



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CRISTALINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

**CONTROLE DE *Helicoverpa armigera* EM FRUTOS DE TOMATE DO
TIPO INDUSTRIAL POR MEIO DE QUÍMICOS SINTÉTICOS**

Autor: Lucas de Azevedo Sales
Orientador: Prof. Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira

MORRINHOS – GO
2024

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CRISTALINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA

**CONTROLE DE *Helicoverpa armigera* EM FRUTOS DE TOMATE DO
TIPO INDUSTRIAL POR MEIO DE QUÍMICOS SINTÉTICOS**

Autor: Lucas de Azevedo Sales
Orientador: Prof. Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira

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

MORRINHOS – GOIÁS
2024

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

S163c Sales, Lucas de Azevedo.
Controle de *Helicoverpa armígera* em frutos de tomate do tipo industrial por meio de químicos sintéticos. / Lucas de Azevedo Sales. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2024.
35 f. : il. color.

Orientador: Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira

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

1. Pragas - Controle. 2. *Solanum lycopersicum*. 3. broca-grande-do-tomateiro. 4. Solanaceae. I. Pereira, Alexandre Igor de Azevedo. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 635.64



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

Ata nº 5/2024 - GPGPI-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ATA Nº 110

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos dezessete dias do mês de maio do ano de dois mil e vinte e quatro, às 08h:00 min (oito horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão aberta realizada por videoconferência (meet.google.com/qzx-yyso-miu) para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, intitulada "Controle de *helicoverpa armigera* em frutos de tomates do tipo industrial por meio de *químico sintético*" de autoria de *Lucas de Azevedo Sales* 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 00 (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 Urutai.	Presidente
Prof.ª Dr.ª 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 10:58:28
- Roberta Camargos de Oliveira, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO, em 22/05/2024 11:09:52
- Jardel Lopes Pereira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 26/05/2024 13:05:32

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

Código Verificador: 599143
Código de Autenticação: 85420e6d47



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
<input type="checkbox"/> Produto técnico e educacional - Tipo:	
Nome completo do autor:	Matrícula:
Lucas de Azevedo Sales	2022104330440015
Título do trabalho:	
CONTROLE DE Helicoverpa armigera EM FRUTOS DE TOMATE DO TIPO INDUSTRIAL POR MEIO DE	
INSTRUMENTOS ENTOMOLÓGICOS	

RESTRICÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIF Goiano: 30/09/2024

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

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

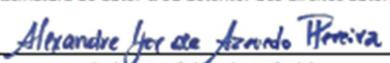
DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

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.

Morrinhos Goiás 15/09/2024
Local Data


Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo: 
Assinatura do(a) orientador(a)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me concedido a dádiva de estar vivo. Aos meus queridos e amados pais, Conceição e José Sales, que sempre fizeram de tudo para me ver feliz e realizado, que muitas vezes tiraram deles para me dar. A eles sem dúvida minha maior gratidão e meu amor eterno!

Agradecer à minha família que sempre me apoiou com palavras de incentivo e pensamentos positivos.

Aos amigos de verdade, aqueles que sempre estiveram ao meu lado nos bons e maus momentos, eles que se tornaram minha família, eles que fizeram dos meus dias mais felizes e leves.

À Lais, sem dúvida alguma uma das pessoas que mais me apoiaram em todos esses anos. Com ela a jornada se tornou mais prazerosa, fácil e cheia de aprendizados.

Aos colegas da pós-graduação, os quais sempre estiveram lado a lado para conseguirmos alcançar nossos objetivos

Ao Prof. Dr. Alexandre Igor, uma pessoa que sempre esteve ao meu lado e que tenho muita sorte de tê-lo como orientador. Agradeço por todas as conversas e tempo que passamos juntos.

A Prof. Dra. Carmen Curvêlo, uma pessoa que sempre esteve ao meu lado e que sempre puder contar com seu incentivo.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, lugar no qual aprendi muito e fiz grandes amigos. Em especial ao Prof. Dr. Túlio que sempre esteve disponível para ajudar a todos nós.

Sobretudo agradecer aos produtores parceiros, que nos permitiram executar experimentos e sempre foram muito prestativos conosco.

Muito obrigado!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Lucas de Azevedo Sales, filho de José Sales de Souza e Maria da Conceição Gomes de Azevedo, nasceu em 15 de janeiro de 1997 em Campina Grande – PB. Em 2022 graduou -se como Bacharel em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba, Campus II – Areia - PB.

Em março de 2022 ingressou no Mestrado Profissional em Olericultura no Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, sob orientação do Prof. Dr. Alexandre Igor de Azevedo Pereira.

Há 7 meses mudou-se para cidade de Tifton, no estado da Georgia, Estados Unidos. Atualmente ocupando o cargo de pesquisador assistente na University of Georgia, Tifton Campus.

"Nada na vida deve ser temido, apenas compreendido. Agora é a hora de compreender mais, para temer menos."

Marie Curie

SUMÁRIO

RESUMO	10
ABSTRACT	11
1.INTRODUÇÃO GERAL	12
2.REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Problemas Associados ao Controle da Helicoverpa armigera	13
2.2. Formas de Controle da Helicoverpa armigera	14
2.3. Moléculas Químicas Sintéticas Utilizadas no Controle de Helicoverpa armigera	14
3.REFERÊNCIAS.....	16
CAPÍTULO I.....	17
RESUMO	17
ABSTRACT	18
1.INTRODUÇÃO.....	19
2.MATERIAL E MÉTODOS	20
3.RESULTADOS	25
4.DISSCUSSÃO	28
5.CONCLUSÃO.....	31
6.AGRADECIMENTOS.....	31
7.REFERÊNCIAS.....	32

RESUMO

A incidência de insetos e patógenos ainda é um grande entrave fitossanitário para plantas de tomate para processamento industrial. O perigo com *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) é latente pois as plantas antecedentes em escala temporal o tomateiro, como soja e milho, também são hospedeiras dessa praga. O método químico de controle é ainda aquele com melhor operacional e eficiência contra insetos-praga em ambientes abertos de campo. Porém, novas moléculas precisam ser continuamente avaliadas em detrimento do seu lançamento. O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade de proteção contra a broca-grande-do-tomateiro pelo produto recém-lançado no mercado Brasileiro plinazolin (isocicloseram) (em mistura de fábrica com o benzoato de emamectina), em duas doses, através de pulverizações foliares em plantas de tomateiro para processamento industrial em comparação com os principais inseticidas registrados pelo MAPA e utilizados para essa finalidade. O delineamento experimental foi em 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 *Helicoverpa armigera* foi quantificada através dos frutos broqueados aos 58, 65, 72, 79, 86, 93, 100, 107 e 114 DAT (dias após o transplântio). *Helicoverpa armigera* foi mais abundante representando cerca de 98% das amostras, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) representou 2% e *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) teve ocorrência nula. Os tratamentos plinazolin+ (150 ml ha⁻¹) e plinazolin+ (200 ml ha⁻¹) representaram, ambos, valores médios de 1,25% frutos broqueados com esse valor representando 3,2 vezes a menos do que o tolerado pelas agroindústrias de processamento de tomates. O ataque da broca-grande-do-tomateiro foi mais precoce na testemunha aos 65 DAT (dias após o transplântio). Nos tratamentos espinetoram e ciantraniliprole++ o início dos ataques aos frutos ocorreram a partir dos 86 DAT. Clorfenapir e indoxacarbe protegeram os frutos da broca até 93° DAT e o lufenuron+ a partir do 100° DAT. Nas parcelas com plinazolin+ (150 ml ha⁻¹) e plinazolin+ (200 ml ha⁻¹) os frutos de tomate apresentaram danos, apenas, a partir dos 107 DAT. O percentual de frutos broqueados na testemunha alcançou picos de mais de 40%. Nos tratamentos lufenuron+, espinetoram, clorfenapir, indoxacarbe e ciantraniliprole++ picos entre 20 % e 15% dos frutos broqueados. Enquanto que nos tratamentos plinazolin+ (150 ml ha⁻¹) e plinazolin+ (200 ml ha⁻¹) o percentual de frutos broqueados não ultrapassou 5%. Nossos resultados sugerem que o isocicloseram pode se tornar uma importante opção de manejo fitossanitário contra *H. armigera* quando aplicado via foliar nas plantas de tomateiro para processamento industrial.

Palavras-chave: Controle Químico, Isocicloseram, broca-grande-do-tomateiro, *Solanum lycopersicum*, Solanaceae.

ABSTRACT

The incidence of insects and pathogens is still a major phytosanitary obstacle for tomato plants for industrial processing. The danger with *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) is latent because plants that precede tomato in time, such as soybeans and corn, are also hosts of this pest. Chemical control method is still the one with the best operational and efficiency against insect pests in open field environments. However, new molecules need to be continually evaluated rather than being launched. The objective of this study was to evaluate the protective capacity against the tomato fruit borer by the product recently launched on the Brazilian market plinazolin (isocycloseram) (in a factory mix with emamectin benzoate), in two doses, through foliar sprays on tomato plants for industrial processing in comparison with the main insecticides registered by MAPA and used for this purpose. The experimental design was in 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 *Helicoverpa armigera* population was quantified through fruits bored at 58, 65, 72, 79, 86, 93, 100, 107 and 114 DAT (days after transplanting). *Helicoverpa armigera* was more abundant, representing around 98% of the samples, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) represented 2% and *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) had zero occurrence. The plinazolin+ (150 ml ha⁻¹) and plinazolin+ (200 ml ha⁻¹) treatments both represented average values of 1.25% boring fruits, with this value representing 3.2 times less than that tolerated by processing agro-industries. The tomato fruit borer attack was earlier in the control at 65 DAT (days after transplanting) at the control treatment. In the spinetoram and cyantraniliprole++ treatments, the onset of attacks on the fruits occurred after 86 DAT. Chlorfenapyr and indoxacarb protected fruit from borer up to 93° DAT and lufenuron+ from 100° DAT. In plots with plinazolin+ (150 ml ha⁻¹) and plinazolin+ (200 ml ha⁻¹), tomato fruits only showed damage from 107 DAT onwards. The percentage of bored fruits in the control reached peaks of more than 40%. In the treatments lufenuron+, spinetoram, chlorfenapyr, indoxacarb and cyantraniliprole++ peaks between 20% and 15% of boring fruits. While in the plinazolin+ (150 ml ha⁻¹) and plinazolin+ (200 ml ha⁻¹) treatments the percentage of bored fruits did not exceed 5%. Our results suggest that isocycloseram can become an important phytosanitary management option against *H. armigera* by foliar spraying to tomato plants for industrial processing.

Keywords: Chemical Control, Isocycloseram, tomato fruit borer, *Solanum lycopersicum*, Solanaceae.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção de tomate industrial no estado de Goiás tem alcançado posição de destaque no cenário nacional há quase duas décadas (Carvalho & Pagliuca 2007). Esse crescimento foi impulsionado pela instalação, na região Centro-Oeste, de agroindústrias que processam essa matéria prima, oferecendo alimentos industrializados ou semiprontos como molhos, extratos, ketchup e etc (IBGE 2015). Todavia, a incidência de insetos e patógenos ainda é um grande entrave fitossanitário à essa planta (Duan et al. 2015). O uso e a forma da irrigação, através de pivô central, praticada nas lavouras de tomate industrial, em Goiás, justificam essa afirmação. Enquanto essa tecnologia possui a capacidade de blindar as lavouras contra pragas severas (encontradas em outras regiões brasileiras e outros sistemas de cultivo do tomateiro, como o tutorado), principalmente aquelas monófagas, isso não aparenta ser verídico para aquelas polífagas, como *Helicoverpa armigera* que causa danos, principalmente, nos frutos do tomateiro.

O perigo com *H. armigera* é latente pois as plantas que comumente antecedem em escala temporal o tomateiro, como a soja e o milho, também são hospedeiras dessa praga (Moraes et al. 2020). A importância das pontes verdes para o estabelecimento de pragas entre safras sucessivas tem sido associada com altas infestações de insetos polífagos, mesmo em cultivos considerados botanicamente diferentes (Mir et al. 2022). Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae), ambas pragas severas em tomateiro, possuem em comum a lesão através de brocas nos frutos. Tuta absoluta tende a declinar sua população em estações chuvosas (Sylla et al. 2018) e a irrigação do tomateiro via pivô central (utilizada nesse ensaio) com lâmina de água requerida de 600 mm (Santos 2019) interfere na sua baixa ocorrência. A baixa umidade relativa do ar na região sul do estado de Goiás (como no município de Morrinhos, por exemplo) com média de 28% de umidade relativa (UR), entre os meses de maio a junho (intervalo mais apropriada para plantio do tomate para processamento industrial) de toda forma reduz a incidência de *N. elegantalis* que prefere valores acima de 65% de UR (Silva et al. 2017).

O método químico de controle é ainda aquele com melhor operacional e eficiência contra insetos-praga em ambientes abertos de campo, como nas lavouras de tomate para processamento industrial (Reddy & Tangtrakulwanich 2013). Dentre os inseticidas propostos no presente estudo, o plinazolin® Technology que compõe comercialmente uma mistura de fábrica entre dois grupos químicos: isoxazolinas (isoclosoeram) e avermectinas (benzoato de

emamectina) 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 à 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 na proteção de frutos de tomateiro contra *Helicoverpa armigera*. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade de proteção contra danos causados pela broca-grande-do-tomateiro do produto plinazolin (em mistura de fábrica com o benzoato de emamectina), em duas doses, através de pulverizações foliares em plantas de tomateiro para processamento industrial em comparação com os principais inseticidas registrados pelo MAPA e utilizados para essa finalidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga de importância econômica global, afetando diversas culturas agrícolas, incluindo o tomateiro industrial (*Solanum lycopersicum*). A infestação por *H. armigera* pode causar danos significativos aos frutos do tomateiro, resultando em perdas econômicas consideráveis (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013). O manejo eficaz dessa praga é um desafio constante para os produtores, que frequentemente recorrem a uma combinação de estratégias de controle, incluindo o uso de químicos sintéticos. Este referencial teórico visa discutir os problemas associados ao controle de *H. armigera* em frutos de tomateiro industrial e as principais moléculas químicas utilizadas nesse processo.

2.1. Problemas Associados ao Controle da *Helicoverpa armigera*

A *Helicoverpa armigera* é altamente polífaga, alimentando-se de mais de 200 espécies de plantas hospedeiras. Essa característica, combinada com sua alta fecundidade e capacidade de migração, torna o manejo da praga extremamente desafiador (TALEKAR; OPENA; HANSON, 2006). A *H. armigera* pode causar danos diretos aos frutos do tomateiro ao se alimentar deles, bem como danos indiretos, como a abertura de portas para a entrada de patógenos secundários, que agravam ainda mais os prejuízos econômicos (MICHEREFF-FILHO et al., 2021).

Além disso, a capacidade de desenvolver resistência a diversos grupos de inseticidas é

um dos maiores desafios no controle de *H. armigera*. A resistência tem sido relatada para vários modos de ação de inseticidas, incluindo piretroides, organofosforados e carbamatos. A pressão seletiva exercida pelo uso repetido de uma mesma classe de inseticidas favorece a seleção de indivíduos resistentes, reduzindo a eficácia dos tratamentos químicos e aumentando a necessidade de doses mais elevadas e frequentes de aplicação, o que não é sustentável (HANAFY; EL-SAYED, 2013).

2.2. Formas de Controle da *Helicoverpa armigera*

O manejo integrado de pragas (MIP) é a abordagem recomendada para o controle de *H. armigera*, combinando práticas culturais, biológicas e químicas. Entre as práticas culturais, destacam-se a rotação de culturas, plantio de armadilhas e destruição de restos culturais, que podem reduzir a população inicial da praga. O controle biológico, utilizando inimigos naturais como predadores, parasitoides e patógenos, também tem mostrado ser eficaz em várias situações (KUSS et al., 2016).

No entanto, o controle químico permanece uma ferramenta crucial devido à sua rápida ação e eficácia imediata. A escolha dos inseticidas deve ser cuidadosa para evitar a resistência e minimizar os impactos ambientais. As moléculas sintéticas atualmente utilizadas incluem Plinazolin+benzoato de emamectina, lufenuron+benzoato de emamectina, espinetoram, clofenapir, indoxacarbe e ciantraniliprole+abamectina (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013). A seguir, será feita uma análise detalhada dessas moléculas.

2.3. Moléculas Químicas Sintéticas Utilizadas no Controle de *Helicoverpa armigera*

Plinazolin+Benzoato de Emamectina: Esta combinação é inovadora e altamente eficaz no controle de *H. armigera*. O benzoato de emamectina, uma avermectina, atua no sistema nervoso dos insetos, causando paralisia e morte. O Plinazolin é uma nova molécula que potencializa a ação do benzoato, oferecendo uma solução eficaz mesmo contra populações resistentes. Estudos mostram que essa combinação reduz significativamente a população de *H. armigera* em campos de tomate, proporcionando um controle duradouro (KUSS et al., 2016).

Lufenuron+Benzoato de Emamectina: O lufenuron é um inibidor da síntese de quitina, essencial para a formação da cutícula dos insetos. Sua ação impede a ecdise (muda) das larvas, resultando na morte do inseto. Quando combinado com o benzoato de emamectina, que atua no sistema nervoso, o lufenuron proporciona um controle duplo que interrompe o ciclo de vida da *H. armigera*. Este método de controle é especialmente útil em programas de manejo integrado, pois

reduz a chance de desenvolvimento de resistência (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013).

Espinetoram: Derivado de produtos naturais, o espinetoram pertence ao grupo das espinosinas. Atua como um modulador de canais de acetilcolina, causando hiperexcitação e morte do inseto. O espinetoram é eficaz contra várias pragas de lepidópteros e tem sido amplamente utilizado em programas de manejo de resistência devido ao seu modo de ação único. Estudos de campo demonstram que o espinetoram proporciona um controle eficaz e duradouro da *H. armigera*, com baixa toxicidade para mamíferos e outros organismos não-alvo (HANAFY; EL-SAYED, 2013).

Clofenapir: Este inseticida atua como desacoplador da fosforilação oxidativa, interferindo na produção de energia nas células dos insetos. O clofenapir tem um modo de ação único que é eficaz contra uma ampla gama de pragas, incluindo a *H. armigera*. Sua eficácia tem sido comprovada em diversos estudos de campo, onde tem demonstrado reduzir significativamente a população de pragas com um baixo impacto ambiental (MICHEREFF-FILHO et al., 2021).

Indoxacarbe: É um inseticida oxadiazina que bloqueia os canais de sódio nos insetos, causando paralisia e morte. O indoxacarbe é altamente seletivo, oferecendo um perfil de segurança favorável para o meio ambiente e a saúde humana. Este inseticida tem sido utilizado com sucesso no controle de *H. armigera*, especialmente em programas de manejo de resistência devido ao seu modo de ação único (TALEKAR; OPENA; HANSON, 2006).

Ciantraniliprole+Abamectina: A ciantraniliprole é uma antranilamida que ativa os receptores de rianodina, causando liberação descontrolada de cálcio nas células musculares dos insetos, levando à paralisia e morte. A abamectina, uma avermectina, atua no sistema nervoso, proporcionando um controle sinérgico e eficaz contra *H. armigera*. Esta combinação tem mostrado resultados promissores em estudos de campo, oferecendo um controle duradouro e reduzindo a necessidade de aplicações frequentes (KUSS et al., 2016).

O manejo da *H. armigera* em frutos de tomateiro industrial exige uma abordagem integrada que combine diferentes estratégias de controle. Os químicos sintéticos desempenham um papel crucial, mas devem ser utilizados de maneira rotacionada e em combinação com outras práticas de manejo para evitar o desenvolvimento de resistência. A escolha das moléculas deve ser baseada em estudos de eficácia e perfis de segurança, garantindo a sustentabilidade da produção e a proteção do meio ambiente. É essencial que os produtores sigam as recomendações técnicas e regulamentações para o uso de inseticidas, promovendo práticas

agrícolas responsáveis e sustentáveis.

3. REFERÊNCIAS

ÁVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hubner)(Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. 2013.

HANAFY, H. E. M.; EL-SAYED, W. Efficacy of bio-and chemical insecticides in the control of *Tuta absoluta* (Meyrick) and *Helicoverpa armigera* (Hubner) infesting tomato plants. **Australian Journal of Basic and Applied Science**, v. 7, n. 2, p. 943–948, 2013.

KUSS, C. C. et al. Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 527–536, 2016.

MICHEREFF-FILHO, M. et al. *Helicoverpa armigera* Harm 1 Haplotype predominates in the *Heliiothinae* (Lepidoptera: Noctuidae) complex infesting tomato crops in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 50, n. 2, p. 258–268, 2021.

TALEKAR, N. S.; OPENA, R. T.; HANSON, P. *Helicoverpa armigera* management: a review of AVRDC's research on host plant resistance in tomato. **Crop Protection**, v. 25, n. 5, p. 461–467, 2006.

CAPÍTULO I

RESUMO

A incidência de insetos e patógenos ainda é um grande entrave fitossanitário para plantas de tomate para processamento industrial. O perigo com *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) é latente pois as plantas antecedentes em escala temporal o tomateiro, como soja e milho, também são hospedeiras dessa praga. O método químico de controle é ainda aquele com melhor operacional e eficiência contra insetos-praga em ambientes abertos de campo. Porém, novas moléculas precisam ser continuamente avaliadas em detrimento do seu lançamento. O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade de proteção contra a broca-grande-do-tomateiro pelo produto recém-lançado no mercado Brasileiro plinazolin (isocicloseram) (em mistura de fábrica com o benzoato de emamectina), em duas doses, através de pulverizações foliares em plantas de tomateiro para processamento industrial em comparação com os principais inseticidas registrados pelo MAPA e utilizados para essa finalidade. O delineamento experimental foi em 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 *Helicoverpa armigera* foi quantificada através dos frutos broqueados aos 58, 65, 72, 79, 86, 93, 100, 107 e 114 DAT (dias após o transplantio). *Helicoverpa armigera* foi mais abundante representando cerca de 98% das amostras, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) representou 2% e *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) teve ocorrência nula. Os tratamentos plinazolin+ (150 ml ha⁻¹) e plinazolin+ (200 ml ha⁻¹) representaram, ambos, valores médios de 1,25% frutos broqueados com esse valor representando 3,2 vezes a menos do que o tolerado pelas agroindústrias de processamento de atomatados. O ataque da broca-grande-do-tomateiro foi mais precoce na testemunha aos 65 DAT (dias após o transplantio). Nos tratamentos espinetoram e ciantraniliprole++ o início dos ataques aos frutos ocorreram a partir dos 86 DAT. Clorfenapir e indoxacarbe protegeram os frutos da broca até 93° DAT e o lufenuron+ a partir do 100° DAT. Nas parcelas com plinazolin+ (150 ml ha⁻¹) e plinazolin+ (200 ml ha⁻¹) os frutos de tomate apresentaram danos, apenas, a partir dos 107 DAT. O percentual de frutos broqueados na testemunha alcançou picos de mais de 40%. Nos tratamentos lufenuron+, espinetoram, clorfenapir, indoxacarbe e ciantraniliprole++ picos entre 20 % e 15% dos frutos broqueados. Enquanto que nos tratamentos plinazolin+ (150 ml ha⁻¹) e plinazolin+ (200 ml ha⁻¹) o percentual de frutos broqueados não ultrapassou 5%. Nossos resultados sugerem que o isocicloseram pode se tornar uma importante opção de manejo fitossanitário contra *H. armigera* quando aplicado via foliar nas plantas de tomateiro para processamento industrial.

Palavras-chave: Controle Químico, Isocicloseram, broca-grande-do-tomateiro, *Solanum lycopersicum*, Solanaceae.

ABSTRACT

The incidence of insects and pathogens is still a major phytosanitary obstacle for tomato plants for industrial processing. The danger with *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) is latent because plants that precede tomato in time, such as soybeans and corn, are also hosts of this pest. Chemical control method is still the one with the best operational and efficiency against insect pests in open field environments. However, new molecules need to be continually evaluated rather than being launched. The objective of this study was to evaluate the protective capacity against the tomato fruit borer by the product recently launched on the Brazilian market plinazolin (isocycloseram) (in a factory mix with emamectin benzoate), in two doses, through foliar sprays on tomato plants for industrial processing in comparison with the main insecticides registered by MAPA and used for this purpose. The experimental design was in 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 *Helicoverpa armigera* population was quantified through fruits bored at 58, 65, 72, 79, 86, 93, 100, 107 and 114 DAT (days after transplanting). *Helicoverpa armigera* was more abundant, representing around 98% of the samples, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) represented 2% and *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) had zero occurrence. The plinazolin+ (150 ml ha⁻¹) and plinazolin+ (200 ml ha⁻¹) treatments both represented average values of 1.25% boring fruits, with this value representing 3.2 times less than that tolerated by processing agro-industries. The tomato fruit borer attack was earlier in the control at 65 DAT (days after transplanting) at the control treatment. In the spinetoram and cyantraniliprole++ treatments, the onset of attacks on the fruits occurred after 86 DAT. Chlorfenapyr and indoxacarb protected fruit from borer up to 93° DAT and lufenuron+ from 100° DAT. In plots with plinazolin+ (150 ml ha⁻¹) and plinazolin+ (200 ml ha⁻¹), tomato fruits only showed damage from 107 DAT onwards. The percentage of bored fruits in the control reached peaks of more than 40%. In the treatments lufenuron+, spinetoram, chlorfenapyr, indoxacarb and cyantraniliprole++ peaks between 20% and 15% of boring fruits. While in the plinazolin+ (150 ml ha⁻¹) and plinazolin+ (200 ml ha⁻¹) treatments the percentage of bored fruits did not exceed 5%. Our results suggest that isocycloseram can become an important phytosanitary management option against *H. armigera* by foliar spraying to tomato plants for industrial processing.

Keywords: Chemical Control, Isocycloseram, tomato fruit borer, *Solanum lycopersicum*, Solanaceae.

1. INTRODUÇÃO

A produção de tomate industrial no estado de Goiás tem alcançado posição de destaque no cenário nacional há quase duas décadas (Carvalho & Pagliuca 2007). Esse crescimento foi impulsionado pela instalação, na região Centro-Oeste, de agroindústrias que processam essa matéria prima, oferecendo alimentos industrializados ou semiprontos como molhos, extratos, ketchup e etc (IBGE 2015). Todavia, a incidência de insetos e patógenos ainda é um grande entrave fitossanitário à essa planta (Duan et al. 2015). O uso e a forma da irrigação, através de pivô central, praticada nas lavouras de tomate industrial, em Goiás, justificam essa afirmação. Enquanto essa tecnologia possui a capacidade de blindar as lavouras contra pragas severas (encontradas em outras regiões brasileiras e outros sistemas de cultivo do tomateiro, como o tutorado), principalmente aquelas monófagas, isso não aparenta ser verídico para aquelas polífagas, como *Helicoverpa armigera* que causa danos, principalmente, nos frutos do tomateiro.

O perigo com *H. armigera* é latente pois as plantas que comumente antecedem em escala temporal o tomateiro, como a soja e o milho, também são hospedeiras dessa praga (Moraes et al. 2020). A importância das pontes verdes para o estabelecimento de pragas entre safras sucessivas tem sido associada com altas infestações de insetos polífagos, mesmo em cultivos considerados botanicamente diferentes (Mir et al. 2022). *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae), ambas pragas severas em tomateiro, possuem em comum a lesão através de brocas nos frutos. *Tuta absoluta* tende a declinar sua população em estações chuvosas (Sylla et al. 2018) e a irrigação do tomateiro via pivô central (utilizada nesse ensaio) com lâmina de água requerida de 600 mm (Santos 2019) interfere na sua baixa ocorrência. A baixa umidade relativa do ar na região sul do estado de Goiás (como no município de Morrinhos, por exemplo) com média de 28% de umidade relativa (UR), entre os meses de maio a junho (intervalo mais apropriada para plantio do tomate para processamento industrial) de toda forma reduz a incidência de *N. elegantalis* que prefere valores acima de 65% de UR (Silva et al. 2017).

O método químico de controle é ainda aquele com melhor operacional e eficiência contra insetos-praga em ambientes abertos de campo, como nas lavouras de tomate para processamento industrial (Reddy & Tangtrakulwanich 2013). Dentre os inseticidas propostos no presente estudo, o *plinazolin®* Technology que compõe comercialmente uma mistura de fábrica entre dois grupos químicos: isoxazolinas (isocicloseram) e avermectinas (benzoato de

emamectina) foi avaliado. As isoxazolinas 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 à 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 na proteção de frutos de tomateiro contra *Helicoverpa armigera*. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade de proteção contra danos causados pela broca-grande-do-tomateiro do produto plinazolin (em mistura de fábrica com o benzoato de emamectina), em duas doses, através de pulverizações foliares em plantas de tomateiro para processamento industrial em comparação com os principais inseticidas registrados pelo MAPA e utilizados para essa finalidade.

2. 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, à 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, 28 % 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 a 7 cm de profundidade) foi realizado manualmente, enquanto que a adubação de cobertura com auxílio do próprio sistema de irrigação via pivô central. A adubação nitrogenada seguiu 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 transplantio, seguindo as doses de 300 kg ha⁻¹ de PO₅ 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 transplantio, 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 transplantio 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 (Awat 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 transplantadas por parcela experimental, totalizando 4266 mudas transplantadas em todo o estudo. Até o 15º DAT aquelas mudas sem pagamento 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 n° 06221, compreendeu a uma mistura de fábrica entre os produtos benzoato de emamectina (avermectina) e lufenuron (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 ha⁻¹ com volume de calda de 300 L ha⁻¹.

O espinetoram (CTVA Proteção de Cultivos Ltda, Barueri, SP) possui registro no MAPA de n° 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. 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). 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 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 a 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 17:00 horas, e foram realizadas semanalmente aos 58, 65, 72, 79, 86, 93, 100, 107 e 114 DAT (dias após o transplante). 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).

Para cada parcela experimental os frutos de tomate verdes ou maduros foram periodicamente analisados em número de 30 por parcela experimental dos 58 dias após o transplante (DAT) até os 114 DAT, semanalmente. Os tomates foram colhidos aleatoriamente, de forma manual, e observados quanto à presença ou ausência de sintomas da broca grande do

tomateiro, *Helicoverpa armigera*. Cada fruto de tomate sadio foi separado daqueles frutos broqueados, por parcela. Após esse procedimento, o número de frutos sadios e broqueados foi quantificado para gerar o valor em percentual de frutos broqueados. Para facilitar a identificação dos danos causados por *Helicoverpa armigera*, todos os frutos broqueados foram abertos com canivete para constatação (ou não) da presença da larva dentro do fruto. Adicionalmente, utilizou-se as diferenças relativas ao tamanho das galerias deixadas nos frutos de tomate, bem como a posição do dano ao fruto de tomate, para facilitar a identificação dos danos em função do tipo de broca, além das diferenças morfológicas entre as possíveis larvas causadoras de brocas e que são comuns de ocorrerem na área experimental (Figura 1).

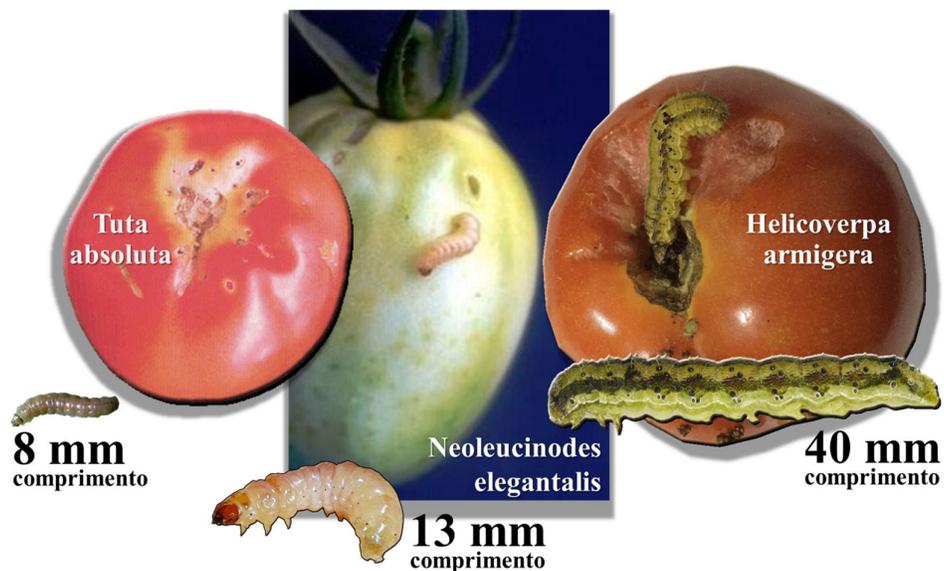


Figura 1. Avaliação dos tipos de danos causados aos frutos de tomate para processamento industrial para fins de identificação* de qual espécie havia causado a lesão. Esquerda: dano causado pela traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Centro: dano causado pela broca-pequena do tomateiro, *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) e Direita: danos causados pela broca-grande do tomateiro, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). A diferenciação dos danos foi associada com o tamanho diferenciado de cada larva, mas também abrindo os frutos danificados com canivete e conferindo a morfologia e coloração das larvas. *Fotos meramente ilustrativas, portanto, não estão em escala real.

O percentual de frutos broqueados foi quantificado em função dos blocos, tratamentos e intervalos de dias após o transplântio (DAT) das mudas de tomate para processamento industrial. 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 constatamos normalidade na distribuição dos dados, portanto, sem 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.

3. RESULTADOS

A broca-grande-do-tomateiro, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), foi o inseto-praga mais abundante nas nossas amostras representando cerca de 98% das identificações (Figura 2). *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) representou 2% das amostras avaliadas, enquanto para *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) não foram observados registros durante o período experimental (Figura 2).

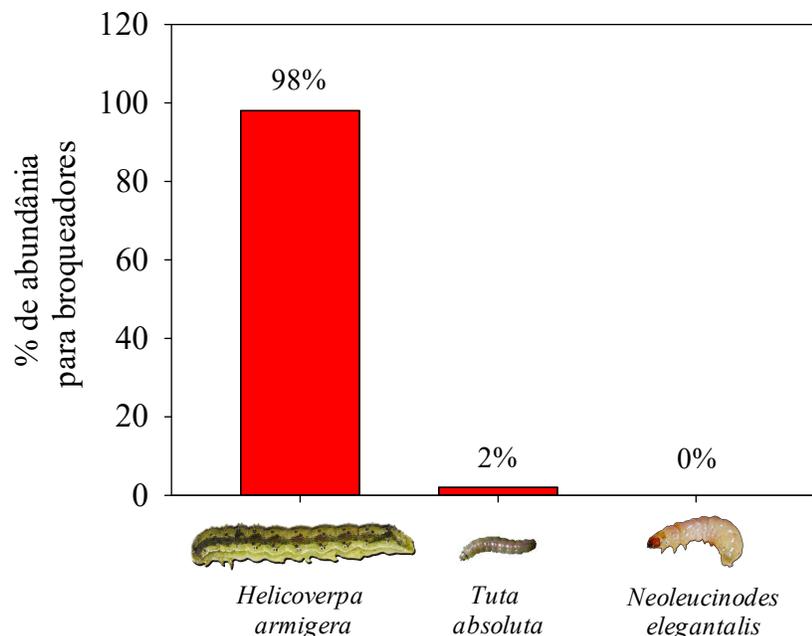


Figura 2. Percentual de abundância (valor absoluto) para as espécies* broqueadoras de fruto em tomate para processamento industrial (cv. Heinz 9553) amostradas através da identificação das suas larvas em fruto perfurados na área experimental (Morrinhos, Goiás, Brasil) entre os meses de abril a junho de 2022. *Fotos meramente ilustrativas, portanto, não estão em escala

real.

Diferenças significativas ($F= 18,22$, $P= 0,02$) com relação aos valores do percentual de frutos broqueados entre tratamentos foram observadas (Figura 3). O tratamento testemunha apresentou um percentual de frutos broqueados de 27,03% equivalendo em 6,74 vezes a mais do que o limite exigido pelas principais agroindústrias de atomatados do Brasil (apenas 4%). O tratamento com o segundo maior valor percentual para frutos broqueados foi o ciantraniliprole++ (5,74%), seguido do lufenuron+ (5,23%), espinetoram (5,07%), clorfenapir (4,23%) e indoxacarbe (3,19%). Todos esses últimos cinco tratamentos estatisticamente semelhantes entre si (Figura 3). Todavia, os tratamentos plinazolin+ (150) e plinazolin+ (200) representaram, ambos, valores de apenas 1,25% de frutos broqueados distinguindo-se significativamente dos demais tratamentos (Figura 3). Esse valor representando 3,2 vezes a menos do que o tolerado de 4% pelas agroindústrias de processamento de atomatados.

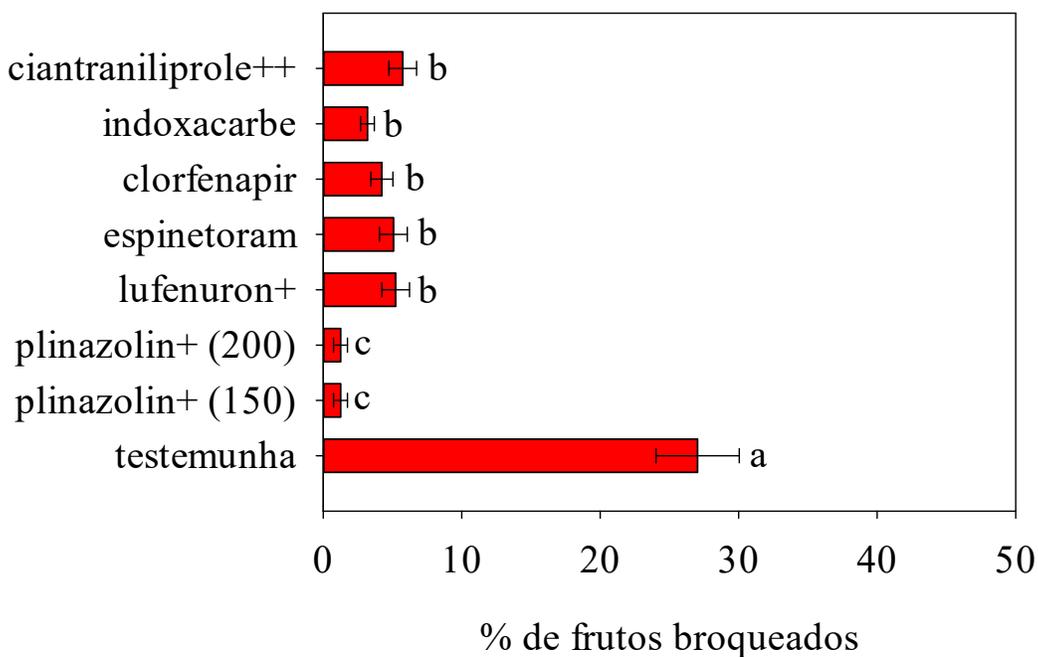


Figura 3. Percentual de frutos de tomate para processamento industrial (cv. Heinz 9553) broqueados (média \pm EP¹) por *Helicoverpa armigera* em função dos tratamentos: (T1) controle absoluto (apenas água), (T2) plinazolin+benzoato de emamectina na dose de 150 ml ha⁻¹, (T3) plinazolin+benzoato de emamectina na dose de 200 ml ha⁻¹, (T4) lufenuron+benzoato de emamectina, (T5) espinetoram, (T6) clorfenapir, (T7) indoxacarbe e (T8) ciantraniliprole+abamectina. ¹Letras 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 percentual de frutos broqueados ao longo do tempo percebeu-se o aumento dos danos ao longo do tempo, independente dos tratamentos (Figura 4). Porém, além dos valores de percentual de frutos broqueados, o que diferenciou os tratamentos foi o período de início do aparecimento de frutos broqueados ao longo do tempo (Figura 4). Nesse caso, o tratamento que resultou no ataque da broca-grande-do-tomateiro mais precoce foi a testemunha aos 65 DAT (Figura 4). Nos tratamentos espinetoram e ciantraniliprole++ o início dos ataques aos frutos ocorreram a partir dos 86 DAT. Nos tratamentos clorfenapir e indoxacarbe os frutos foram broqueados a partir do 93° DAT. No tratamento lufenuron+ a partir do 100° DAT e, por fim, nos tratamentos plinazolin+ (150) e plinazolin+ (200) os frutos de tomate iniciaram a apresentar danos devido à broca grande, apenas, aos 107 DAT (Figura 4). Importante também salientar que quando nos referimos aos valores relativos aos percentuais de frutos broqueados, no tratamento testemunha esse valor alcançou picos de até mais de 40%. Nos tratamentos lufenuron+, espinetoram, clorfenapir, indoxacarbe e ciantraniliprole++ com picos entre 20% e 15% dos frutos broqueados. Enquanto que nos tratamentos plinazolin+ (150) e plinazolin+ (200) o percentual de frutos broqueados não ultrapassou os 5% (Figura 4).

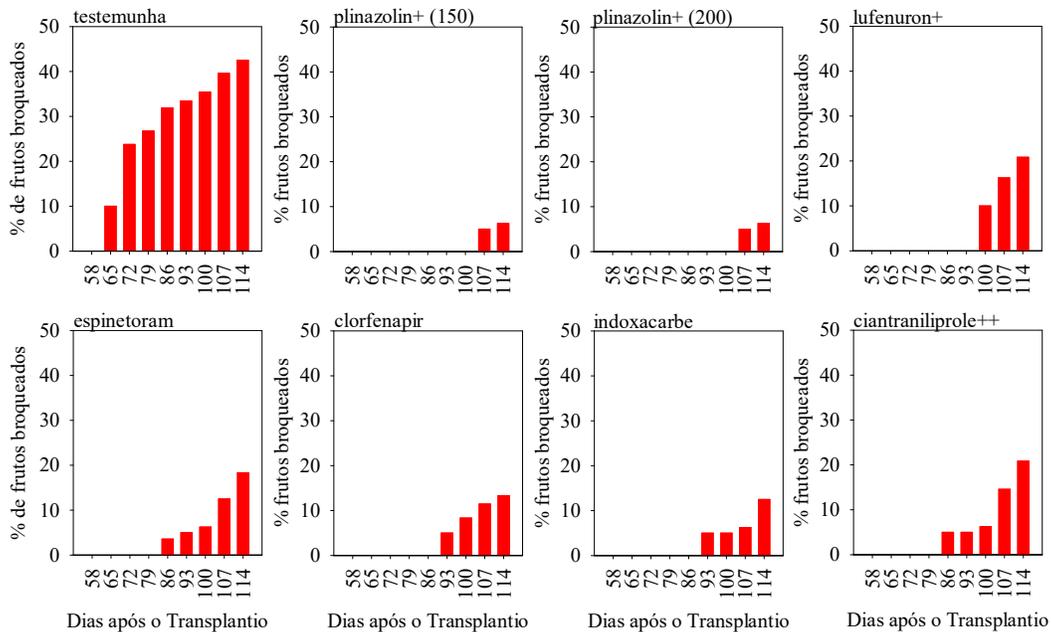


Figura 4. Percentual de frutos de tomate para processamento industrial (cv. Heinz 9553) broqueados (médias) por *Helicoverpa armigera* em função dos tratamentos aplicados semanalmente aos 58, 65, 72, 79, 86, 93, 100, 107 e 114 DAT (dias após o transplantio): (T1)

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.

4. DISCUSSÃO

A maior abundância absoluta da broca-grande-do-tomateiro, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), nas amostras com frutos broqueados no nosso ensaio confirma essa praga como uma daquelas de maior preocupação em todo território nacional e em vários cultivos (Czepak et al. 2013). Esse inseto tem gerado preocupação, inclusive em lavouras de tomate, pois além da sua larva ter maior comprimento corpóreo em comparação às outras brocas (ver Figura 1), gerando maiores danos ao fruto, ela também tem sido associada em processos de hibridização com *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae), uma praga associada ao milho, gerando indivíduos com perfil genético diferente dos seus parentais o que requer estratégias de manejo peculiares (Cordeiro et al. 2020). Na área experimental, antes do plantio do tomate, havia sido plantada soja uma espécie de importância econômica que também hospeda *H. armigera* (Moraes et al. 2020). O que nos faz crer que essa ponte verde pode ter favorecido a manutenção da *H. armigera* em campo. A importância das pontes verdes para o estabelecimento de pragas entre cultivos diferentes tem sido referenciada na literatura como motivo de altas infestações de insetos polípagos, mesmo em cultivos considerados botanicamente diferentes (Mir et al. 2022). Todavia, a presença de pontes verdes, entre estações de cultivo, favorece a ocorrência de insetos polípagos, mas não necessariamente beneficia insetos oligófagos como *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) sendo esse último, inclusive, sem registros durante o período experimental. *Tuta absoluta* tende a declinar sua população em estações chuvosas (Sylla et al. 2018) e a irrigação do tomateiro via pivô central (utilizada nesse ensaio) com lâmina de água requerida de 600 mm (Santos 2019) podem estar relacionados para sua baixa ocorrência. A baixa umidade relativa do ar durante o período experimental (média de 28%) também pode ter favorecido a ocorrência nula para *N. elegantalis* que prefere valores acima de 65% (Silva et al. 2017).

Os tratamentos com maior potencial de proteção (devido aos baixos percentuais de frutos broqueados) em tomate para processamento industrial contra o ataque de *Helicoverpa armigera* e que mantiveram essa praga por mais tempo sem causar danos aos frutos foram aqueles constituídos pelo plinazolin+ (em mistura com benzoato de emamectina), independente

da dose avaliada (150 ou 200 ml ha⁻¹). O plinazolin⁺ que avaliamos foi uma mistura de fábrica entre dois grupos químicos: isoxazolinas (isocloseram) e avermectinas (benzoato de emamectina). Aquele primeiro sendo uma nova molécula lançada 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). Pelo fato de ter sido lançado recentemente no Brasil (2022/2023) os mecanismos que levam à sua alta eficiência contra insetos-praga, principalmente sob condições de campo, ainda precisam de uma maior amplitude de resultados. Porém a sua performance como molécula potencialmente protetora em cultivos tem sido apontada (Bekelja et al. 2024). Sua estabilidade à luz solar e as propriedades resistentes à chuva ou molhamento pela irrigação tem sido referenciado como aspectos diferenciais dessa nova molécula (Blythe et al. 2022). E isso, apesar de não ter sido convenientemente avaliado no presente estudo, pode auxiliar no entendimento da sua alta performance em comparação com os demais tratamentos aqui avaliados contra larvas de *Helicoverpa armigera*.

O benzoato de emamectina é uma mistura entre avermectinas (80% de avermectina B1a e 20% de avermectina B1b) e originada da fermentação da bactéria *Streptomyces avermitilis*, encontrada comumente no solo (Hayes & Laws 2013). O benzoato de emamectina é um inseticida, acaricida e nematocida seletivo (Clark et al. 1994) que interrompe os canais de cloreto de ácido gama-aminobutírico (GABA), canal de cloreto de glutamato e outros canais de cloro no sistema nervoso (Xu et al., 2016). Este inseticida tem sido demonstrado como eficiente contra noctuídeos em soja, milho e algodão com seu uso comercial no Brasil liberado a partir de 2014 (Rampelotti-Ferreira et al. 2021) para uso emergencial contra a própria *H. armigera* (MAPA 2014). Portanto, acreditamos que a união binária na mesma formulação entre isoxazolinas (isocloseram) e avermectinas (benzoato de emamectina) tenha gerado uma maior proteção aos frutos do tomateiro pelo fato que nesse tratamento os sítios de ação de ambas as moléculas são diferentes ocorrendo complementariedade, ou seja, sinergismo.

A capacidade de proteção entre tratamentos químicos com misturas binárias (plinazolin⁺, lufenuron⁺ e ciantraniliprole⁺⁺) contra aqueles sem mistura na sua formulação (espinetoram, clorfenapir e indoxacarbe) deve ser considerada com cautela em termos comparativos. Pois não avaliamos, para aqueles inseticidas em mistura na sua formulação, seus princípios ativos isolados. Porém, nos cabe aqui salientar que a união de duas moléculas com distintos modos de ação e prontamente já disponíveis através de uma formulação de fábrica tem

sido apontada como eficiente contra pragas agrícolas e, inclusive, importante para o manejo da resistência à inseticidas (Lietti et al. 2005, Sudo et al. 2017) com baixo risco de resistência cruzada, como no próprio caso do plinazolin+ (Blythe et al. 2022).

Nossos resultados foram relativos à amostragem da população da broca-grande-do-tomateiro, apenas, na sua fase larval com danos nos frutos e controle exclusivamente através do método químico de controle. Dessa forma, salientamos que a eficiência dos tratamentos demonstrada aqui não considerou a população real da *Helicoverpa armigera*, pois as fases de ovo, pupa e adultos não foram consideradas. Outras formas de manejo como o controle comportamental e biológico poderão ser exploradas e, inclusive, deverão ser avaliadas em próximos trabalhos para fins de constatação do sinergismo (ou não) com aqueles tratamentos sem misturas binárias (espinetoram, clorfenapir e indoxacarbe) que avaliamos. De toda forma, deve-se ressaltar que esses três últimos produtos possuem grande importância no manejo de *Helicoverpa armigera* em plantas de tomate, caso sejam considerados como opções para rotacionar princípios ativos, devido à alta frequência de aplicações de inseticidas químicos requeridas por essa planta durante, praticamente, todo o seu ciclo fenológico e independente da sua finalidade comercial (tomates para processamento agroindustrial, tomates para mesa ou gourmet).

Cabe aqui salientar que os tratamentos ciantraniliprole++, espinetoram, clorfenapir, indoxacarbe e lufenuron+ apresentaram resultados satisfatórios quanto à proteção dos frutos de tomate para processamento industrial, com percentuais de frutos broqueados variando entre 5,74 à 3,19% o que está próximo ao tolerável pelas agroindústrias que processam essa matéria-prima (4%). E salientando que para cada um desses tratamentos houve aplicação exclusiva (mesmo princípio ativo), sem ter havido o manejo de rotação dos mesmos. Inseticidas com propriedades translaminares têm sido recomendados para controle de traças e moscas-minadoras, pois esses insetos permanecem no mesófilo foliar (Hernández et al. 2011, Weintraub et al. 2017), aumentando, portanto, os riscos de exposição e também são consideradas pragas importantes em tomateiro no Brasil. E isso deve ser considerado no manejo químico de pragas em tomateiro para processamento industrial. Apesar da baixa ocorrência de *Tuta absoluta* aqui amostrada, esse inseto ainda é problemático em diversas regiões brasileiras e, inclusive no estado de Goiás, quando o tomate de mesa (tutorado) é considerado. O plinazolin+ não possui propriedade translaminar o que reforça ainda mais nossa sugestão de considerar os demais tratamentos aqui avaliados em estratégias de rotação de ingredientes ativos. A versatilidade de

inseticidas translaminares o tornam fundamentais na proteção de plantas pela habilidade de controlar uma maior amplitude de pragas (Joshi et al. 2018), além da própria *Helicoverpa armigera*.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que o controle químico utilizando o produto plinazolin, em combinação com o benzoato de emamectina, apresentou resultados promissores no manejo da *Helicoverpa armigera* em plantações de tomate para processamento industrial. Os tratamentos com plinazolin se destacaram ao reduzir significativamente o percentual de frutos broqueados, evidenciando-se como uma alternativa eficaz e viável para proteção fitossanitária no campo.

Além disso, observou-se que os demais tratamentos avaliados, embora eficientes, não alcançaram o mesmo nível de proteção oferecido pelo plinazolin, especialmente em comparação aos critérios de tolerância das indústrias de processamento de tomate. Isso reforça a importância de se continuar investindo em novas moléculas e estratégias de manejo para garantir a sustentabilidade da produção de tomate e mitigar os impactos causados por pragas de difícil controle como a *H. armigera*.

Portanto, conclui-se que o plinazolin, aliado ao benzoato de emamectina, é uma ferramenta promissora no manejo fitossanitário desta cultura, contribuindo para a redução de perdas econômicas e para a manutenção da qualidade dos frutos processados.

6. AGRADECIMENTOS

Aos alunos do curso bacharelado em Agronomia do IF Goiano 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, 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. E, por fim, ao PPGOL do Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, pela oportunidade concedida em estar me capacitando profissionalmente.

7. REFERÊNCIAS

ÁVILA, Crébio José; VIVAN, Lúcia Madalena; TOMQUELSKI, Germison Vital. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hubner)(Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. 2013.

Awas G, T Abdisa, K Tolosa & A Chali. 2010. Effect of inter-row spacing with double row arrangement on yield and yield component of tomato (*Lycopersicon esculuntum* Mill.) at Adami Tulu Agricultural Research Center (Central Rift Valley of Oromia, Ethiopia). **African Journal of Agricultural Research**. 6: 2978-2981.

Bekelja KM, S Malone, V Mascarenhas & S Taylor. 2024. A novel insecticide, isocycloseram, shows promise as an alternative to chlorpyrifos against a direct pest of peanut, *Diabrotica undecimpunctata* Howardi (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology*. 117: 537-544.

Blythe J, FGP Earley, K Piekarska-Hack, L Firth, J Bristow, EA Hirst, JA Goodchild, E Hillesheim & AJ Crossthwaite. 2022. The mode of action of isocycloseram: A novel isoxazoline insecticide. **Pesticide Biochemistry and Physiology**. 187: 105217.

Carvalho JL & LG Pagliuca. 2007. Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**. 6: 6-14.

Clark JM, JG Scott, F Campos & JR Bloomquist. 1994. Resistance to avermectins: extent, mechanisms, and management implications. **Annual Review of Entomology**. 40:1-30.

Cordeiro EMG, LM Pantoja-Gomez, JB de Paiva, ARB Nascimento, C Omoto, AP Michel & AS Correa. 2020. Hybridization and introgression between *Helicoverpa armigera* and *H. zea*: an adaptational bridge. **BMC Evolutionary Biology**. 20: 61.

Czepak C, KC Albernaz, LM Vivian, HO Guimaraes & T Carvalhais. 2013. Primeira ocorrência relatada de *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 43: 110-113.

Duan J, B Zhao, Y Wang & W Yang. 2015. Development and validation of a standard area diagram set to aid estimation of bacterial spot severity on tomato leaves. **European Journal of Plant Pathology**. 142: 665-675.

HANAFY, Hamdy EM; EL-SAYED, Walaa. Efficacy of bio-and chemical insecticides in the control of *Tuta absoluta* (Meyrick) and *Helicoverpa armigera* (Hubner) infesting tomato plants. **Australian Journal of Basic and Applied Science**, v. 7, n. 2, p. 943-948, 2013.

Hayes WJ & ER Laws. 2013. *Handbook of pesticide toxicology, classes of pesticides*. Jr. Elsevier. 3:1451-1453.

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

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Sistema IBGE de recuperação automática. SIDRA – Banco de dados Agricultura. 2018. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 05 de maio de 2024.

- Joshi A, RB Thapa & D Kalauni. 2018. Integrated management of south american tomato leaf miner [*Tuta absoluta* (Meyrick)]: a review. **Journal of the Plant Protection Society**. 5: 70-86.
- KUSS, Cassiano Carlos et al. Controle de Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 527-536, 2016.
- Lietti MMM, E Botto & RA Alzogaray. 2005. Insecticide resistance in argentine populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**. 34:113-119.
- MAPA - **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2014. Portaria MAPA 32/2014. Brasília:MAPA. Disponível em: <http://www.indea.mt.gov.br/documents/363967/8547095/portaria_mapa_032-2014_de_15-01-2014.pdf/ae3566b4-5a34-5d4c-620b-8edf27982398>. Acesso em: 5 de maio de 2024.
- MICHEREFF FILHO, M. et al. Determinação dos níveis de dano econômico e de controle para Helicoverpa armigera (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro para processamento industrial. 2021.
- Mir MS, A Saxena, RH Kanth, W Raja, KA Dar, SS Mahdi, TA Bhat, NB Naikoo, A Nazir, Z Amin, T Mansoor, MZ Myint, MR Khan, I Mohammad & SA Mir. 2022. Role of Intercropping in Sustainable Insect-Pest Management: A Review. **International Journal of Environment and Climate Change**. 12: 3390-3404.
- Moraes RFO, AL Boiça Júnior, WI Eduardo & ZA Ribeiro. 2020. Oviposition behavior of *Helicoverpa armigera* in soybean. **Arquivos do Instituto Biológico**. 87: 1-7. e1252018.
- Rampelotti-Ferreira FT, LV Thiesen, JN Corassa, A Nardon, LV Santos, D Rosa & RM Pitta. 2021. Uso eficaz de benzoato de emamectina para o manejo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **BioAssay**. 12: ba12001.
- Reddy GVP & K Tangtrakulwanich. 2013. Action threshold treatment regimens for red spider mite (Acari: Tetranychidae) and tomato fruitworm (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato. **Florida Entomologist**. 96: 1084-1096.
- Santos AP. 2019. Déficit hídrico induzido em diferentes fases fenológicas no cultivo do tomate industrial. Dissertação de Mestrado. **Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. 64p.
- Silva RS, L Kumar, F Shabanib & MC Picanço. 2017. Potential risk levels of invasive *Neoleucinodes elegantalis* (small tomato borer) in areas optimal for open-field *Solanum lycopersicum* (tomato) cultivation in the present and under predicted climate change. **Pest Management Science**. 73: 616-627.
- Sudo M, D Takahashi, DA Andow, Y Suzuki & T Yamanaka. 2018. Optimal management strategy of insecticide resistance under various insect life histories: heterogeneous timing of selection and interpatch dispersal. **Evolutionary Applications**. 11: 271-283.
- Sylla S, O Seydi, K Diarra & T Brévault. 2018. Seasonal decline of the tomato leafminer, *Tuta absoluta*, in the shifting landscape of a vegetable-growing area. **Entomologia Experimentalis**

et Applicata. 166: 638-647.

TALEKAR, N. S.; OPENA, R. T.; HANSON, P. Helicoverpa armigera management: a review of AVRDC's research on host plant resistance in tomato. **Crop Protection**, v. 25, n. 5, p. 461-467, 2006.

Weintraub PG, SJ Scheffer, D Visser, G Valladares, AS Correa, M Shepard, A Rauf, ST Murphy, N Mujica, C MacVean, J Kroschel, M Kishinevsky, RC Joshi, NS Johansen, RH Hallett, HS Civelek, B Chen & HB Metzler. 2017. The Invasive *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae): understanding its pest status and management globally. **Journal of Insect Science**. 17: 1-27.

Xu X, C Sepich, RJ Lukas, G Zhu & Y Chang. 2016. Emamectin is a non-selective allosteric activator of nicotinic acetylcholine receptors and GABAA/C receptors. **Biochemical and Biophysical Research Communications**. 473: 795-800.