SUMÁRIO**

RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vi
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVO .....	2
MATERIAL E MÉTODOS .....	3
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	6
CONCLUSÕES.....	13

## RESUMO

A diversificação vegetal ameniza a colonização por insetos herbívoros em sistemas agrícolas. Tomate e milho doce para processamento industrial são cultivados para geração de matéria prima, no estado de Goiás, com produção de destaque no cenário nacional. Todavia, pouco se conhece sobre o potencial do milho doce como planta companheira para insetos sugadores e inimigos naturais no tomateiro. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a presença de herbívoros e inimigos naturais em plantas de tomate industrial (na fase de pré-floração), através de armadilhas adesivas amarelas, cultivadas sob diferentes arranjos de diversificação da paisagem agrícola. O experimento foi conduzido em condições de campo, nos municípios de Pires do Rio, Orizona e Urutaí, sudeste do estado de Goiás. Os tratamentos foram: (T1) Plantas de tomate isoladas, (T2) plantas de tomate com milho doce nas adjacências e (T3) plantas de tomate com policultivo (alho, alface e abobrinha) nas adjacências. Os insetos foram por armadilhas adesivas amarelas. *Dalbulus maidis* (29,52%), *Frankliniella schultzei* (23,90%), *F. occidentalis* (18,72%) e *Myzus persicae* (15,20%) corresponderam a 87,34% do total de insetos coletados nas três áreas avaliadas. Plantas de tomate cultivadas com milho doce nas bordaduras tiveram menor infestação do tripses *F. schultzei*, bem como do pulgão *M. persicae*. O número de *D. maidis* e *F. occidentalis* adultos não variou em função dos tratamentos. Os herbívoros mastigadores *Diabrotica speciosa* e *Astylus variegatus* foram mais capturados em plantas de tomate com milho doce adjacente. Predadores e parasitóides representaram, apenas, 6,62% da abundância de insetos capturados. *Cycloneda sanguinea* e parasitóides foram mais capturados em plantas de tomateiro mantidas com policultivo (T3). O cultivo do tomateiro com presença de milho doce ou policultivo favoreceu a abundância do predador *Sphaerophoria scripta* com aumento de 1,42 e 1,47 vezes, respectivamente, em comparação ao tratamento T1 (tomate isolado). Considerações sobre o controle de insetos-praga e a manutenção de inimigos naturais no tomateiro, com o milho doce atuando como planta companheira, na fase de pré-floração daquela Solanaceae, são apontadas.

**Palavras-chave:** Registro de insetos; armadilhas adesivas; arranjos de paisagem.

## ABSTRACT

Plant diversification mitigates colonization by herbivorous insects in agricultural systems. Tomato and sweetcorn for industrial processing are grown for raw material generation, in the state of Goiás, with outstanding production in the national scenario. However, little is known about the potential of sweet corn as a companion plant for sucking insects and natural enemies in tomato. The objective of the present work was to evaluate the presence of herbivores and natural enemies in industrial tomato plants (in the pre-flowering stage), through yellow adhesive traps, cultivated under different arrangements of agricultural landscape diversification. The treatments were: (T1) Isolated tomato plants, (T2) tomato plants with sweet corn in the vicinity and in the region of the state of Goiás, in the state of Pires do Rio, (T3) tomato plants with polyculture (garlic, lettuce and zucchini) in the vicinity. The insects were by yellow adhesive traps. *Dalbulus maidis* (29.52%), *Frankliniella schultzei* (23.90%), *F. occidentalis* (18.72%) and *Myzus persicae* (15.20%) corresponded to 87.34% of the total insects collected in the three areas evaluated. Tomato plants cultivated with sweet corn in the bordering had less infestation of the *F. schultzei* tripe as well as the aphid *M. persicae*. The number of *D. maidis* and *F. occidentalis* adults did not vary according to the treatments. The chewing herbivores *Diabrotica speciosa* and *Astylus variegatus* were more captured in tomato plants with adjacent sweet corn. Predators and parasitoids represented only 6.62% of the abundance of captured insects. *Cycloneda sanguinea* and parasitoids were more captured in tomato plants maintained with polyculture (T3). Cultivation of tomato with sweet corn or polyculture favored the abundance of the predator *Sphaerophoria scripta*, with an increase of 1.42 and 1.47 times, respectively, compared to T1 treatment (isolated tomato). Considerations on the control of pest insects and the maintenance of natural enemies in tomato plants, with sweet corn acting as a companion plant, in the pre-flowering stage of that Solanaceae, are pointed out.

**Key words:** Insect registration; adhesive traps; landscape arrangements.

## INTRODUÇÃO

A produção de tomate para processamento do estado de Goiás (Brasil) tem posição de destaque no cenário nacional (Carvalho & Pagliuca 2007). Esse crescimento foi impulsionado, nas últimas décadas, graças à instalação de agroindústrias que beneficiam essa matéria prima. Todavia, a produtividade média brasileira ( $90 \text{ ton ha}^{-1}$ ) (IBGE 2015) ainda está muito abaixo daquela obtida em outros países, como nos EUA (Califórnia) ( $200 \text{ ton ha}^{-1}$ ). A infestação de insetos e doenças tropicais, além do uso limitado de tecnologias para manejar as lavouras são limitações para a produção de tomate no Brasil. Esse cenário justifica os altos índices de importação de tomates pelas indústrias de processamento para atender à crescente demanda do mercado nacional (SILVA et al. 2003).

O contrato de promessa de compra e venda com agroindústrias é uma opção para agricultores que buscam vantagens econômicas, no sentido de remediar aquela limitação em atingir altas produtividades. O uso de irrigação por pivô central, calendário agrícola bem definido e a constante demanda por matéria-prima incentivam uma exploração agrícola mais diversificada no Sudeste Goiano. Dessa forma, três a quatro diferentes safras por calendário agrícola anual, envolvendo diferentes espécies vegetais direcionadas ao processamento agroindustrial, podem ocorrer. Um caso clássico é o cultivo (em diferentes janelas temporais) do tomate para processamento e milho doce. Versões mais aprimoradas desse sistema incluem o cultivo, em uma mesma janela temporal, de milho e tomate para processamento. Com isso, o agricultor consegue estabilizar a oferta de matéria prima (seja de tomate ou milho) para a agroindústria, o que se torna uma prática economicamente importante.

A produção de tomate e milho doce em uma mesma área favorece as propriedades físicas e químicas do solo cultivado (NJUGUNA et al. 2015). Mas, ainda é pouco investigada quanto a eficiência na contenção de insetos herbívoros. A complexidade ambiental pode interferir na colonização por insetos-praga através da diluição do recurso, deterrência, efeitos alelopáticos, conservação de inimigos naturais ou efeitos físicos da arquitetura das plantas (RATNADASS et al 2011). Plantas companheiras, consórcio entre plantas, plantas-iscas e plantas repelentes são denominações para espécies vegetais que exercem reconhecido papel em auxiliar na exclusão de insetos mastigadores e transmissores de viroses (CARVALHO & MICHEREFF FILHO 2009, DEGRI & SAMAILA 2014, RHINO et al. 2014). Trabalhos tem apontado o papel de *Zea mays* (Poaceae) como planta companheira na contenção de broqueadores de frutos no

tomateiro (DEGRI & SAMAILA 2014, RHINO et al. 2014).

Os atuais sistemas de produção vêm integrando cada vez mais o milho doce e o tomateiro em uma mesma paisagem agrícola. Todavia, os benefícios (ou não) desse tipo de exploração agrícola na contenção de insetos transmissores de viroses e daqueles com distintos nichos ecológicos (como inimigos naturais) ainda são desconhecidos. Dessa forma, testou-se a hipótese de que o milho doce possui potencial de servir como planta companheira ao tomate industrial quanto a redução na incidência de transmissores de viroses do tomateiro. Adicionalmente, a população de inimigos naturais também foi amostrada para se obter informações a respeito de como a paisagem agrícola pode afetar esse nível trófico.

### **OBJETIVO**

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a presença de herbívoros e inimigos naturais em plantas de tomate industrial (na fase de pré-floração), através de armadilhas adesivas amarelas, cultivadas sob diferentes arranjos de diversificação da paisagem agrícola.

## MATERIAL E MÉTODOS

Três áreas de produção com tomate (*Lycopersicon esculletum* L, Solanaceae) para processamento, localizadas no sudeste do estado de Goiás, Brasil, foram selecionadas. Cada uma das áreas agrícolas investigadas possuía paisagem agrícola distinta. Na área 1 (município de Pires do Rio, Goiás) havia 60 ha de tomateiro isolado, sem plantas agrícolas cultivadas nas adjacências. Na área 2 (município de Orizona, Goiás), um total de 80 ha foi dividido, meio a meio, com cultivo de tomate e de milho doce. Na área 3 (município de Urutaí, Goiás), 10 hectares de área foram cultivados com tomate industrial e, nas adjacências, 2 ha de área com policultivo compreendido, principalmente, por plantas de alho, alface e abobrinha. Por conveniência, denominamos as áreas acima relatadas por Tratamento T1, T2 e T3, respectivamente. As distâncias entre as áreas de estudo foram 50 km (da área 1 para 2), 70 km (da área 1 para 3) e 30 km (da área 2 para 3).

O preparo do solo, nas três áreas experimentais, foi realizado através de gradagem mecanizada e posterior correção de acidez com base na análise do solo. A adubação do tomateiro (nos tratamentos T1, T2 e T3) foi realizada em sulcos de plantio e logo após foi realizada a abertura das 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 no município de Nerópolis, Goiás. Essa cultivar possui 110 a 120 dias de maturação (ciclo médio), grande adaptabilidade às condições do Centro-Oeste, índice de concentração de maturação (ICM) dos frutos igual a 2, grau brix de 4,9 a 5,1, resistência a *Verticillium* raça 1, resistência a *Fusarium* raça 1 e raça 2, resistência a nematóides e resistência a *Stemphyllium* spp.

As doses recomendadas de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e potássio, bem como micronutrientes (para adubação de fundação e cobertura) seguiram recomendações técnicas específicas da empresa Heinz. O espaçamento adotado foi de 0,30 m entre plantas e entre fileiras simultâneas dois espaçamentos foram utilizados: 0,60 m e 1,20 m. Esse espaçamento é preconizado pela agroindústria a fim de facilitar a colheita mecanizada dos tomates maduros.

O milho doce utilizado foi o híbrido Tropical Plus® (Syngenta Seeds Ltda). A semeadura foi realizada 10 dias antes do transplântio do tomateiro com espaçamento de 80 x 25 cm, com três sementes por cova de 2 cm de profundidade na T2. Para o T3, onde houve presença de policultivo nas adjacências do tomateiro, o alho (cultivar Ito) foi utilizado. Os bubilhos-semente

(oriundos da Fazenda Paineiras, lote 5, Campos Alegre de Goiás, Goiás) foram armazenados por 40 dias em câmara fria a uma temperatura entre 2 e 4°C e umidade relativa de 50 a 60%. O plantio ocorreu de forma manual, logo após a confecção dos canteiros e delineamento das linhas duplas de plantio (30 cm x 10 cm x 10 cm) com encanteirador mecanizado. O cultivo da alface do tipo crespa (cultivar Brida) (Hortec Tecnologia de Sementes Ltda) foi realizado através de transplantio com mudas mantidas por 18 dias em viveiro com espaçamento de 25 cm x 25 cm. A abobrinha (tipo Caserta Italiana) (Feltrin Sementes) foi cultivada através de semeadura direta, de forma manual e mantida no campo sob espaçamento de 100 cm x 150 cm. Na ocasião da montagem das armadilhas adesivas amarelas no T3, o alho e a alface estavam com 40 e 25 dias de germinação, respectivamente, enquanto a abobrinha, na fase de floração (cerca de 35 dias).

Armadilhas adesivas (15 x 10 cm) de coloração amarela, recomendadas para monitoramento de populações de insetos no tomate (Yen et al. 2013) foram instaladas, apenas, no interior do cultivo com plantas de tomateiro. Em cada uma das três áreas (tratamentos) de tomate, quatro armadilhas adesivas foram instaladas com distância média entre elas de 33 m<sup>2</sup>, totalizando uma área 132 m<sup>2</sup> com armadilhas, para cada área. O princípio de coleta da armadilha adesiva reside no fato de que os insetos atraídos pela cor amarela acabam grudados, portanto, as inspeções das armadilhas fornecem dados confiáveis da presença de populações de insetos (BAIDENG et al. 2017). As armadilhas adesivas foram instaladas imediatamente acima do terço superior das plantas de tomateiro. A manutenção por 15 dias das armadilhas no campo ocorreu de acordo com recomendação do fabricante (Promip<sup>®</sup>, Limeira, SP, Brasil). Nas áreas onde as armadilhas adesivas amarelas foram instaladas não houve aplicação de inseticidas ou herbicidas até o 15º dia de permanência das armadilhas no campo.

Todos os insetos capturados foram contados e identificados em laboratório com auxílio de uma lupa de aumento (x50). Chaves taxonômicas, guias fotográficos e referências de texto e imagens pela internet foram utilizados para separar os insetos coletados em grupos. Espécies voucher foram depositadas no Laboratório de Entomologia do Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí.

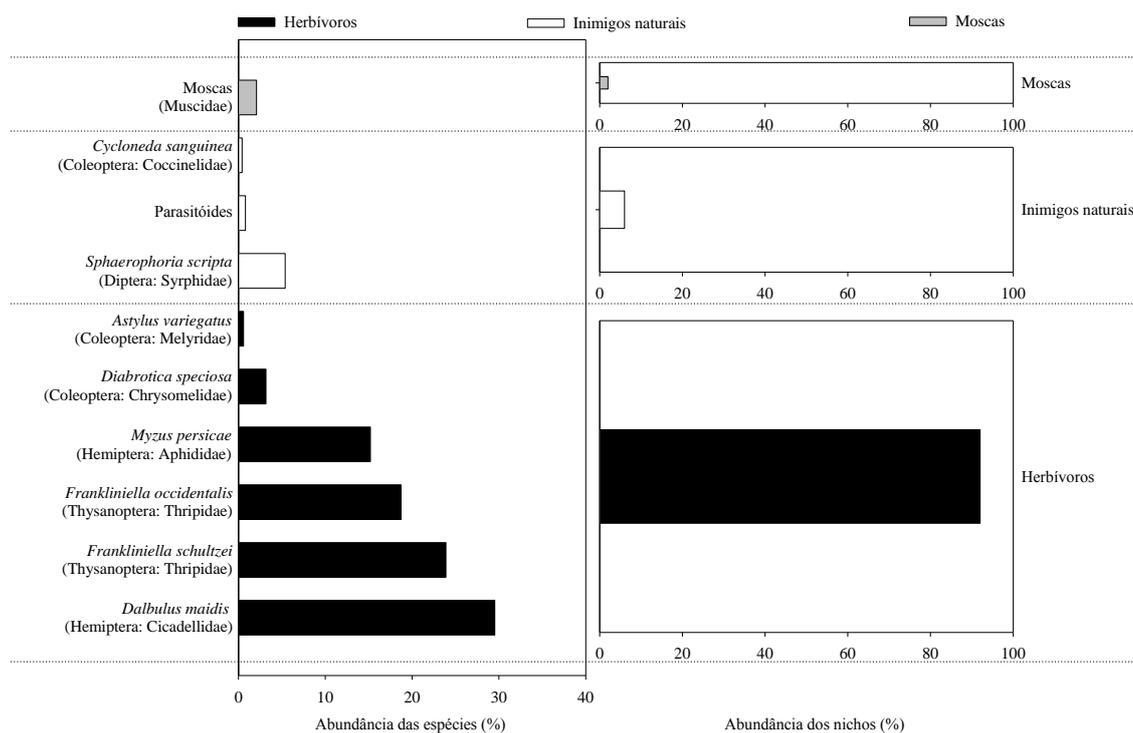
Uma análise de Monte Carlo foi processada 10.000 vezes para avaliar se a quantidade coletada de cada espécie de inseto, entre tratamentos, poderia ser explicada pela chance de captura. A análise de Monte Carlo fornece valores simulados (*a posteriori*) a partir da quantidade original de insetos capturados (GOTELLI & ELLISON 2011). Essa análise tem sido utilizada para teste de hipóteses científicas (WALLERBERGER & GULL 2017), como aquelas

relativas à populações de insetos em diferentes áreas (BARBOSA et al. 2005). Dessa forma, se a quantidade real de insetos capturados (sem o processamento da simulação de Monte Carlo) for significativamente alta, então os dados simulados são significativamente diferentes ( $\alpha = 0.05$ ). A hipótese nula do teste foi que o padrão nos dados reais não é diferente daquele com as amostras simuladas, para cada espécie de inseto capturado, entre os diferentes tratamentos. O teste gera um valor de  $P$  apropriado para comparações entre tratamentos (MANLY, 1997) (no nosso caso, as diferentes áreas). As diferenças na quantidade de cada grupo de insetos coletados, por tratamento, foram estatisticamente diagnosticadas através do valor do  $P$  obtido. Adicionalmente, as médias entre tratamentos foram comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. Os valores de abundância das espécies e grupos coletados foram descritos através de percentual. As análises de Monte Carlo foram realizadas através do programa @Risk (@RISK Technologies Inc.) (PALLISADE, 2002) adaptado ao Excel (pacote Office da Microsoft) enquanto que as figuras foram elaboradas pelo programa SigmaPlot® versão 11 (Systat Software Inc).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 2.334 insetos foram coletados, durante 15 dias, com média de 194,5 insetos coletados por armadilha adesiva amarela. O uso desse tipo de armadilha é importante para acessar a população de insetos em plantios de tomate. O número de insetos coletados foi bem menor daquele referenciado em outros trabalhos (BAIDENG et al. 2017). Isso pode ter ocorrido devido ao esforço amostral que concentrou, apenas, na fase de pré-floração do tomateiro. A avaliação de plantas companheiras para o tomateiro, como o milho, por períodos mais longos (como até a frutificação) é importante, devido à ocorrência de insetos broqueadores e mastigadores de frutos e por esses serem polípagos, como lagartas da família Noctuidae (DEGRI & SAMAILA 2014). Todavia, a fase de pré-floração do tomateiro tem sido referenciada como muito suscetível à presença de insetos sugadores vetores de viroses que comprometem o desenvolvimento e produção do tomate (LIMA et al. 2016). Essa maior susceptibilidade fenológica do tomate frente a insetos transmissores de viroses justifica o foco na fase de pré-floração e importância do presente estudo.

A cigarrinha do milho, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), foi o inseto mais abundante coletado pelas armadilhas adesivas amarelas, seguido por tripes *Frankliniella schultzei* e *F. occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) e o pulgão *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) (Figura 1). Esses quatro insetos sugadores corresponderam a 87,34% da abundância total de insetos capturados. Não há registro de *D. maidis* transmitindo viroses em tomateiro no Brasil. Isso sugere que a presença desse inseto tenha sido devido à própria eficiência da armadilha. Todavia, lavouras de milho tem sido infestadas por patógenos transmitidos por *D. maidis* no Brasil (OLIVEIRA et al. 2007). Portanto, o papel de armadilhas adesivas amarelas, que segue a filosofia do Manejo Integrado de Pragas, em plantios de milho para monitoramento e captura desse inseto pode ser promissor e precisa ser melhor explorado. Tripes e pulgões, por outro lado, são insetos vetores de viroses que possuem ocorrência em plantas de tomateiro no Brasil (MIRANDA et al. 1998) e, portanto, considerados como pragas-chave. O presente estudo confirma que insetos sugadores são os primeiros a colonizarem o tomate na fase de pré-floração, como também relatado por Moura et al. (2014). Isso indica que medidas preventivas de controle desses insetos transmissores de viroses devem ser preconizadas, logo após o transplântio do tomateiro em campo.



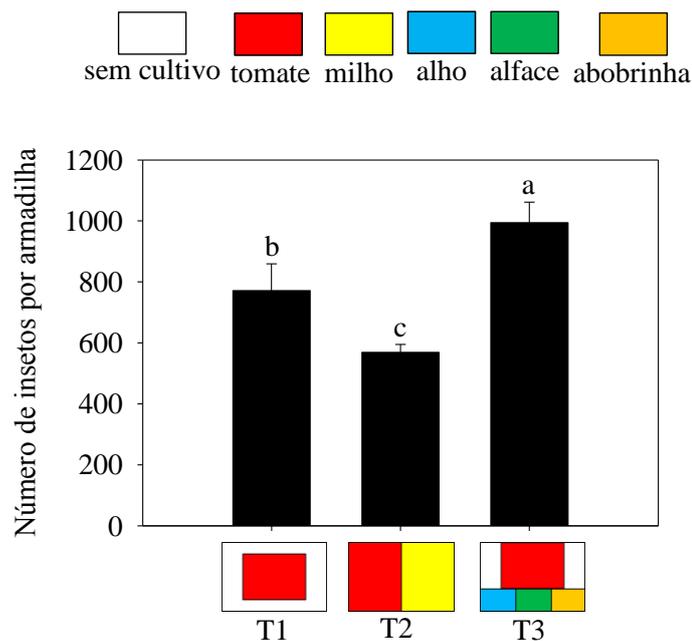
**Figura 1.** Abundância (%) das espécies e dos nichos de herbívoros, inimigos naturais e moscas coletados através de armadilhas adesivas amarelas, durante o período de pré-floração do tomateiro industrial, em três áreas de produção do sudeste do estado de Goiás, Brasil. Moscas foram aquele grupo de insetos da ordem Diptera, família Muscidae, sem impacto direto na agricultura.

Os herbívoros mastigadores *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) e *Astylus variegatus* (Coleoptera: Melyridae) tiveram abundância de 3,17 e 0,59%, respectivamente (Figura 1). A mosca predadora *Sphaerophoria scripta* (Diptera: Syrphidae) foi o inimigo natural mais abundante (5,39%) (Figura 1). Parasitóides (representados pelas famílias Ichneumonidae, Trichogrammatidae, Pteromalidae e Braconidae) somaram, apenas, 0,81% da abundância. A joaninha *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae), apenas, 0,42%. Espécies de moscas da família Muscidae representaram 2,09% da abundância de insetos capturados em plantas de tomateiro, independentemente dos tratamentos (Figura 1).

Nossas coletas apontaram maior população de insetos herbívoros do que inimigos naturais (Figura 1). Isso pode ter ocorrido pela dispersão desses herbívoros (principalmente sugadores) através de voos por cima das plantas do tomateiro, o que facilita a visualização das armadilhas. Segundo Gencsoylu (2007) armadilhas adesivas instaladas em níveis mais altos em relação às plantas de algodão também originaram maior número de *Frankliniella* spp coletados. A altura de instalação de armadilhas adesivas, em comparação ao solo, interfere na captura de

insetos vetores, como tripses (MACINTYRE-ALLEN et al. 2005). Além disso, a menor abundância de inimigos naturais pode ter sido devido ao período de coleta desses insetos (armadilhas mantidas no campo até os 60 dias após o transplântio, DAT). Uma maior quantidade de inimigos naturais foi observada, apenas, a partir dos 80 DAT, em sistemas orgânico e convencional do tomateiro por Medeiros et al. (2009). Estudos de amostragem de insetos em plantios agrícolas diversificados também indicaram maior quantidade de herbívoros em proporção à de inimigos naturais, como aqui relatado. Todavia, maiores quantidades de inimigos naturais foram observadas na periferia (faixas de vegetação sujas com ervas daninhas, por exemplo) de cultivos de tomateiro (MORANDI et al. 2014). Isso reforça a ideia de que em escala mais ampla (ou seja, além do interior do cultivo do tomate onde as armadilhas foram instaladas) predadores e parasitoides podem estar presentes de forma mais abundante.

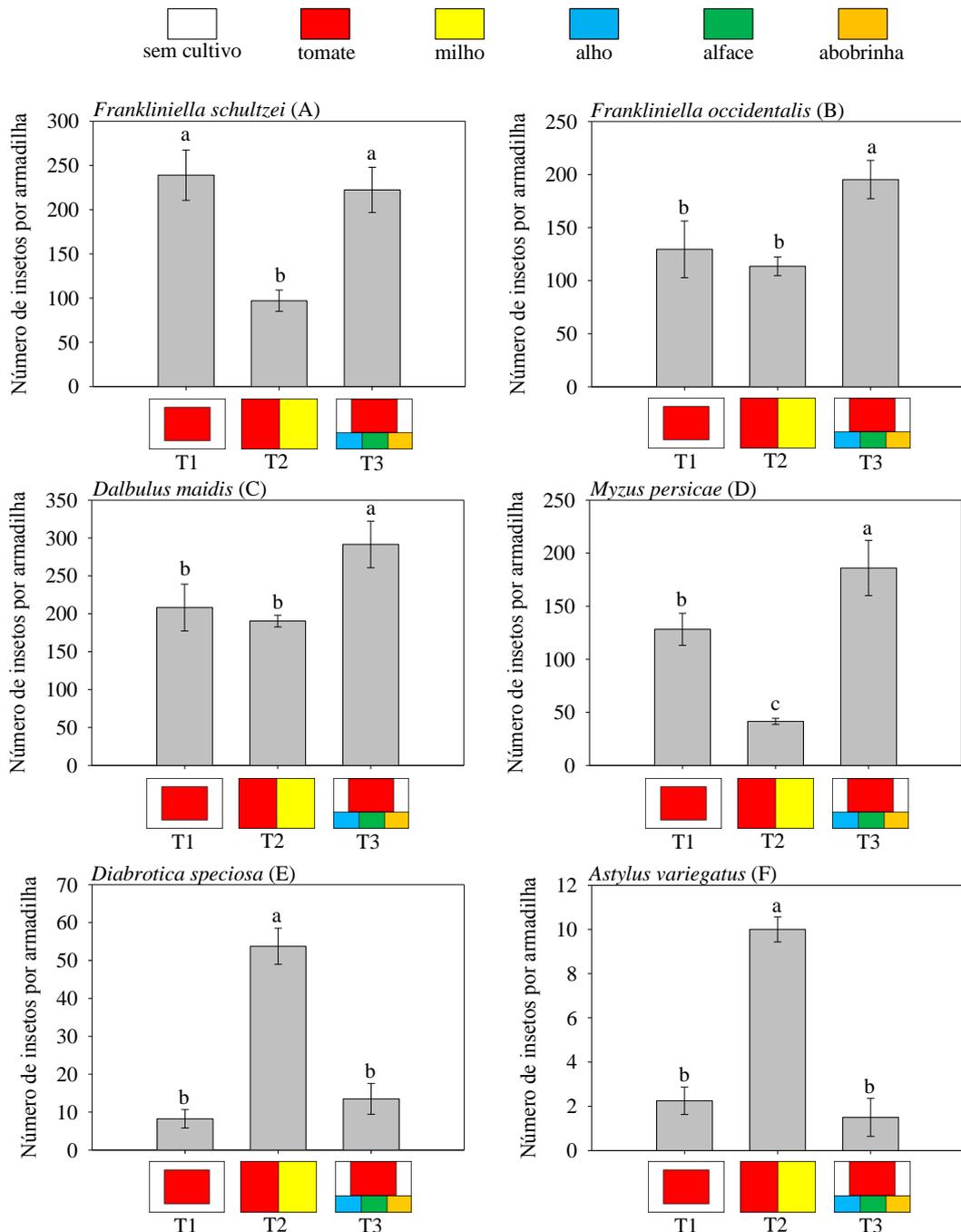
Um total de 994,25 insetos (indivíduos) foram capturados quando o tomate foi cultivado com policultivo adjacente (T3), durante o período experimental. Esse valor reduziu para 569 insetos no T2 (tomate com milho doce) e aumentou para 771,50 insetos no T1 (tomate isolado) ( $P= 0,02$ ) (Figura 2). Esses resultados apontam que o milho doce foi capaz de reter insetos evitando sua colonização no plantio de tomate. Dentro da perspectiva de controle cultural de pragas, tais resultados são importantes, pois os três principais transmissores de viroses aqui amostrados (*F. schultzei*, *F. occidentalis* e *M. persicae*) tiveram população reduzida no cultivo tomate-milho (T2).



**Figura 2.** Número de insetos (média  $\pm$  EP<sup>1</sup>) coletados por armadilhas adesivas amarelas em três áreas de produção de tomate industrial do sudeste do estado de Goiás, Brasil. T1 (área do município de Pires do Rio com plantas de tomate isoladas), T2 (área do município de Orizona com plantas de tomate com milho doce nas adjacências) e T3 (área do município de Urutaí com plantas de tomate com policultivo nas adjacências). A representação da paisagem agrícola das três áreas de estudo foi definida, de forma ilustrativa, pelas caixas coloridas.<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas barras, entre tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

A quantidade média de tripses *Frankliniella schultzei* coletados pelas armadilhas não diferiu nas áreas com tomate isolado (T1) e tomate com policultivo (T3) com médias, por armadilha, de 239 e 222,25, respectivamente (Figura 3A). Na área de tomate com milho doce (T2) a média de *F. schultzei* coletados foi bem menor, correspondendo a 97 indivíduos por armadilha ( $P=0,01$ ) (Figura 3A). Para a espécie de tripses *Frankliniella occidentalis* a área com tomate e policultivo (T3) representou maior quantidade de coletas (195,25), em comparação com as áreas com tomate isolado (129,50) ou tomate com milho doce (113,50) ( $P=0,01$ ) (Figura 3B). *Dalbulus maidis* foi mais coletada na área de cultivo do tomate com presença de policultivo (T3) com média de 291,50 indivíduos por armadilha, em comparação com a área de tomate com milho doce (T2) (190,50) ou tomate isolado (T1) (208,25) ( $P=0,006$ ) (Figura 3C). *Myzus persicae* também foi mais capturado no plantio de tomate com policultivo adjacente (T3), totalizando 186 pulgões capturados por armadilha (Figura 3D). O cultivo de tomate industrial isolado proporcionou a segunda maior quantidade de pulgões coletados (128,25) e o tomateiro mantido com milho doce influenciou na captura de uma menor quantidade de pulgões (41,50)

(Figura 3D).



**Figura 3.** Número de herbívoros (média  $\pm$  EP<sup>1</sup>), por espécie (Fig. 2A a F), coletados por armadilhas adesivas amarelas em três áreas de produção de tomate industrial do sudeste do estado de Goiás, Brasil. T1 (área do município de Pires do Rio com plantas de tomate isoladas), T2 (área do município de Orizona com plantas de tomate com milho doce nas adjacências) e T3 (área do município de Urutaí com plantas de tomate com policultivo nas adjacências). A representação da paisagem agrícola das três áreas de estudo foi definida, de forma ilustrativa, pelas caixas coloridas.<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas barras, entre tratamentos e para cada espécie de herbívoro, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

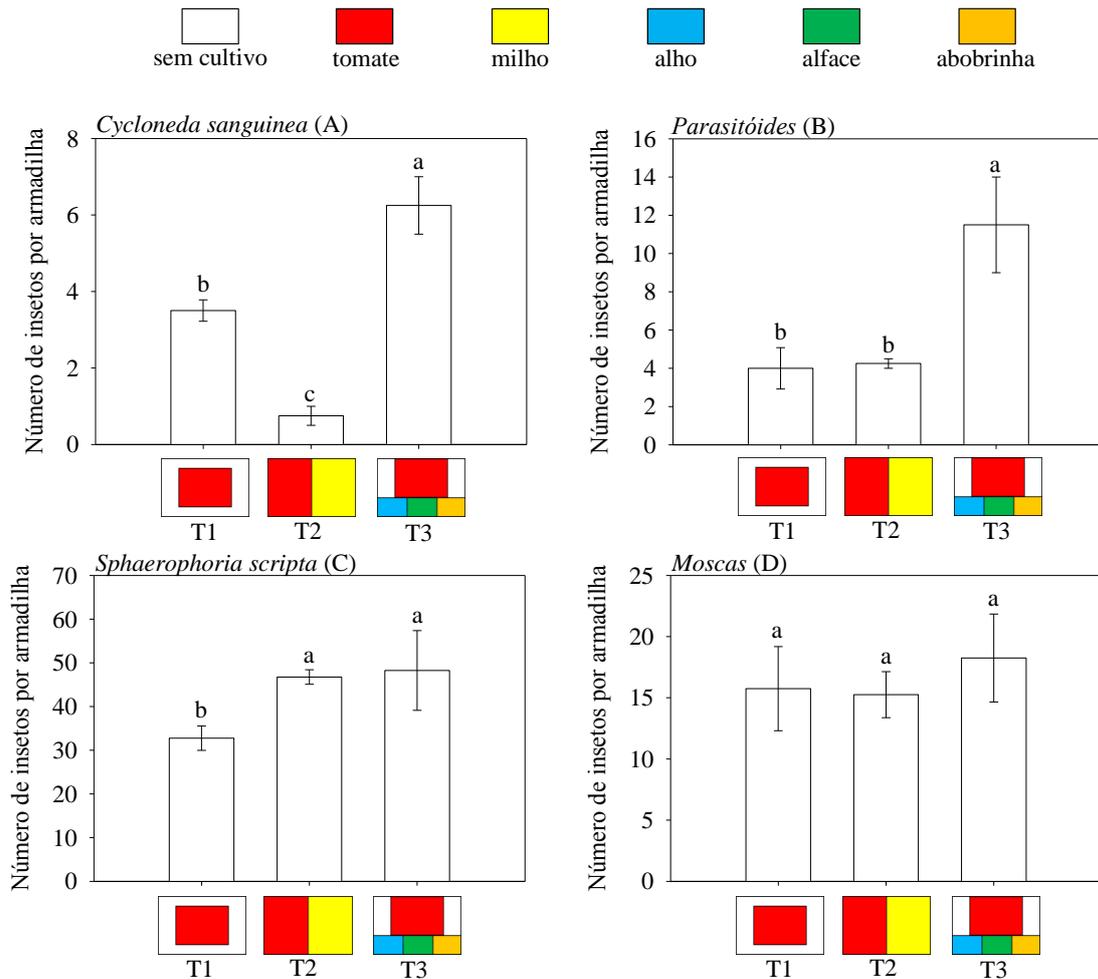
O sistema de policultivo (tomate + alho + alface + abobrinha) não demonstrou ser vantajoso em limitar a presença de insetos sugadores no tomateiro. As plantas de alface, alho e abobrinha podem ter servido como reservatório para as duas espécies de tripes encontradas. A dispersão de insetos em sistemas agrícolas tem forte relação com suas características comportamentais (MAZZI & DORN 2012). Segundo Mound (2003), indivíduos de Thysanoptera podem estar presentes em plantas que não necessariamente são seus hospedeiros naturais, devido, por exemplo, ao abrigo. Isso reforça o argumento que o policultivo pode ter servido como reservatório. A menor quantidade de cigarrinha no T2 pode ter sido devido a permanência desse inseto no milho, seu principal hospedeiro (OLIVEIRA et al. 2007). Alho, alface e abobrinha não são hospedeiros da cigarrinha-do-milho. Dessa forma, provavelmente, indivíduos de *D. maidis* podem ter surgido de áreas limítrofes ao T3, o reforça sua reconhecida habilidade de dispersão (MENESES et al 2016). A cigarrinha-verde, *Empoasca* spp., que também transmite viroses ao tomateiro (LOURDES et al. 1986), pertence à mesma família da cigarrinha-do-milho (Cicadelidae). Dessa forma, a presença de *D. maidis* em plantios de tomateiro deve ser convenientemente investigada para se conhecer o real papel desse inseto, como (ou não) possível vetor de viroses.

O padrão de captura dos herbívoros mastigadores *Diabrotica speciosa* e *Astylus variegatus* foi semelhante, com o T3 originando maior quantidade de indivíduos coletados (para *D. speciosa*:  $P= 0,002$  e para *A. variegatus*:  $P= 0,000$ ) (Figuras 3E e 3F). Todavia, a média de indivíduos de *D. speciosa* capturados (T1: 8,25, T2: 53,75 e T3: 13,50) foi bem superior àquela apresentada por *A. variegatus* (T1: 2,25, T2: 10,00 e T3: 1,50) para cada tratamento (Figuras 3E e 3F). A maior população de *Diabrotica* em comparação com *Astylus*, nos três tratamentos, aponta aquele Chrysomelidae como um dos principais desfolhadores das fases jovens em Solanaceae (BRANSON & KRYSAN 1981). Altas incidências de *D. speciosa* têm sido relatadas com frequência no estado de Goiás. Todavia, as razões ecológicas e comportamentais para esse fato devem ser convenientemente investigadas. Como ambos besouros também são pragas no milho, a capacidade dessa planta servir como companheira não foi igualmente observada, como no caso dos três insetos sugadores.

O predador *Cycloneda sanguinea*, apesar da baixa abundância, foi mais capturado em tomateiro cultivado com policultivo nas adjacências (T3) ( $P= 0,000$ ) com média de 6,25 indivíduos por armadilha (Figura 4A). O plantio de tomate com milho doce (T2) proporcionou a menor média de joaninhas capturadas do experimento (0,75) em comparação com o plantio

isolado de tomate (3,50 indivíduos por armadilha) (Figura 4A). O número de parasitóides por armadilha, em ordem decrescente de coletas, foi de 11,50 (T3), 4,25 (T2) e 4,00 (T1) ( $P= 0,007$ ) (Figura 4B). A mosca predadora *Sphaerophoria scripta* foi mais coletada em áreas de tomateiro industrial circundadas com policultivo (48,25 indivíduos por armadilha) e milho doce (46,75 indivíduos por armadilha) em comparação com a área de tomate isolado (32,75) ( $P= 0,04$ ) (Figura 4C). O número de moscas predadoras *S. scripta* capturadas foi superior aos demais inimigos naturais presentes nas armadilhas adesivas amarelas e correspondeu a 12,6 vezes o número de joaninhas capturadas e 6,63 vezes o número de parasitóides capturados. Por fim, o número de moscas (família Muscidae) não diferiu entre tratamentos ( $P> 0,05$ ) (Figura 4D), com média de 16,41 moscas capturadas por armadilha. Inimigos naturais especialistas (como parasitóides) são mais sensíveis às perturbações ambientais, como a simplificação do ambiente (GÁMEZ-VIRUÉS et al. 2015). *Sphaerophoria scripta* são predadores de insetos sugadores imaturos e pequenas lagartas em plantios agrícolas (CALLAN 1955, FOK et al. 2014), como no milho (KRAWCZYK et al. 2011). Isso justifica sua maior presença nos T2 e T3, em comparação com o T1.

O milho doce serviu como companheira, principalmente, para tripes e pulgões. O que indica que a hipótese do presente trabalho foi aceita. Talvez o milho esteja dificultando, de certo modo, a localização hospedeira desses vetores de viroses. A diversificação da paisagem agrícola traz consigo a vantagem da capacidade suporte de um maior número de indivíduos. Ou seja, mais insetos são coletados nesse tipo de sistema agrícola (como observado no T3) (ver Figura 2). Os altos valores de insetos no T1 devem ser interpretados com cautela, devido à grande presença de cigarrinhas coletadas levando a uma possível superestimativa total tendenciosa. Tais implicações sugerem que a complexidade da paisagem agrícola aumenta, em quantidade, a diversidade de espécies no sistema. Todavia, as interpretações a respeito das vantagens dessa prática cultural não podem ser generalizadas e, portanto, devem considerar a importância que cada inseto amostrado desempenha no sistema de produção de tomates para processamento industrial.



**Figura 4.** Número de inimigos naturais (média  $\pm$  EP<sup>1</sup>) por espécie (Figura 3A a D) coletados por armadilhas adesivas amarelas em três áreas de produção de tomate industrial do sudeste do estado de Goiás, Brasil. T1 (área do município de Pires do Rio com plantas de tomate isoladas), T2 (área do município de Orizona com plantas de tomate com milho doce nas adjacências) e T3 (área do município de Urutaí com plantas de tomate com policultivo nas adjacências). A representação da paisagem agrícola das três áreas de estudo foi definida, de forma ilustrativa, pelas caixas coloridas. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas barras, entre tratamentos e para cada espécie de herbívoro, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

## CONCLUSÕES

A complexidade da paisagem agrícola favoreceu a diversidade de insetos no cultivo do tomateiro industrial. Insetos sugadores foram abundantes na fase de pré-floração do tomateiro. O milho doce serviu como planta companheira para o tomate no sentido de dificultar o acesso de tripses e pulgões à essa Solanaceae. Todavia, o mesmo padrão comportamental não foi observado para besouros desfolhadores, sendo o tomate cultivado próximo ao milho doce aquele com alta incidência desses besouros. Maiores populações de inimigos naturais foram coletadas no T3, o que vai de encontro a teorias sobre manutenção e incremento da biodiversidade em sistemas agrícolas. Joaninhas e parasitoides foram mais escassos no sistema tomate-milho. O predador *Sphaerophoria scripta* foi o único inimigo natural marcadamente abundante e favorecido pela diversidade ambiental, tendo sido beneficiado pelo contexto do milho doce como planta companheira ao tomateiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAIDENG, E.L.; MEMAH, V.; TALLEI, T.E. Monitoring of species and population of important insect pest of tomato plants using yellow sticky trap during conventional and integrated pest management system. **Journal of Animal & Plant Sciences**. v.34, p. 5404-5412. 2017.
- BARBOSA, V.S.; LEAL, I.R.; IANNUZZI, L.; et al. Distribution pattern of herbivorous insects in a remnant of Brazilian Atlantic Forest. **Neotropical Entomology**. v.34, p.701-711. 2005.
- BRANSON, T.F.; KRYSAN, J.L. Feeding and oviposition behavior and life cycle strategies of *Diabrotica*: an evolutionary view with implications for pest management. **Environmental Entomology**. v.10, p.826-831. 1981.
- CALLAN, E.M. Larvae of *Sphaerophoria* as predators on thrips in South Africa. **Nature**. p.175: 345. 1955.
- CARVALHO, J.L.; PAGLIUCA, L.G. Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**. Piracicaba. v.6, p.6-14. 2007.
- DEGRI, M.M.; SAMAILA, A.E. Impact of intercropping tomato and maize on the infestation of tomato fruit borer [*Helicoverpa armigera* (Hubner)]. **Journal of Agricultural and Crop Research**. v.2, p.160-164. 2014.
- FOK, E.J.; PETERSEN, J.D.; NAULT, B.A. Relationships between insect predator populations and their prey, *Thrips tabaci*, in onion fields grown in large-scale and small-scale cropping systems. **BioControl**. v.59, p.739–748. 2014.
- GÁMEZ-VIRUÉS, S.; PEROVIĆ, D.J.; GOSSNER, M.M.; et al. Landscape simplification filters species traits and drives biotic homogenization. **Nature Communications**. v.6, p.8568. 2015.
- GENCSOYLU, I. Evaluation of yellow sticky traps on populations of some cotton pests. American – Eurasian. **Journal of Agricultural and Environmental Sciences**. v.2, p.62-67. 2007.
- GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M. *Princípios de estatística em ecologia*. Porto Alegre: Artmed. 528 p. 2011.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de recuperação automática. SIDRA – Banco de dados Agricultura. 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 18 dez. 2017.
- KRAWCZYK, A.; HUREJ, M.; JACKOWSKI, J. Syrphids and their parasitoids from maize crop. **Journal of Plant Protection Research**. v.51, p.93-97. 2011.

LIMA, I.P.; RESENDE, J.T.V.; OLIVEIRA, J.R.F.; et al. Selection of tomato genotypes for processing with high zingiberene content, resistant to pests. **Horticultura Brasileira**. v.34, p.387-391. 2016.

LOURDES, M.; BORGES, V.; SEQUEIRA, J.C. Viruses recorded in Portugal in tomato protected crops. **Acta Horticulturae**. v.191, p.293-302. 1986.

MACINTYRE-ALLEN, J.K.; SCOTT-DUPREE, C.D.; TOLMAN, J.H.; et al. Evaluation of sampling methodology for determining the population dynamics of onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) in Ontario onion fields. **Journal Econ. Entomol.** v.98, p.2272-2281. 2005.

MANLY, B.F.J. Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology. London, **Chapman & Hall**, 399p. 1997.

MENESES, A.R.; QUERINO, R.B.; OLIVEIRA, C.M.; et al. Seasonal and vertical distribution of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) in Brazilian corn fields. **Florida Entomologist**. v.99, p.750-754. 2016.

MIRANDA, M.M.M.; PICANÇO, M.C.; ZANUNCIO, J.C.; LEITE, G.L.D.; DE CLERCQ, P. Sampling and non-action levels for predators and parasitoids of virus vectors and leaf miners of tomato plants in Brazil. **Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent**, v.63, n.2b, p.519-523, 1998.

MORANDIN, L.A.; LONG, R.F.; KREMEN, C. Hedgerows enhance beneficial insects on adjacent tomato fields in an intensive agricultural landscape. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. 189: 164–170. 2014.

MOUND, L. Thysanoptera. 1127-1132. 2003. *In*: Resh VH & RT Cardé. **Encyclopedia of insects**. Academic Press. 1266p. 2003.

MOURA, A.P.; MICHEREFF FILHO, M.; GUIMARÃES, JÁ.; et al.. Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial. Embrapa Circular Técnica. Brasília (DF). 129: 24p. 2014.

NJUGUNA, E.; GATHARA, M.; NADIR, S.; et al. Characteristics of soils in selected maize growing sites along altitudinal gradients in East African highlands. **Journal Data in Brief**. 5: 138-144. 2015.

OLIVEIRA, C.M.; OLIVEIRA, E.; CANUTO, M.; et al. Controle químico da cigarrinha-do-milho e incidência dos enfezamentos causados por mollicutes. **Pesquisa agropecuária brasileira**. v.42, p.297-303. 2007.

PALISADE CORPORATION. @RISK – Risk Analysis and Simulation Add-In for Microsoft Excel. Version 4.5. Newfield USA. 2002.

RATNADASS, A.; FERNANDES, P.; AVELINO, J.; et al. Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. **Agronomy for Sustainable Development**. v.32, p.273–303. 2012.

SILVA JD, LDB GIORDANO, O FURUMOTO, LDS BOITEUX, FH FRANÇA, GLV VILLAS-BOAS & AC ÁVILA. Cultivo de tomate para industrialização. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças. 2003.

WALLERBERGER, M.; GULL, E. Hypothesis testing of scientific Monte Carlo calculations. **Physical Review**. v.96, p.053303. 2017.

YEN, A.L.; MADGE, D.G.; BERRY, N.A.; et al. Evaluating the effectiveness of five sampling methods for detection of the tomato potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Psylloidea: Triozidae). **Australian Journal of Entomology**. v.52, p.168–174. 2013.