

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

PROPOSTA DE MANEJO PARA O ÁCARO-RAJADO EM
PLANTAS DE TOMATE PARA PROCESSAMENTO
INDUSTRIAL, INCLUINDO A QUALIDADE PÓS-
COLHEITA DOS FRUTOS

Autor: Donato Montaña Vargas
Orientador: Prof. Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

PROPOSTA DE MANEJO PARA O ÁCARO-RAJADO EM
PLANTAS DE TOMATE PARA PROCESSAMENTO
INDUSTRIAL, INCLUINDO A QUALIDADE PÓS-
COLHEITA DOS FRUTOS

Autor: Donato Montaña Vargas
Orientador: Prof. Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, no Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos – Área de Concentração: Olericultura

MORRINHOS - GO
2024

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

M765p Montano, Donato Vargas.

Proposta de manejo para o ácaro-rajado em plantas de tomate para processamento industrial, incluindo a qualidade pós-colheita dos frutos. / Donato Vargas Montano. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2024.
39 f. : il.

Orientador: Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Olericultura, 2024.

1. *Solanum lycopersicum*. 2. *Tetranychus urticae*. 3. Isocloseram. I. Pereira, Alexandre Igor de Azevedo. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 635.64

Fonte: Elaborado pela Bibliotecária-documentalista Morgana Guimarães, CRB1/2837



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 4/2024 - GPGPI-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ATA Nº 117

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos dezessete dias do mês de maio do ano de dois mil e vinte e quatro, às 10h:00 min (de horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão aberta realizada por videoconferência (meet.google.com/atc-tceq-tqj) para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, intitulada "*Proposta de manejo para o ácaro-rajado em plantas de tomates para processamento industrial, incluindo a qualidade pós-colheita dos frutos*" de autoria de Donato Montão Vargas discente do Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A sessão foi aberta pelo(a) presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a autora para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca fez suas arguições, adotando-se o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Olericultura, e procedidas às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, na linha de pesquisa em Sistema de Produção em Olerícolas, pelo Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGOL da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até 60 (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigo científico oriundo dessa Dissertação. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora:

Nome	Instituição	Situação no Programa
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira.	IF Goiano- Campus Urutaí.	Presidente
Profª. Drª Roberta Camargo de Oliveira.	IF Goiano - Campus Cristalina.	Membro externo
Jardel Lopes Pereira.	IF Goiano - Campus Rio Verde.	Membro Interno

Documento assinado eletronicamente por:

- Alexandre Igor de Azevedo Pereira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 22/05/2024 10:57:28.
- Roberta Camargos de Oliveira, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO, em 22/05/2024 11:08:51.
- Jardel Lopes Pereira, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUCO001 - CCBAGRO-RV, em 28/05/2024 13:04:27.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 13/05/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 600105
Código de Autenticação: f83a5608a3



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Morrinhos

Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, SN, Zona Rural, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000

(64) 3413-7900

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: //

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

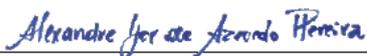
Local

//

Data


Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de concluir este mestrado que tanto sonhei.

Meu eterno agradecimento ao professor Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira, por toda paciência e ensinamentos que nortearam meu trabalho.

Aos alunos do curso de bacharelado em Agronomia do Campus Urutaí, que fazem parte da equipe de trabalho Prosperarie Group, coordenada pelo professor Dr. Alexandre Igor, pelo auxílio na coleta de dados experimentais sob condições de campo.

Ao Renato Garcia, do Desenvolvimento Técnico de Mercado da Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, pelo incentivo ao desenvolvimento de ensaios na cultura do tomate industrial e concessão dos produtos avaliados.

A todos os professores de PPGOL, que fizeram parte de minha formação, neste mestrado, por compartilhar seus conhecimentos.

Ao PPGOL do Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, pela oportunidade concedida para me capacitar profissionalmente.

E, por fim, a minha esposa Maria Olivania Pinto Araújo, que em todo momento me deu seu apoio.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Donato Montaña Vargas, filho de Ignacio Montaña e Leandra Vargas, nasceu em 01 de setembro de 1965 em Santa Cruz - Bolívia. Fala espanhol e idioma nativo Quéchuá, concluiu o curso de graduação na faculdade de Engenharia Agrônoma na Universidade Autónoma Gabriel René Moreno da cidade de Santa Cruz Bolívia, e em 1997 finalizou com o título de Engenheiro Agrônomo. Fez Mestrado em Business Administration na escola Espanhola EDAE em 2001, com especialização em Fruticultura comercial na Universidade Federal de Lavras, UFLA em 2003. Fez também especialização em proteção de plantas na Universidade Federal de Viçosa, em 2017, posteriormente o curso de produção integrada na mesma Universidade. Trabalhou como gerente técnico no Governo Autónomo Departamental de Santa Cruz, durante 17 anos. Em 2022 ingressou no Mestrado Profissional em Olericultura no Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos/ Cristalina, concluindo em 2024.

A minha querida esposa Maria Olivania Pinto Araújo
Minhas filhas, Liz Brenda, Escarleth Lizbeth e filho Alvaro Raphael,
E meus pais Ignacio Montaña (*in memoriam*) e Leandra Vargas,
DEDICO

INDICE GERAL

	Página
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1 Tomate industrial.....	7
2.2 Características da planta.....	7
2.3 Acaro rajado.....	8
2.3.1 Danos.....	8
2.4 Manejo Integrado de Pragas.....	9
2.5 Controle químico.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4. RESULTADOS.....	16
5. DISCUSSÃO.....	23
6. CONCLUSÕES.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Total de ácaros-rajados (<i>Tetranychus urticae</i>) adultos coletados	17
Figura 2. Média de ácaros-rajados (<i>Tetranychus urticae</i>) adultos	18
Figura 3. Flutuação populacional de ácaros-rajados (<i>Tetranychus urticae</i>) adultos coletados	19
Figura 4. Valores médios (\pm Erro Padrão) para o grau Brix ($^{\circ}$ Bx) de frutos de tomate	20
Figura 5. Valores médios (\pm Erro Padrão) para o pH de frutos de tomate	20
Figura 6. Valores médios (\pm Erro Padrão) para a escala de cor de frutos de tomate	21

RESUMO

MONTAÑO, DONATO VARGAS. Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos - GO, maio de 2024. **Proposta de manejo para o ácaro-rajado em plantas de tomate para processamento industrial, incluindo a qualidade pós-colheita dos frutos.** Orientador: Prof. Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira.

O ácaro rajado, *Tetranychus urticae*, tem sido apontado como uma das principais pragas do tomateiro para processamento industrial na região central do Brasil, em especial no estado de Goiás. Algumas opções de controle dessa praga são difíceis de serem adotadas como estratégia de manejo pelo tamanho da área de plantio na época mais seca do ano. Portanto, o método químico de controle é ainda aquele com melhor eficiência operacional contra ácaros em ambientes de campo. Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar a população do ácaro rajado em plantas de tomate e parâmetros de pós-colheita em parcelas tratadas com diferentes tipos de produtos químicos, incluindo o plinazolin® Technology em duas doses através da mistura comercial entre uma avermectina (benzoato de emamectina) e uma isoxazolina (isocloseram). O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: (T1) controle absoluto (apenas água), (T2) plinazolin + benzoato de emamectina na dose de 150 ml ha⁻¹, (T3) plinazolin + benzoato de emamectina na dose de 200 ml ha⁻¹, (T4) lufenuron + benzoato de emamectina, (T5) espinetoram, (T6) clorfenapir, (T7) indoxacarbe e (T8) ciantraniliprole + abamectina. A população de ácaros foi contada por folha e folíolo aos 107, 114, 121 e 128 dias após o

transplântio. Já os parâmetros: grau Brix, pH e cor dos frutos foram mensuradas após a colheita. O tratamento plinazolin 200 reduziu a quantidade média estimada de ácaros por folíolo de 9,18 para 3,20. No plinazolin 150 essa redução foi para 4,68. Ambos os tratamentos mantiveram a população de ácaros abaixo do valor médio estimado pelo maior período de tempo observado (75%). O maior grau Brix observado foi para os frutos oriundos das parcelas tratadas com plinazolin 200. Os maiores valores de pH foram observados nos tratamentos plinazolin 150, espinetoram e ciantraniliprole++. Para a escala de cor, o tratamento plinazolin 200 também apresentou o maior valor em comparação com os demais tratamentos. Apresentamos com esses resultados uma promissora alternativa, baseada no método químico de controle, para o manejo de ácaros incidentes em plantas de tomate para processamento industrial.

Palavras-chave: Folíolos, Inseticidas, Isocloseram, Tetranychus urticae, Solanum lycopersicum, Solanaceae.

ABSTRACT

MONTAÑO, DONATO VARGAS. Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos - GO, may de 2024. **management proposal for the two-spotted mite in tomato plants for industrial processing, including post-harvest quality of the fruits.** Advisor: Prof. Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira.

The two-spotted mite, *Tetranychus urticae*, has been identified as one of the main pests of tomato plants for industrial processing in the central region of Brazil, especially in Goiás state, Brazil. Some control options for this pest are difficult to adopt as a management strategy due to the larger planting areas during the driest time of the year. Therefore, the chemical control method is still the one with the best operational and efficiency against mites in open field environments. In this sense, the objective of the present study was to evaluate the two-spotted mite population on tomato plants and post-harvest parameters in plots treated with different types of chemical products, including plinazolin® Technology in two doses through the commercial mixture between an avermectin (emamectin benzoate) and an isoxazoline (isocycloseram). The experimental design was performed by randomized blocks with eight treatments and four replications. The treatments were: (T1) absolute control (water only), (T2) plinazolin + emamectin benzoate at a dose of 150 ml ha⁻¹, (T3) plinazolin + emamectin benzoate at a dose of 200 ml ha⁻¹, (T4) lufenuron + emamectin benzoate, (T5) spinetoram, (T6) chlorfenapyr, (T7) indoxacarb and (T8) cyantraniliprole + abamectin. The mite population was counted per leaf and leaflet at 107, 114, 121 and 128 days after transplanting (DAT). And the

parameters Brix degree, pH and color of the fruits at the harvest stage. The plinazolin 200 treatment reduced the estimated average number of mites per leaflet from 9.18 to 3.20. In plinazolin 150 this reduction was to 4.68. Both of these treatments maintained the mite population below the estimated average value for the longest period of time observed (75%). The highest Brix observed was for fruits from plots treated with plinazolin 200. The highest pH values were observed in the treatments plinazolin 150, spinetoram and cyantraniliprole++. For the color scale, the plinazolin 200 treatment also presented the highest value compared to the other treatments. With these results, we present a promising alternative, based on the chemical control method, for the management of two-spotted mites incident on tomato plants for industrial processing.

Keywords: leaflets, insecticides, isocicloseram, *Tetranychus urticae*, *Solanum lycopersicum*, Solanaceae.

1. INTRODUÇÃO

O ácaro rajado, *Tetranychus urticae*, tem sido apontado atualmente como uma das principais pragas do tomateiro para processamento industrial (Valadares *et al.*, 2018) na região central do Brasil, em especial no estado de Goiás. Os ácaros habitam, essencialmente, a parte inferior das folhas, o que dificulta que a grande maioria dos produtos, independente da tecnologia de aplicação, atinjam esse alvo biológico. Isso é agravado pelo seu tamanho diminuto. Na parte abaxial das folhas do tomateiro, os ácaros tecem as suas teias (Jakubowska *et al.*, 2022), que ajudam na retenção de umidade, servem como proteção às condições ambientais desfavoráveis e, de toda forma, os protegem contra tratamentos fitossanitários.

Os danos no tomateiro se dão pela alimentação do ácaro, uma vez que ele suga o conteúdo das células epidérmicas (Jakubowska *et al.*, 2022). Dessa forma, as folhas apresentam, inicialmente à superfície, um conjunto de pontos pequenos e cloróticos que conduzem ao seu enrolamento e completo secamento do tecido foliar. As folhas atacadas por ácaros tendem a secar e perder a capacidade fotossintética, reduzindo também a produtividade da cultura, caso a incidência de ácaros ocorra entre o primeiro (antes dos 40 dias após o transplântio, DAT) e segundo terços (entre os 40 DAT e os 80 DAT) do ciclo fenológico das plantas. Na verdade, esse é só o início do problema, pois os frutos de tomateiro para processamento industrial precisam estar cobertos pelas folhas como forma de proteção contra os raios solares, evitando perda de coloração e principalmente a escaldadura dos frutos, o que interfere diretamente na qualidade de parâmetros pós-colheita dessa matéria prima, como o teor de sólidos solúveis, pH e cor (Liu *et al.*, 2020).

Medidas reconhecidas como importantes opções de controle dessa praga são, em alguns casos, difíceis de serem adotadas como estratégia de manejo, tais como a

destruição dos restos culturais da lavoura imediatamente após a colheita, manutenção da lavoura livre de plantas daninhas e outras hospedeiras, remoção e destruição de plantas sintomáticas e utilização de cultivares mais adaptadas à região (Schmidt-Jeffris *et al.*, 2021). E muito se deve ao fato de o tomate para processamento industrial ser plantado em uma ampla territorialidade no estado de Goiás, o maior fornecedor dessa matéria prima em nível nacional.

Portanto, para grandes áreas de plantio, o método químico de controle é ainda aquele com melhor funcionalidade e eficiência contra ácaros em ambientes abertos de campo, como nas lavouras de tomate para processamento industrial (Reddy & Tangtrakulwanich, 2013). Dentre os inseticidas propostos no presente estudo contra o ácaro-rajado, o plinazolin[®] Technology, que compõe comercialmente uma mistura de fábrica entre dois grupos químicos: avermectinas (benzoato de emamectina) e isoxazolininas (isocicloseram), foi avaliado. As isoxazolininas são um novo grupo químico lançado pela Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, do Grupo 30 segundo o *Insecticide Resistance Action Committee* (IRAC) e definido como um antagonista não competitivo do receptor GABA em invertebrados (Blythe *et al.*, 2022). Essa união de duas moléculas com distintos modos de ação tem sido apontada como eficiente contra insetos-praga e, inclusive, importante para o manejo da resistência desses a inseticidas (Lietti *et al.*, 2005, Sudo *et al.*, 2017). Porém, ainda pouco se sabe sobre o potencial desse novo grupo químico quanto ao seu impacto em populações de campo de ácaros-rajado e seu reflexo em parâmetros de pós-colheita em frutos de tomateiro. Esses, os principais objetivos do presente trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tomate industrial

O tomate *Solanum Lycopersicum* Mill. é uma das hortaliças de origem andina mais conhecidas no mundo, com ampla adaptabilidade em diferentes regiões. No Brasil ele é a segunda hortaliça de maior importância, tanto para o consumo in natura quanto para processamento na forma de atomatados (produção de purês, molhos prontos, sucos, tomate pelado, extratos entre outros), sendo o Brasil o 5º maior produtor mundial do tomate industrial (Teixeira, 2022). A produção geral do tomate no Brasil em 2022 alcançou uma área de 54.502 hectares, com um rendimento médio de 69.905 Kg por hectare, sendo o estado de Goiás o maior produtor com uma área de 11.624 hectares e um rendimento médio de 85.466 kg por Hectare (IBGE, 2022). Em 2023, a área total cultivada com tomates deve seguir crescendo – estima-se aumento de 4% frente a 2022. A indústria continua impulsionando os plantios, visto que, mesmo com o aumento em 2022, a produtividade não foi alta e ainda há déficit de polpa no mercado internacional (Hortifruti, 2022).

2.2 Características da planta

A planta possui porte arbustivo, dependendo de seu hábito de crescimento. Ela se divide em tomate para mesa, cujo consumo é *in natura* e tem arquitetura ereta; e as plantas rasteiras, cuja produção é destinada ao processamento industrial e os subprodutos são mundialmente consumidos, contribuindo para o crescimento socioeconômico. Este grupo de tomate é mais rústico, de manejo mecanizado e caracterizado por cultivos em grandes áreas. (Zeuxis R.E. *et al.*, 2022). O ciclo pode variar de 95 a 125 dias, dependendo das condições do clima, fertilidade do solo, irrigação, ataques de pragas e incidência de

doenças (Teixeira, 2022). Características muito importantes no tomate industrial são a produtividade e o teor de sólidos solúveis (°Bx), sendo que as agroindústrias aumentam o valor em função do grau Brix da matéria prima (Teixeira *et al.*, 2012).

2.3 Ácaro rajado

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch, pertence à classe Arachnida e à subclasse Acari, família Tetranychidae. Espécie polífaga, com um ciclo biológico de 7 a 21 dias dependendo da umidade e temperatura, envolve os estádios de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. A fêmea mede 0,5 mm de comprimento e o macho 0,3 mm. Possui formato ovalado, com dorso de coloração amarelo-esverdeada escura, coberto por longas setas e duas manchas escuras de cada lado (Michereff *et al.*, 2022). São organismos haplodiploides, ou seja, os machos são produzidos por arrenotoquia, uma forma de partenogênese, e as fêmeas por reprodução sexuada (diploide). As fêmeas tecem fios para sua proteção, onde depositam os ovos e formam colônias, principalmente na parte inferior das folhas, e têm maior incidência sobre condições secas e quentes (Santamaría *et al.*, 2020).

O ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) tem preferência pelas superfícies abaxial das folhas por ter um microclima mais ameno, protegido da radiação ultravioleta, (Haralabos *et al.*, 2022). Mudanças nas condições climáticas e meteorológicas contribuem para uma disseminação mais ampla e reprodução em massa desta praga (Razuvaeva *et al.*, 2023).

2.3.1 Danos

O ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) é uma praga cosmopolita e polífaga, que se alimenta de mais de 1100 espécies de plantas. O dano no tomateiro é ocasionado pela perfuração das células da epiderme vegetal com seu aparelho bucal, por onde ele suga o conteúdo celular que extravasa, causando o amarelamento da planta. Posteriormente estas áreas ficam necrosadas, ocorrendo perfurações e redução da fotossíntese (Santamaría, *et al.*, 2020). Geralmente o ácaro rajado ataca as folhas situadas na parte mediana da planta, causando amarelecimento e secamento (Maruyama, W.I. *et al.*, 2002). A alta infestação de ácaros ocasiona a redução na produção, a ocorrência de frutos pequenos com baixo grau Brix e a baixa qualidade (escaldadura) pela exposição ao sol (Michereff *et al.*, 2019).

2.4 Manejo Integrado de Pragas

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) é "uma abordagem sustentável de manejo de pragas, através da combinação de ferramentas biológicas, culturais, físicas e químicas de maneira a minimizar riscos econômicos, à saúde e ao ambiente" (Lins Junior, 2019). O cultivo de tomate em campo aberto apresenta inúmeros problemas fitossanitários com ataques de pragas. O uso generalizado de compostos químicos levou a muitos problemas, epidemias populacionais e resistência química da praga, uma vez que os ácaros rapidamente desenvolveram resistência a muitos acaricidas (Abd El-Rahman *et al.*, 2021). Para a adoção do MIP na cultura do tomateiro para processamento industrial são necessárias três etapas básicas: a avaliação do agroecossistema ou monitoramento das pragas, a tomada de decisão e a seleção e uso planejados dos métodos de controle a serem adotado (Moura *et al.*, 2022). Em um programa de MIP, o produtor deve sempre buscar a integração de métodos de controle (culturais, biológicos e químicos). Ao utilizar inseticidas, deve-se seguir as boas práticas agrícolas para utilizá-los de forma adequada (Lins Junior, 2019). Na atualidade o controle químico é o mais utilizado, porém, o mais problemático, porque os ácaros possuem elevada aptidão para desenvolver resistência contra vários grupos de acaricidas (Maruyama, W.I. et al., 2002).

O ácaro-rajado ocorre, comumente, em pequenas reboleiras na lavoura. Nas folhas observam-se colônias densas, com presença de teia em grande quantidade. As colônias do ácaro-rajado ocorrem, principalmente, na face inferior das folhas. Na face superior das folhas atacadas são observadas, inicialmente, pequenas regiões cloróticas, que aumentam de tamanho e tornam-se amareladas e, posteriormente, bronzeadas (Roggia *et al.*, 2020).

A ocorrência de insetos e ácaros-praga pode resultar em importantes perdas econômicas e afetar significativamente a produtividade do tomate para processamento industrial. Nesse sentido, o desenvolvimento e a implementação de um programa eficiente de MIP mostram-se de essencial importância para o setor, pois, somente assim será possível suprir a crescente demanda pela produção de tomates de elevada qualidade e livres de contaminantes e, ao mesmo tempo, respeitar o ambiente e a saúde do consumidor e do trabalhador rural (Moura *et al.*, 2022).

2.5 Controle químico

Os produtos químicos sintéticos são os principais meios de controle de pragas no mundo. O uso inadequado desses produtos leva à contaminação e ao desequilíbrio ambiental e intoxicação do homem. Outro problema referente ao mau uso dos produtos químicos sintéticos é a seleção de populações de pragas resistentes, devido à grande capacidade do ácaro rajado em desenvolver populações resistentes, (Agustini, 2023). A determinação da eficácia de inseticidas químicos com novo modo de ação e sobre a fase do inseto pouco explorada constituem importantes componentes do manejo da resistência (Ewellyn *et al.*, 2002). De acordo com Agrofit (2024), existem 21 produtos acaricidas registrados no MAPA para a cultura do tomateiro, dos quais 12 são categoria 5 (improvável de causar dano agudo) e 7 produtos da categoria 4 (pouco tóxico).

Novos produtos químicos de controle eficiente e baixa resistência aos ácaros foram descobertos e desenvolvidos pela Syngenta Crop Protection. Entre eles, o isocloseram, do grupo químico das isoxazolininas, é uma nova molécula com características inseticida e acaricida e apresenta ação sobre diversos insetos e pragas. Porém, há poucos estudos sobre a eficiência do isocloseram sobre os ácaros-praga. Ele atua como um antagonista não competitivo do receptor GABA de invertebrados em um local distinto daquele que se liga aos fiproles e ciclodienos. Segundo IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) eles atrasarão o início da resistência e prolongarão a vida útil deste novo inseticida na proteção das culturas. O isocloseram foi classificado pelo IRAC como um novo inseticida no Grupo 30. Para preservar a longevidade destes novos inseticidas, a rotação de produtos químicos de diferentes grupos é altamente recomendada, sendo uma pedra angular de estratégias eficazes de gestão da resistência (Blythe *et al.*, 2022).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na estação experimental do Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Campus Morrinhos, localizado na rodovia BR 153, km 633, zona rural do município de Morrinhos, estado de Goiás (Brasil), cujas coordenadas geográficas são 17°48'55" S de latitude e 49°12'18" O de longitude e 906 m de altitude. A cultivar de tomate utilizada foi a Heinz 9553 (H.J. Heinz Company, Pennsylvania, EUA) de 110 a 120 dias de maturação, índice de concentração de maturação dos frutos (ICM) de valor 2 na escala de 1 (alta concentração) a 4 (baixa concentração) e com resistência às doenças *Verticillium* raça 1, *Fusarium* raças 1 e 2, nematoides e *Stemphyllium* spp. (Silva *et al.*, 2006). As mudas de tomate utilizadas foram oriundas do viveiro Brambilla Jardim Agro-Industrial Ltda (Morrinhos, GO, Brasil), certificado pelo MAPA, com produção em ambiente protegido. O transplântio das mudas de tomate, a uma profundidade média de 5 cm, foi realizado no mês de abril de 2022, com as parcelas experimentais mantidas em pleno desenvolvimento do tomateiro até próximo à colheita aos 90 DAT (dias após o transplântio). As médias de precipitação pluvial, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento durante todo o período experimental foram de 0,04 mm, 21 °C, 51 % e 6 km h⁻¹, respectivamente.

A dessecação química da área no pré-plantio foi realizada com glifosato (registro nº 8912, MAPA do Brasil) (Sumitomo Chemical Brasil Indústria Química S.A., Maracanaú, CE, Brasil) na dose de 3 L ha⁻¹ e volume de calda de 200 L ha⁻¹. Logo após, utilizou-se uma roçadeira mecanizada modelo Tritton 2300 (Implementos Agrícolas Jan S.A., Não-Me-Toque, RS, Brasil), além de gradagem, sem operação de subsolagem, modelo ASDA Multi, com 9 discos (Baldan Implementos Agrícolas S.A., Matão, SP,

Brasil). Em seguida, ocorreu um nivelamento e destorroamento com enxada rotativa modelo 115-200 BTV (Rugeri Mec-Rul SA, Caxias do Sul, RS, Brasil).

O procedimento de adubação (com deposição de adubo entre 6 e 7 cm de profundidade) foi realizado manualmente, enquanto a adubação de cobertura com auxílio do próprio sistema de irrigação foi feita via pivô central. A adubação nitrogenada seguiu a dosagem de 120 kg ha⁻¹, sendo que 40 a 60 kg ha⁻¹ foram aplicados no sulco de plantio e o restante na forma de nitrocálcio, em cobertura, 25 a 30 dias após o plantio. As adubações de fundação à base de fósforo e potássio foram realizadas no sulco, antes do transplântio, seguindo as doses de 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O, devido aos teores já existentes de 40 e 61 ppm de P e K no solo, respectivamente. Juntamente com a adubação de fundação, utilizou-se 50 kg ha⁻¹ de micronutrientes de liberação lenta (B, Cu, Mn, Zn e S). A irrigação por pivô central foi executada periodicamente, a partir do plantio com deposição total, por ciclo, de cerca de 600 mm de água e turno de rega com média de 4 dias até a maturação dos frutos (cerca de 70 dias após o transplântio, DAT) e 6 dias após os 70 DAT até o final do ciclo.

O delineamento experimental utilizado foi em DBC com oito tratamentos e quatro repetições. As parcelas experimentais tiveram dimensões de 5 m de comprimento por 6 m de largura, totalizando 30 m² por parcela. O espaçamento adotado no transplântio foi de 0,30 m entre mudas e 1,20 m entre fileiras duplas com distância, entre elas, de 0,60 m. Plantas de tomate para processamento industrial são conduzidas com esse arranjo espacial devido à necessidade de amontoar as linhas de plantio para posterior colheita mecanizada (Awas *et al.*, 2010), um procedimento adotado pelas agroindústrias de atomatados no Brasil. Portanto, cada parcela experimental teve três fileiras duplas centrais de 1,20 m, espaçadas entre si por 0,60 m, incluindo as duas fileiras das bordaduras direita e esquerda, respectivamente. Um total de 133 mudas de tomate foram transplântadas por parcela experimental, totalizando 4266 mudas transplântadas em todo o estudo. Até o 15º DAT aquelas mudas sem pegamento adequado (murcha, clorose ou danos na parte aérea) foram substituídas por novas mudas mantidas em ambiente protegido para reposição. Dessa forma, aproximadamente 1,2% das mudas foram substituídas.

Os tratamentos corresponderam a uma testemunha absoluta, um inseticida em fase de registro (avaliado sob duas dosagens) e cinco inseticidas já registrados pelo MAPA do Brasil e amplamente utilizados nos sistemas de produção de tomate industrial no Brasil. Dessa forma, os tratamentos foram: (T1) controle, apenas água, (T2)

plinazolin⁺ (150 ml ha⁻¹), chamado dessa forma por conter mistura de fábrica com benzoato de emamectina, (T3) plinazolin⁺ (200 ml ha⁻¹), (T4) lufenuron⁺ (que também teve mistura de fábrica com benzoato de emamectina), (T5) espinetoram, (T6) clorfenapir, (T7) indoxacarbe e (T8) ciantraniliprole⁺⁺, chamado dessa forma por conter mistura de fábrica com abamectina.

O plinazolin[®] Technology (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, São Paulo, SP) possui um novo ingrediente ativo (Grupo IRAC 30) com intoxicação residual e por ingestão agindo no sistema nervoso através da neurotransmissão de impulsos nervosos, mediados pelo GABA, mantendo os canais inibitórios de contração muscular fechados causando paralisia muscular e morte em insetos. No presente estudo foi utilizado na concentração de 200 g i.a. L⁻¹ em mistura de fábrica com o benzoato de emamectina (grupo químico avermectina) na concentração de 50 g i.a. L⁻¹ e formulação suspensão concentrada (SC). Avaliamos o plinazolin⁺ nas doses de 150 ml ha⁻¹ e 200 ml ha⁻¹, compreendendo aos tratamentos T2 e T3, respectivamente, com volume de calda de 300 L ha⁻¹. Este produto ainda não possui divulgado seu registro no MAPA, nem a classificação toxicológica e periculosidade ambiental.

O tratamento T4 lufenuron⁺ (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, São Paulo, SP), registro no MAPA nº 06221, compreendeu uma mistura de fábrica entre os produtos benzoato de emamectina (avermectina) e lufenuron⁺ (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, São Paulo, SP), registro no MAPA nº 06221, e também uma mistura de fábrica entre os produtos benzoato de emamectina (benzoiluréias) na formulação grânulos dispersíveis em água (WG). É um inseticida de contato e ingestão e com concentração de 50 g kg⁻¹ e 400 g kg⁻¹ para o benzoato e lufenuron, respectivamente. Possui classificação toxicológica categoria IV (produto pouco tóxico) e classificação do potencial de periculosidade ambiental tipo II (produto muito perigoso ao meio ambiente). A dose utilizada do lufenuron+ foi de 150 g há⁻¹ com volume de calda de 300 háha⁻¹.

O espinetoram (CTVA Proteção de Cultivos Ltda, Barueri, SP) possui registro no MAPA de nº 14414 e é um inseticida não sistêmico, de origem biológica, do grupo químico espinosinas na formulação WG. Possui concentração de 250 g kg⁻¹ e foi utilizado na dose de 100 g ha⁻¹ com volume de calda de 300 L ha⁻¹. Possui classificação toxicológica de categoria 5 (produto improvável de causar dano agudo) e classificação quanto ao potencial de periculosidade ambiental do tipo II (muito perigoso ao meio ambiente). O clorfenapir (BASF S.A, São Paulo, SP) tem ação inseticida e acaricida sob contato e ingestão e pertence ao grupo químico análogo de pirazol, sendo utilizado no

presente estudo na formulação suspensão concentrada (SC). Sua concentração foi de 240 g L⁻¹. Ele possui categoria de perigo 4 (produto pouco tóxico) e classificação do potencial de periculosidade ambiental do tipo II (produto muito perigoso ao meio ambiente). A dose utilizada do clorfenapir foi de 800 ml ha⁻¹ com volume de calda de 300 L ha⁻¹.

O indoxacabe (FMC Química do Brasil Ltda, Campinas, SP) é um inseticida de contato e ingestão, do grupo químico oxadiazina e formulação do tipo concentrado emulsionável (EC). Ele possui concentração de 150 g L⁻¹, classificação toxicológica de categoria 4 (produto pouco tóxico) e classificação do potencial de periculosidade ambiental do tipo II (produto perigoso ao meio ambiente). No presente estudo, ele foi utilizado na dose de 320 ml ha⁻¹ e com volume de calda de 300 L ha⁻¹. E, por fim, o inseticida ciantraniliprole⁺⁺ compreende uma mistura de fábrica entre os produtos abamectina (avermectina) e ciantraniliprole (antranilamida) com concentrações de 18 g L⁻¹ e 60 g L⁻¹, respectivamente. Possui ação inseticida e acaricida e sob formulação suspensão concentrada (SC). Possui classificação toxicológica na categoria 3 (produto moderadamente tóxico) e classificação do potencial de periculosidade ambiental do tipo II (produto muito perigoso ao meio ambiente). No presente estudo, o ciantraniliprole⁺⁺ foi utilizado na dose de 720 ml ha⁻¹ e com volume de calda de 300 L ha⁻¹.

Todos os tratamentos foram aplicados via foliar, com pulverizador CO₂ pressurizado (2 L), com barra lateral de 3 m com seis pontas de pulverização cônicas (M 054) e pressão de trabalho de 30 libras pol⁻². As pulverizações dirigidas ao terço superior das plantas de tomate ocorreram no final do dia, após as 17h, e foram realizadas quatro vezes durante a safra de tomate industrial, mais precisamente aos 35, 45, 55 e 65 DAT. Os aplicadores utilizaram equipamentos de proteção individual (EPI), conforme legislação brasileira vigente. Adicionalmente, os princípios ativos azoxistrobina, difenoconazol, clorotalonil, pidiflumetofem e acibenzolar-S-metil foram utilizados de forma preventiva contra patógenos (fungos e bactérias).

As coletas dos ácaros nas parcelas, em função dos tratamentos aplicados, ocorreram manualmente através do arranquio de três folhas compostas de tomateiro, por planta. Cada parcela experimental teve duas plantas selecionadas com as folhas completas, representando o terço mediano das plantas. Ou seja, para cada parcela, por dia de coleta, seis folhas foram acondicionadas em sacos plásticos de 1 litro e enviadas em caixas de isopor do campo até o laboratório. Após isso, a quantidade de ácaros adultos foi contada avaliando-se sua presença nas faces abaxial e adaxial das folhas. Para

observação e contagem dos ácaros utilizou-se um estereomicroscópio acoplado a duas lentes (binocular) com capacidade de 120x de aumento e iluminação artificial.

A quantidade de ácaros quantificados foi diagnosticada em função dos blocos, tratamentos e intervalos de dias após o transplântio (DAT) das mudas de tomate para processamento industrial. As coletas de ácaros no tomateiro em função dos tratamentos representaram amostras dos 107, 114, 121 e 128 dias após o transplântio. Todas essas equivalentes ao último terço de ciclo fenológico das plantas de tomateiro, pois é quando ocorre a maior infestação de ácaros (Azandémè-Hounmalon *et al.*, 2014).

Dessa forma, apresentamos a quantidade total de ácaros coletados por tratamento, a média da quantidade de ácaros por tratamento em função das amostras e intervalos de dias de coletas e, por fim, a média de ácaros por folíolo (que correspondeu ao número de três) para cada amostra de folha completa coletada de campo. A quantificação dos dados para os parâmetros de pós-colheita correspondendo ao grau Brix (°Bx), pH e escala de cor foram realizadas no laboratório de análises pós-colheita da agroindústria Dez Alimentos Ltda situada em Morrinhos, Goiás. Para tanto, 2 kg de amostras de frutos foram coletados por parcela experimental, acondicionadas individualmente em sacos plásticos de 3 litros e enviadas para o laboratório com uma única coleta realizada aos 128 dias após o transplântio.

Todos os dados experimentais foram plotados em gráficos do tipo boxplot para auxiliar na identificação de *outliers* e posterior eliminação deles. Adicionalmente, a normalidade foi verificada pelo teste de aderência de Lilliefors e, de forma complementar, pelo histograma obtido pelo software SigmaPlot[®], versão 12.0 (Systat Software Inc., San Jose, CA, EUA). De acordo com esse procedimento, apenas os dados de contagem de ácaros foram transformados para $\sqrt{x+1}$. A comparação entre médias foi realizada em escala transformada, porém, a apresentação dos resultados em escala real. Os dados relativos à pós-colheita não tiveram necessidade de transformação. Após isso, realizamos uma ANOVA unidirecional para avaliar o efeito dos tratamentos. E, posteriormente, realizamos um teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade para constatar as diferenças (ou não) entre tratamentos. Todas as análises estatísticas e figuras aqui apresentadas foram elaboradas através do SigmaPlot[®], versão 12.0.

4. RESULTADOS

A quantidade total de ácaros amostrados em todo o período experimental variou entre os tratamentos avaliados. O plinazolin 150 e plinazolin 200 resultaram em uma menor quantidade de ácaros amostrados, com um total de 750 e 513 ácaros coletados, respectivamente (Figura 1). Nos demais tratamentos as coletas representaram 2819 ácaros (lufenuron+), 3057 ácaros (ciantraniliprole++), 3078 ácaros (clorfenapir), 3215 ácaros (indoxacarbe), 3793 ácaros (espinetoram) e 3940 ácaros (testemunha) (Figura 1). Um total de 21165 ácaros foram contabilizados o que representou uma estimativa média de infestação natural por tratamento de 27,55 por folha ou 9,18 ácaros presentes por folíolo.

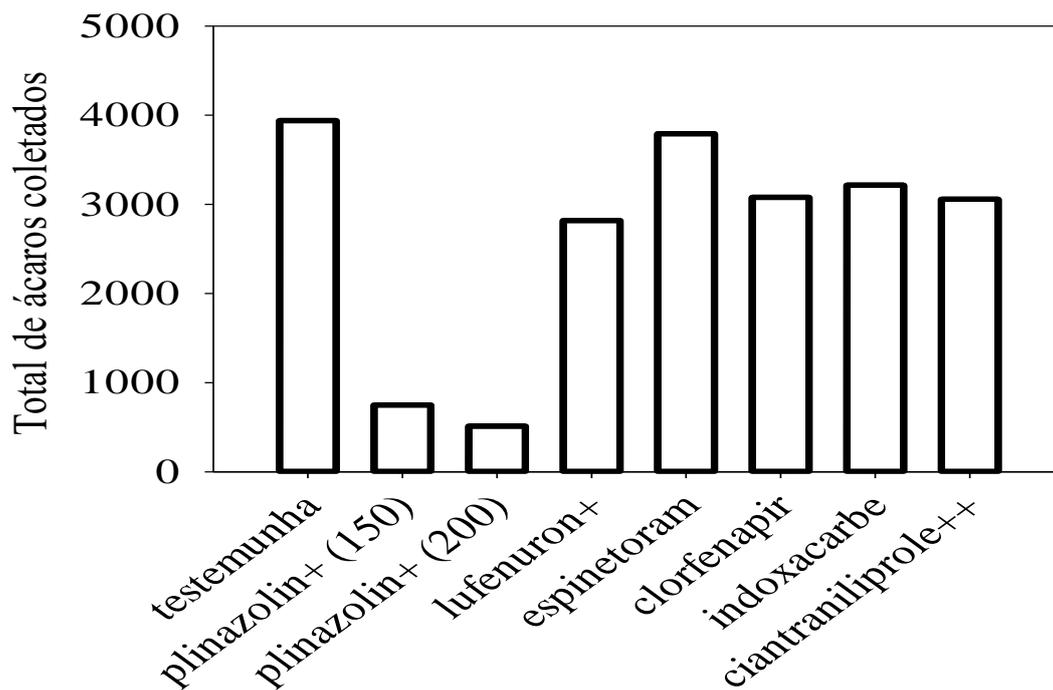


Figura 3. Total de ácaros-rajados (*Tetranychus urticae*) adultos coletados aos 107, 114, 121 e 128 DAT (dias após o transplante) do tomate para processamento industrial (cv. Heinz 9553) em função dos tratamentos: (T1) controle absoluto (apenas água), (T2) plinazolin+benzoato de emamectina na dose de 150 ml ha⁻¹, (T3) plinazolin+benzoato de emamectina na dose de 200 ml ha⁻¹, (T4) lufenuron+benzoato de emamectina, (T5) espinetoram, (T6) clorfenapir, (T7) indoxacarbe e (T8) ciantranilprole+abamectina. Morrinhos, Goiás, Brasil.

O tratamento plinazolin 200 foi aquele capaz de reduzir a quantidade média estimada de ácaros por folíolo de 9,18 para 3,20, enquanto que no tratamento plinazolin 150 essa quantidade média de ácaros por folíolo foi de 4,68 (Figura 2) o que também o fez demonstrar boa performance contra os ácaros. Por outro lado, todos os outros demais tratamentos não foram capazes de reduzir a quantidade média de ácaros nos folíolos das plantas de tomateiro em comparação à estimativa média de 9,18 ácaros por folíolo (Figura 2).

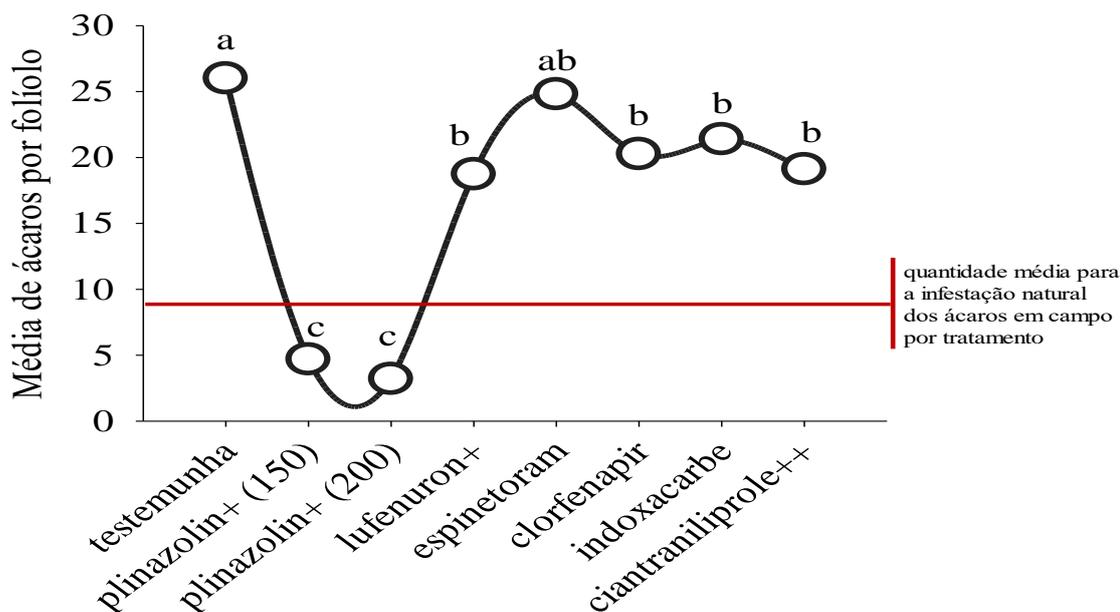


Figura 4. Médiade ácaros-rajados (*Tetranychus urticae*) adultos coletados dos 107 aos 128 DAT (dias após o transplante), em intervalos semanais, em tomate para processamento industrial (cv. Heinz 9553) em função dos tratamentos: (T1) controle absoluto (apenas água), (T2) plinazolin+benzoato de emamectina na dose de 150 ml ha⁻¹, (T3) plinazolin+benzoato de emamectina na dose de 200 ml ha⁻¹, (T4) lufenuron+benzoato de emamectina, (T5) espinetoram, (T6) clorfenapir, (T7) indoxacarbe e (T8) ciantraniliprole+abamectina. Letras semelhantes indicam médias que não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de médias Tukey. Morrinhos, Goiás, Brasil.

Os tratamentos avaliados que mais impactaram na flutuação populacional dos ácaros sob condições de campo foram o espinetoram, indoxacarbe e ciantraniliprole++ em termos de permitirem maior flutuação populacional (Figura 3), inclusive gerando menor população de ácaros, em termos da quantidade amostrada aos 107 DAT até os 128 DAT. Porém, todos os menores valores populacionais observados nesses tratamentos aos 128 DAT não se encontraram abaixo da média de infestação (linha vermelha na horizontal) (Figura 3). Isso implica afirmar que para o espinetoram, indoxacarbe e ciantraniliprole++ a população de ácaros caiu ao longo do tempo, porém essa queda não foi consideravelmente suficiente para gerar impacto na população dessa praga em plantas de tomateiro. Por outro lado, os tratamentos que mantiveram a população de ácaros abaixo do valor médio estimado pelo maior período de tempo observado (75%) foram, apenas, o plinazolin 150 e o plinazolin 200. Em todos os demais tratamentos, a população de ácaros esteve em 100% do intervalo de tempo avaliado acima do valor populacional médio dos ácaros estimado (9,18 ácaros por folíolo) (Figura 3).

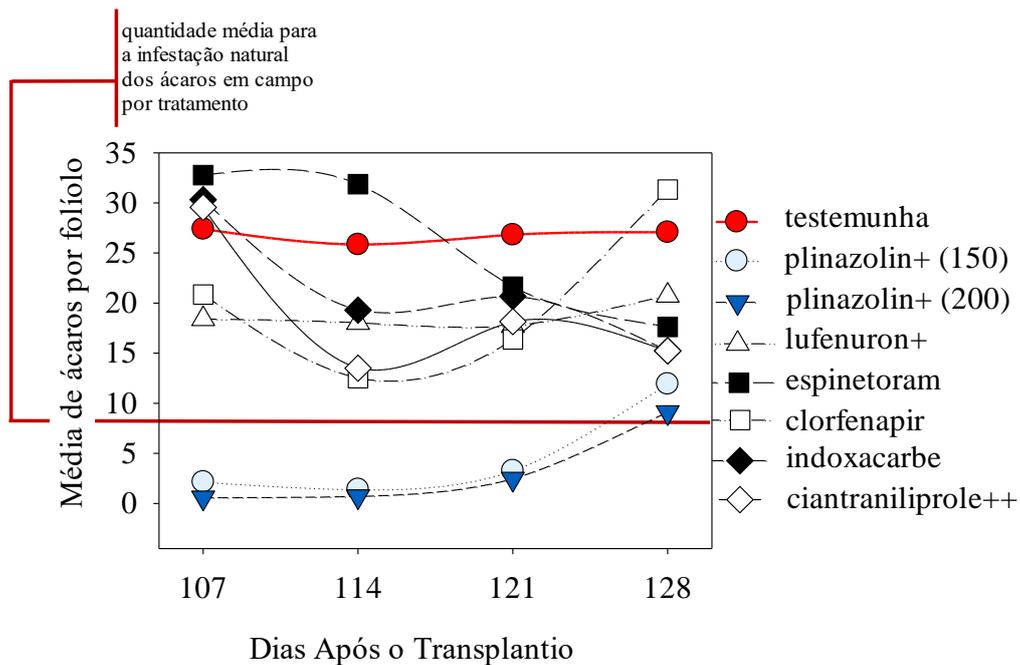


Figura 3. Flutuação populacional de ácaros-rajados (*Tetranychus urticae*) adultos coletados, por folíolo, ao longo do tempo de amostragem (107, 114, 121 e 128 DAT, dias após o transplântio), em tomate para processamento industrial (cv. Heinz 9553) em função dos tratamentos: (T1) controle absoluto (apenas água), (T2) plinazolin+benzoato de emamectina na dose de 150 ml ha⁻¹, (T3) plinazolin+benzoato de emamectina na dose de 200 ml ha⁻¹, (T4) lufenuron+benzoato de emamectina, (T5) espinetoram, (T6) clorfenapir, (T7) indoxacarbe e (T8) ciantraniliprole+abamectina. Morrinhos, Goiás, Brasil.

O teor de grau Brix para as amostras contendo frutos de tomate variou entre tratamentos (Figura 4). O maior valor observado foi para os frutos colhidos nas parcelas tratadas com plinazolin 200 (Figura 4). Nos demais tratamentos, incluindo na testemunha, esses valores foram intermediários.

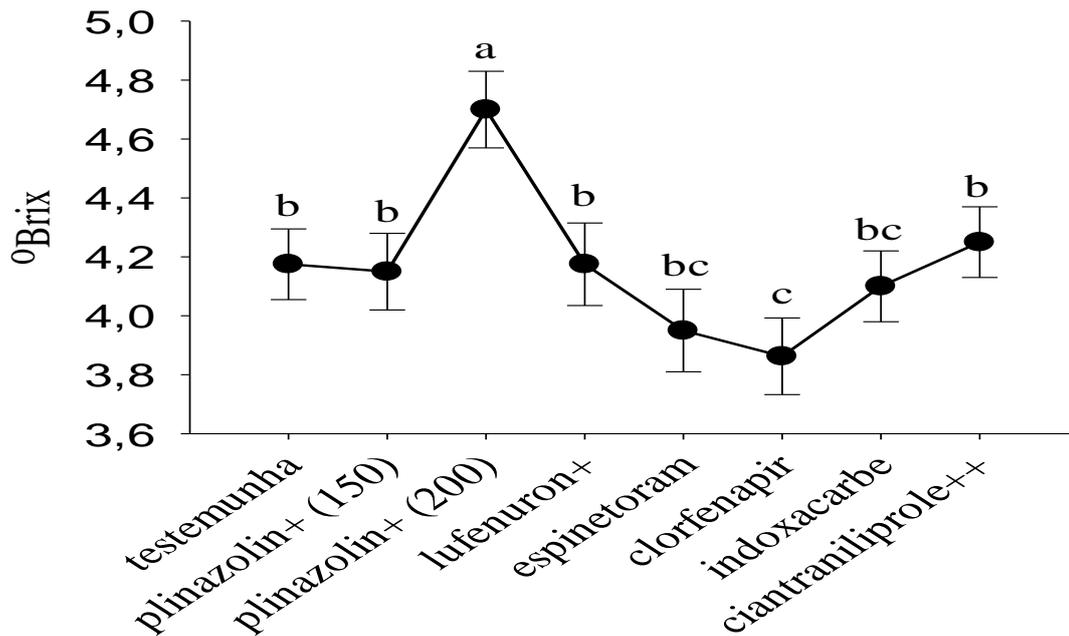


Figura 4. Valores médios (\pm Erro Padrão) para o grau Brix ($^{\circ}$ Bx) de frutos de tomate para processamento industrial (cv. Heinz 9553) coletados aos 128 DAT (dias após o plantio) em função dos tratamentos: (T1) controle absoluto (apenas água), (T2) plinazolin+benzoato de emamectina na dose de 150 ml ha⁻¹, (T3) plinazolin+benzoato de emamectina na dose de 200 ml ha⁻¹, (T4) lufenuron+benzoato de emamectina, (T5) espinetoram, (T6) clorfenapir, (T7) indoxacarbe e (T8) ciantraniliprole+abamectina. Letras semelhantes indicam médias que não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de médias Tukey. Morrinhos, Goiás, Brasil.

Com relação ao pH dos frutos de tomate para processamento industrial os maiores valores foram observados nos tratamentos plinazolin 150, espinetoram e ciantraniliprole++ (Figura 5).

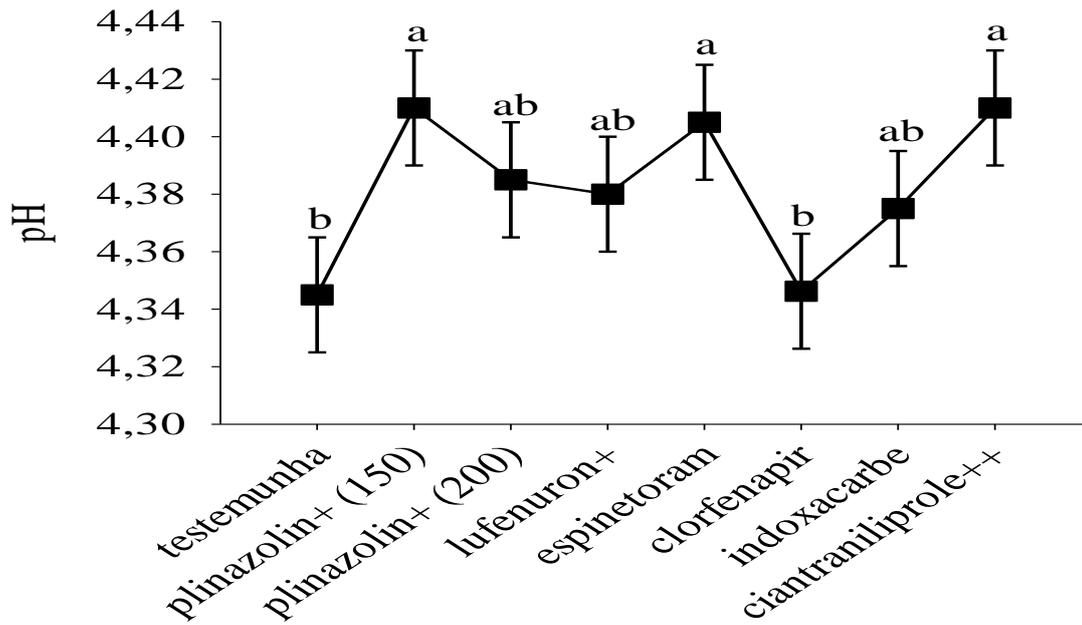


Figura 5. Valores médios (\pm Erro Padrão) para o pH de frutos de tomate para processamento industrial (cv. Heinz 9553) coletados aos 128 DAT (dias após o plantio) em função dos tratamentos: (T1) controle absoluto (apenas água), (T2) plinazolin+benzoato de emamectina na dose de 150 ml ha⁻¹, (T3) plinazolin+benzoato de emamectina na dose de 200 ml ha⁻¹, (T4) lufenuron+benzoato de emamectina, (T5) espinetoram, (T6) clorfenapir, (T7) indoxacarbe e (T8) ciantraniliprole+abamectina. Letras semelhantes indicam médias que não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de médias Tukey. Morrinhos, Goiás, Brasil.

Enquanto que para a escala de cor, o tratamento plinazolin 200 também apresentou o maior valor em comparação com os demais tratamentos que foram significativamente semelhantes entre si (Figura 6).

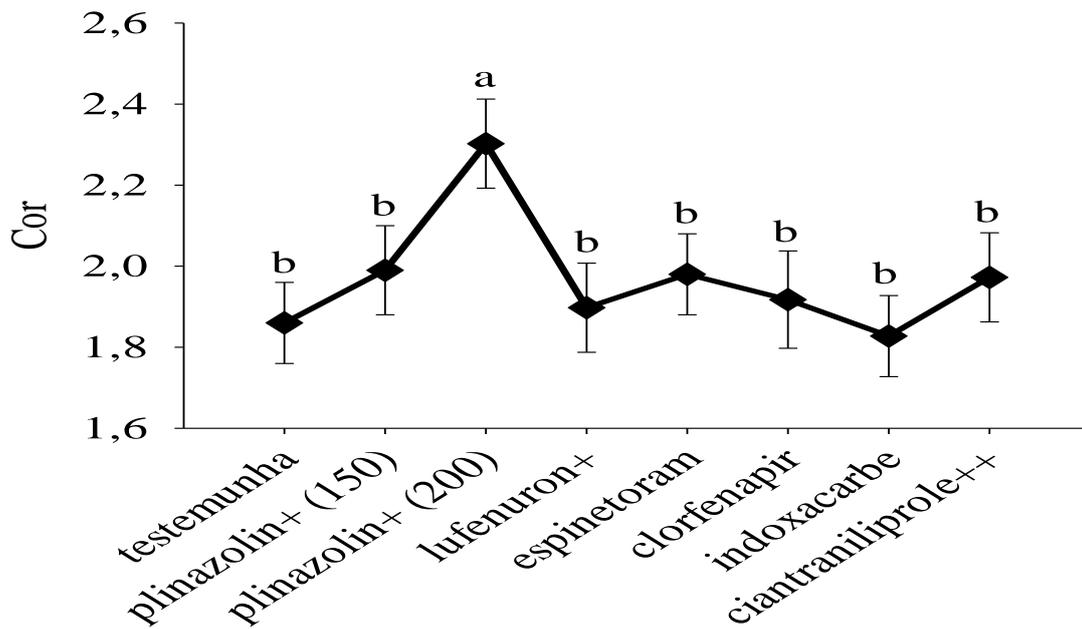


Figura 6. Valores médios (\pm Erro Padrão) para a escala de cor de frutos de tomate para processamento industrial (cv. Heinz 9553) coletados aos 128 DAT (dias após o plantio) em função dos tratamentos: (T1) controle absoluto (apenas água), (T2) plinazolin+benzoato de emamectina na dose de 150 ml ha⁻¹, (T3) plinazolin+benzoato de emamectina na dose de 200 ml ha⁻¹, (T4) lufenuron+benzoato de emamectina, (T5) espinetoram, (T6) clorfenapir, (T7) indoxacarbe e (T8) ciantraniliprole+abamectina. Letras semelhantes indicam médias que não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de médias Tukey. Morrinhos, Goiás, Brasil.

5. DISCUSSÃO

O manejo convencional com inseticidas/acaricidas é predominantemente utilizado contra ácaros em plantas de tomate, seja para processamento agroindustrial ou para variedades de mesa ou gourmet. Isso torna nossos resultados muito próximos da realidade do produtor de tomate para processamento agroindustrial em território brasileiro. Nosso estudo não apenas atesta a maior suscetibilidade dos adultos de ácaros à nova molécula plinazolin⁺ (em mistura com uma avermectina) sob condições reais de campo, bem como sugere formas práticas de incrementar o controle dessa praga com essa nova ferramenta de manejo. Inclusive também tendo beneficiado parâmetros de pós-colheita dos frutos de tomate.

O plinazolin⁺ que avaliamos foi uma mistura de fábrica entre dois grupos químicos: avermectinas (benzoato de emamectina) e isoxazolininas (isocicloseram). Esse último, um novo inseticida lançado pela Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, do Grupo 30 segundo o *Insecticide Resistance Action Committee* (IRAC) e definido como um antagonista não competitivo do receptor GABA em invertebrados (Blythe *et al.*, 2022). As avermectinas atuam como moduladores nos canais de cloro mediados pelo glutamato (GluCl), ligando-se a um sítio secundário do canal e ativando-o de forma ininterrupta (Clark *et al.*, 1994). Essa união de duas moléculas com distintos modos de ação tem sido apontada como eficiente contra pragas agrícolas e, inclusive, importante para o manejo da resistência a inseticidas (Lietti *et al.*, 2005, Sudo *et al.*, 2017).

A mistura entre dois princípios ativos na mesma calda de aplicação é uma informação valiosa para o manejo de pragas no tomateiro frente à capacidade dos ácaros em adquirir resistência a uma dada molécula química. Apontamos mais de um grupo químico com potencial para controle dos ácaros. O que está em conformidade com

técnicas atuais, e ambientalmente amigáveis, para suprimir casos de evolução da resistência, um problema que há décadas atinge proporções globais quando se trata de insetos e ácaros (Keil & Parrella, 1990). Nossos resultados foram relativos à amostragem da população do ácaro-rajado preferencialmente no terço médio das plantas de tomate, onde há maior presença dos ácaros pela proteção que recebem das folhas (Michereff *et al.*, 2022). Dessa forma, salientamos que a eficiência demonstrada aqui não considerou a população real de ácaros nas plantas de tomateiro. Isso indica que amostragens mais especializadas para essa praga considerando outros parâmetros de complexidade, tais como tipo de cultivar, condição ambiental do plantio e distribuição espacial dessa praga na planta merecem ser consideradas em novas abordagens.

O espinetoram foi um dos inseticidas aqui avaliados com menor efeito supressivo contra os ácaros. Esses resultados destoam de pesquisas quando consideramos outras pragas do tomateiro, como a mosca-minadora por exemplo, que também requer um manejo com grupos químicos de inseticidas com capacidade translaminar. Inseticidas com propriedades translaminares têm sido recomendados para controle de moscas-minadoras, pois esses insetos permanecem no mesófilo foliar (Hernández *et al.*, 2011; Weintraub *et al.*, 2017), aumentando, portanto, os riscos de exposição. E isso é coerente para o manejo contra ácaros fitófagos, como o ácaro-rajado também, pois essa praga tem maior preferência pela superfície foliar abaxial em plantas de tomateiro. Curiosamente, o clorfenapir, um inseticida de contato e ingestão, apresentou resultados de baixa supressão para os ácaros, semelhante ao espinetoram. E esse resultado diverge da versatilidade que o grupo químico análogo ao pirazol possui, sendo também relatado como de relevante ação translaminar (Dekeyser, 2005). Essa versatilidade o torna uma importante opção contra traças que danificam tecidos internos (parênquimas paliçádico e lacunoso) das folhas, como *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), outro minador que é praga-chave no tomateiro (Joshi *et al.*, 2018), por exemplo. Mas isso não se repetiu no nosso trabalho, pois essa molécula apresentou baixa performance de controle dos ácaros.

A quantidade média de ácaros por folíolo de tomate, em termos de flutuação populacional, foi muito baixa para os tratamentos onde o plinazolin+ foi considerado (independente das doses de 150 ou 200 ml por hectare). E isso destoou em comparação aos demais tratamentos avaliados (mesmo entre aqueles que também continham misturas binárias entre princípios ativos, como os tratamentos lufenuron+ e ciantraniliprole++). Portanto, constatamos que mais de dois diferentes grupos de inseticidas (e com diferentes modos de ação) foram capazes de amortizar a população de ácaros em plantas de tomate.

Nault *et al.*, (2020) também relataram vários grupos químicos (neonicotinóide, diamida + avermectina e espinosina) como eficientes na redução de danos pela mosca-minadora *Phytomyza gymnostoma* (Diptera: Agromyzidae) em folhas de alho nos estados da Pensilvânia e Nova Iorque (EUA). Essas descobertas são importantes na adoção de estratégias para conter a evolução da resistência a inseticidas/acaricidas, pela maior possibilidade de rotação de princípios ativos na aplicação. Todavia, nenhum dos tratamentos avaliados foram capazes de conter a população de ácaros abaixo do nível médio estimado entre os tratamentos (9,18 ácaros por folíolo) ao final do período experimental, 128 dias após o transplante, o que pode estar relacionado com a entrada de populações imigrantes dessa praga nas parcelas experimentais, mas, não necessariamente, com o efeito dos tratamentos. Lavouras de tomate têm sido reportadas em regiões tropicais, subtropicais ou temperadas com grande hospedabilidade para populações imigrantes de ácaros que se dispersam facilmente. O que aumenta sua variabilidade genética, bem como eleva de forma rápida e crescente o número de danos nas folhas (Kroschel *et al.*, 2020).

Aplicações foliares de inseticidas/acaricidas, que geralmente são focadas nos terços superiores, podem modificar o comportamento dos insetos e ácaros através da fuga (Zalucki & Furlong 2017) para partes da planta com menor risco de exposição. Como verificado para *Stigmella* sp. (Lepidoptera: *Nepticulidae*) e *Phyllonorycter* sp. (Lepidoptera: *Gracillariidae*) em folhas de carvalho (*Fagaceae*) (Leroy *et al.*, 2021). O que é conhecido como efeito guarda-chuva e tem sido enfatizado em trabalhos sobre tecnologias de aplicação de inseticidas (Ali *et al.*, 2011). E essa premissa pode ter refletido nos resultados aqui demonstrados.

O teor de sólidos solúveis (expresso em grau Brix) relaciona-se ao sabor mais adocicado do fruto, resultado de uma boa relação entre açúcares e ácidos totais nos frutos de tomate (Schwarz *et al.*, 2013). Portanto, o tratamento plinazolin 200 foi aquele que melhor beneficiou esse parâmetro de pós-colheita aos frutos de tomate para processamento industrial pela proporção direta entre maiores valores de Brix e o sabor mais adocicado do tomate. O que se traduz em menor quantidade de retenção de água e maior proporção de sólidos. Ainda, valores elevados de Brix, pH e coloração compõem os principais parâmetros de qualidade dos frutos de tomate indicando melhor qualidade da matéria prima produzida e requerida no processamento industrial do tomate e na produção de molhos, extratos etc.

6. CONCLUSÕES

Novas moléculas apresentam um avanço no controle químico de pragas de alto impacto no cultivo de tomate industrial. A aplicação, posicionamento e entendimento da ação das moléculas, bem como sua interação com o ambiente de cultivo, promovem melhorias no manejo de pragas, e somado às demais estratégias de controle são primordiais para o tomate industrial.

O plinazolin 150 e plinazolin 200 resultaram em uma menor quantidade de ácaros amostrados, com um total de 750 e 513 ácaros coletados, respectivamente, em comparação aos demais tratamentos avaliados.

O tratamento plinazolin 200 foi aquele capaz de reduzir a quantidade média estimada de ácaros por folíolo de 9,18 para 3,20, enquanto que no tratamento plinazolin 150 essa quantidade média de ácaros por folíolo foi de 4,68 o que também o fez demonstrar boa performance contra os ácaros. Por outro lado, todos os demais tratamentos não foram capazes de reduzir a quantidade média de ácaros nos folíolos das plantas de tomateiro.

Os tratamentos que mantiveram a população de ácaros abaixo do valor médio estimado pelo maior período de tempo observado (75%) foram, apenas, o plinazolin 150 e o plinazolin 200.

O maior Brix observado foi para os frutos contidos nas parcelas tratadas com plinazolin 200. Os maiores valores de pH foram observados nos tratamentos plinazolin 150, espinetoram e ciantraniliprole++. Para a escala de cor o tratamento plinazolin 200 também apresentou o maior valor em comparação com os demais tratamentos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abd El-Rahman, H. A.; Abd El-Salam, A.; Farag, Hoda T. Salim. Comparison of an insecticide and its alternatives on cotton and soybean plants of two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* in laboratory and field. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, 2022; 10(1): 224-232.

Disponível em: <https://doi.org/10.22271/j.ento.2022.v10.i1c.8939>.

Agustini, J. A. Atividade **acaricida de extratos vegetais de espécies nativas do cerrado brasileiro sobre o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch)**. 2023. 144 f. Tese (doutorado em agronomia) - Universidade Estadual Paulista – Unesp, Ilha Solteira, 2023. <https://hdl.handle.net/11449/250826>.

Ali, M. A.; Nasir, A.; Khan, F. H.; Khan, M. A. 2011. Fabrication of ultra-low volume (ULV) pesticide sprayer test bench. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**. 48: 135-140.

Azandémè-Hounmalon, G. Y. *et al.* 2014. Dispersal Behavior of *Tetranychus evansi* and *T. urticae* on Tomato at Several Spatial Scales and Densities: Implications for Integrated Pest Management. **Plos One**. 9: e95071.

Blythe, J. *et al.* 2022. The mode of action of isocycloseram: A novel isoxazoline insecticide. **Pesticide Biochemistry and Physiology**. 187: 105217.

Clark J. M.; Scott, J. G.; Campos, F. & Bloomquist, J. R. 1994. Resistance to avermectins: extent, mechanisms, and management implications. **Annual Review of Entomology**. 40:1-30.

Clemente, M. V. T.; Boiteux, L. S. Produção de tomate para processamento industrial, Brasília, DF: **Embrapa**, 2012. 344 p.

Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/941866>.

Dekeyser, M. A. 2005. Acaricide mode of action. **Pest Management Science**. 61: 103-110.

Silva, E. M. *et al.* Atividade ovicida de Plinazolin a diferentes espécies de insetos-praga. In: **Congresso Brasileiro de Entomologia**, 28., 2022, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SEB, 2022.

Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1149890/1/CBE-2002-566.pdf>.

Teixeira, F. M. V. Tomate - **Embrapa Hortaliças**, Conteúdo atualizado em: 24/01/2022.

Disponível em:

<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/tomate>.

Tsolakis, Haralabos *et al.* On the perception of leaf morphology and visible light by *Tetranychus urticae* Koch (Acariformes, Tetranychidae). **Acarologia**, 2022, 62 (2), pp.404-417. (10.24349/62cg-0jj4ff.ffhal-03643311f).

Disponível em:<http://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/acarologia/>.

Hernández, R.; Harris. M.; Liu, Tong-Xian. 2011. Impact of insecticides on parasitoids of the leafminer, *Liriomyza trifolii*, in pepper in south Texas. **Journal of Insect Science**. 11:61.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (**IBGE 2022**), Produção de Tomate no Brasil.

Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br>.

Jakubowska, M.; Dobosz, R.; Zawada, D. & Kowalska, J. 2022. A review of crop protection methods against the twospotted spider mite - *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) - with special reference to alternative methods. **Agriculture**. 12: 898.

Joshi, A.; Thapa, R. B.; Kalauni, D. 2018. Integrated management of south american tomato leaf miner [*Tuta absoluta* (Meyrick)]: a review. **Journal of the Plant Protection Society**. 5: 70-86.

Keil, C. B.; Parrella, M. P. 1990. Characterization of insecticide resistance in two colonies of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Economic Entomology**. 18-26.

Kroschel, J.; Mujica, N.; Okonya, J.; Alyokhin, A. 2020. Insect pests affecting potatoes in tropical, subtropical, and temperate regions. In: Campos H, O Ortiz (eds). **The Potato Crop: its agricultural, nutritional and social contribution to humankind**. Cham (Switzerland). Springer, Cham. pp. 251-306.

Leroy, B. M.L. *et al.* 2021. Side effects of insecticides on leaf-miners and gall-inducers depend on species ecological traits and competition with leaf-chewers. **Environmental Toxicology and Chemistry**. 40: 1171-1187.

Lietti, M. M. M.; Botto, E. & Alzogaray, R. A. 2005. Insecticide resistance in argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**. 34:113-119.

Lins Junior, J. C. manejo integrado de pragas na cultura do tomate: uma estratégia para a redução do uso de agrotóxicos. Extensão em Foco (ISSN: 2317-9791), v. 7, n. 1, p. 6–22, 2019.

Disponível em: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/extensao/article/view/2070>.

Liu J. *et al.* 2020. Spider mites cause more damage to tomato in the dark when induced defenses are lower. **Journal of Chemical Ecology**. 46: 631-641.

MAPA – AGROFIT registro de agrotóxicos 2023, Disponível em <https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/AGROFIT/AGROFIT.html>

Maruyama, W. I.; Toscano, L. C.; Boiça Júnior, A. L.; & Barbosa, J. C. Resistência de genótipos de tomateiro ao ácaro rajado. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 3, p. 480-484, setembro 2002. Disponível em: https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/UNSP_94b67890f9889bc9e85321d886588947

Michereff filho, M. *et al.* Manejo integrado de pragas do tomate para mesa. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2022. 57 p. (Documentos, 192). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1148404/1/DOC-192-Final.pdf>. Acesso em: 15 junho. 2024.

Michereff, F. M. *et al.* Guia de identificação para pragas do tomateiro, Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2019 **Documentos**, 175. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1124115>.

Moura, A. P. *et al.* (2014). Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial, Embrapa, circular técnica 129.

Nault, B. A. *et al.* 2020. Managing allium leafminer (Diptera: Agromyzidae): an emerging pest of allium crops in North America. **Journal of Economic Entomology**. 113: 2300-2309.

Razuvaeva, A. V.; Ulyanova, E. G.; Skolotneva, E. S.; Andreeva, I.V. Species identification of spider mites (Tetranychidae: Tetranychinae): a review of methods. **Vavilovskii Zhurnal Genet Selektzii**. 2023 Jun.;27(3):240-249. doi: 10.18699/VJGB-23-30. PMID: 37293445; PMCID: PMC10244583. Disponível em: <https://vavilovj-icg.ru/>

Reddy, G. V. P. & Tangtrakulwanich, K. 2013. Action threshold treatment regimens for red spider mite (Acari: Tetranychidae) and tomato fruitworm (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato. **Florida Entomologist**. 96: 1084-1096.

Revista Hortifruti Brasil, anuario-hf-brasil-retrospectiva-2022-perspectiva-2023. <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/anuario-hf-brasil-retrospectiva-2022-perspectiva-2023.aspx>.

Roggia, S. *et al.* (2020). Tecnologias de produção de soja, cap. 9, manejo integrado de pragas. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1.pdf>

Santamaria M. E. *et al.* Plant Defenses Against *Tetranychus urticae*: Mind the Gaps. **Plants**. 2020; 9(4):464. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants9040464>.

Schmidt-Jeffris, R.; Snipes, Z. & Bergeron, P. 2021. Acaricide efficacy and resistance in South Carolina tomato populations of twospotted spider mite. **Florida Entomologist**. 104: 1-8.

Schwarz, K. *et al.* 2013. Desempenho agronômico e qualidade físico-química de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro. **Horticultura Brasileira**. 31: 410-418.

Sudo, M. *et al.* 2018. Optimal management strategy of insecticide resistance under various insect life histories: heterogeneous timing of selection and interpatch dispersal. **Evolutionary Applications**. 11: 271-283.

Valadares, R. N. *et al.* 2018. Genetic diversity in accessions of melon belonging to momordica group. **Horticultura Brasileira**. 36: 253-258.

Weintraub, P. G. *et al.* 2017. The Invasive *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae): understanding its pest status and management globally. **Journal of Insect Science**. 17: 1-27.

Zalucki, M. P.; Furlong, M. J. 2017. Behavior as a mechanism of insecticide resistance: evaluation of the evidence. **Current Opinion in Insect Science**. 21:1-7.

Zeuxis R.E. *et al.* Tomaticultura para processamento industrial: características da produção brasileira e panorama da pesquisa científica **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - RAMA** DOI:10.17765/2176-9168.2022v15n4e10110. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/10110>