

## Tomada de decisão para controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomate industrial através de armadilhas com feromônio sexual



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Hortaliças  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
240**

Tomada de decisão para controle de  
*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera:  
Noctuidae) em tomate industrial através de  
armadilhas com feromônio sexual

*Miguel Michereff Filho  
Nayara Cristina de Magalhães Sousa  
Antônio Williams Moita  
Paloma Alves da Silva  
Karla Fernanda Ayres de Souza Silva  
Patrícia Santos da Silva  
Jorge Braz Torres*

Exemplares desta publicação  
podem ser adquiridos na

**Embrapa Hortaliças**

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

Caixa Postal 218

Brasília-DF

CEP 70.275-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Hortaliças

Presidente

*Henrique Martins Gianvecchio Carvalho*

Editora Técnica

*Flávia M. V. Clemente*

Secretária

*Clidineia Inez do Nascimento*

Membros

*Geovani Bernardo Amaro*

*Lucimeire Pilon*

*Raphael Augusto de Castro e Melo*

*Carlos Alberto Lopes*

*Marçal Henrique Amici Jorge*

*Alexandre Augusto de Morais*

*Giovani Olegário da Silva*

*Francisco Herbeth Costa dos Santos*

*Caroline Jácome Costa*

*Iriani Rodrigues Maldonade*

*Francisco Vilela Resende*

*Italo Morais Rocha Guedes*

Normalização Bibliográfica

*Antonia Veras de Souza*

Projeto gráfico da coleção

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica

*André L. Garcia*

Imagem da capa

*Moises Lopes Fernandes*

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Hortaliças

---

Tomada de decisão para controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner)  
(Lepidoptera: Noctuidae) em tomate industrial através de armadilhas com  
feromônio sexual / Miguel Michereff Filho ... [et al.]. - Brasília, DF: Embrapa  
Hortaliças, 2021.

29 p. : il. color. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa  
Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 240).

1. *Solanum lycopersicum*. 2. Lagarta. 3. Controle biológico. I. Michereff  
Filho, Miguel. II. Embrapa Hortaliças. III. Série.

CDD 635.642

## Sumário

---

Resumo .....	7
Abstract .....	9
Introdução.....	11
Material e Métodos .....	14
Resultados e Discussão .....	15
Conclusão.....	25
Referências .....	27

## Tomada de decisão para controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomate industrial através de armadilhas com feromônio sexual

Miguel Michereff Filho<sup>1</sup>

Nayara Cristina de Magalhães Sousa<sup>2</sup>

Antonio Williams Moita<sup>3</sup>

Paloma Alves da Silva<sup>4</sup>

Karla Fernanda Ayres de Souza Silva<sup>5</sup>

Patrícia Santos da Silva<sup>6</sup>

Jorge Braz Torres<sup>7</sup>

**Resumo** – *Helicoverpa armigera* (Hübner) demanda regularmente rápida adoção de práticas de controle devido ao seu potencial de causar redução na produção de tomate para processamento industrial. Este trabalho teve por objetivo subsidiar a tomada de decisão para controle desta praga através do número de mariposas machos capturados em armadilhas iscadas com feromônio sexual sintético. O estudo foi realizado em 11 cultivos de tomateiro para processamento durante as safras de 2015 e 2016. O levantamento foi iniciado na fase de floração, com sete armadilhas instaladas ao longo da borda de cada cultivo e distanciadas a 100 m entre si. O registro da captura de machos nas armadilhas foi realizada duas vezes por semana. Simultaneamente, a infestação da praga e os danos aos frutos foram avaliados em 70 plantas por lavoura. A captura de machos correlacionou-se com a densidade de lagartas e a porcentagem de frutos broqueados verificados entre uma e duas semanas após a inspeção da armadilha. Com base na análise de regressão entre a captura de machos e a porcentagem de frutos broqueados, a decisão para controle de *H. armigera* é indicada quando, em média, três a seis machos forem capturados por armadilha ao longo da semana.

**Palavras-chaves:** Heliiothinae, MIP, monitoramento, decisão de controle, semioquímico, *Solanum lycopersicum*.

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Doutor em Entomologia, Pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

<sup>2</sup> Bióloga, Doutoranda em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

<sup>3</sup> Matemático, Mestre em Estatística, Pesquisador aposentado da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

<sup>4</sup> Engenheira-agrônoma, Estagiária na Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

<sup>5</sup> Bióloga, Doutoranda em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

<sup>6</sup> Engenheira-agrônoma, Bolsista FAPDF, Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

<sup>7</sup> Engenheiro-agrônomo, Doutor em Entomologia, Professor do Departamento de Agronomia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

## Decision making for control of the *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in processing tomato based on sexual pheromone traps

**Abstract** – This work aimed to support decision making to control this pest through the number of male moths caught in traps baited with synthetic sex pheromone. The study was carried out on 11 tomato fields for processing during the 2015 and 2016 cropping seasons. The survey was initiated at the flowering stage with traps set up along the field borders and with 100 m distance each other. Evaluations of adult male capture in the traps were conducted twice a week. Simultaneously, pest infestation and damage to fruits were evaluated in 70 plants per crop. The males capture was correlated with the densities of larvae and the percentage of damaged fruits verified between one and two weeks after the inspection of the trap. Based on the outcome of the regression analysis between adult moth captured and percentage of damaged fruits, the control decision is suggested when, on average, three to six adults are captured per trap during one week.

**Keywords:** Heliiothinae, IPM, monitoring, control decision, semiochemical, *Solanum lycopersicum*.

## Introdução

---

*Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) é amplamente distribuída na Ásia, África, Europa e Oceania (European Plant Protection Organization, 2021). Recentemente, sua ocorrência foi estendida para o continente americano, sendo detectada no Brasil (Czepak et al., 2013; Specht et al. 2013) e Paraguai (Senave, 2013) em 2013, Argentina em 2014 (Murúa et al., 2014), Bolívia em 2015 (Kriticos et al., 2015) e no Uruguai em 2016 (Castiglioni et al., 2016). Em 2014, sua presença foi relatada em Porto Rico (NAPPO, 2014). Também foram feitas interceptações em portos de entrada nos Estados Unidos (Gilligan et al., 2019). No Brasil, focos iniciais da praga foram registrados nas safras de 2011 e 2012 no estado de Goiás e no oeste da Bahia, com altas infestações em lavouras de algodão, soja, feijão, milho e tomate (Ávila et al., 2013; Czepak et al., 2013). Atualmente essa praga ocorre em vários estados brasileiros e surtos populacionais em cultivos de tomateiro na região Centro-Oeste têm sido constatados em intervalos de 3 a 5 anos, principalmente naquelas lavouras com produção para processamento industrial (Michereff Filho et al., 2021a,b).

Os adultos de *H. armigera* são atraídos por flores que produzem néctar, sendo esse recurso importante na seleção do hospedeiro, com influência direta na capacidade de oviposição (Zalucki et al., 1986; Cunningham et al., 1999). Na fase larval, se alimentam de folhas e caules, mantendo preferência por brotos, flores, frutos e vagens e, conseqüentemente, acarretam injúrias nos hospedeiros tanto na fase vegetativa, mas principalmente nas estruturas reprodutivas (Reed, 1965; Wang; Li, 1984). No tomateiro, os adultos de *H. armigera* preferem a fase reprodutiva, com as infestações aumentando com o surgimento das primeiras flores (Zalucki et al., 1986; Bues et al., 1988; Cameron et al., 2001). As lagartas dessa espécie reduzem a frutificação da planta por consumirem as flores e frutos, sendo a *H. armigera* caracterizada como praga direta ou indireta, dependendo do estágio fenológico do tomateiro.

A rápida adaptação de *H. armigera* às condições brasileiras, aliada à sua alta polifagia, contribuíram para sucessivas infestações, tornando-se necessária a busca por métodos de controle eficientes (Ávila et al., 2013). Embora diferentes táticas de controle possam ser adotadas para o manejo de *H. armigera*, predomina o uso de inseticidas químicos (Torres-Vila et al., 2000; Cameron et



al., 2001), principalmente como medida emergencial de controle de espécies exóticas invasoras (Vivan et al., 2017). Contudo, o uso indiscriminado de inseticidas incide no aumento do número de aplicações por safra, elevando consequentemente o custo de produção (Michereff Filho; Michereff, 2017). Além da perda monetária, o uso abusivo dos inseticidas pode favorecer a ocorrência de surtos de pragas secundárias, o aparecimento de novas pragas, a rápida evolução de resistência a diversos ingredientes ativos em populações de *H. armigera* e a eliminação dos artrópodes benéficos (inimigos naturais e polinizadores) na lavoura (Alvi et al., 2012; Fathipour; Sedaratian, 2013; Michereff Filho; Michereff, 2017; Arthropod..., 2021). Portanto, a racionalização do uso dos inseticidas e a redução dos efeitos negativos desses produtos no agroecossistema são de extrema importância e podem ser contemplados através da adoção de sistemas de monitoramento e de tomada de decisão de controle (Torres-Vila et al., 2000, 2002; Pretty; Bharucha 2015).

Informações sobre a biologia de *H. armigera* e as perdas ocasionadas na produção de tomate em razão da sua infestação já foram geradas (Kouhi et al., 2014; Herald; Tayde, 2018; Michereff Filho et al., 2021a), porém, ainda são necessários estudos para desenvolvimento de um sistema de monitoramento populacional que seja amigável, rápido, e considere a resposta da praga às condições locais do agroecossistema e sua relação com a fenologia da cultura. Nesse contexto, o uso de armadilhas iscadas com feromônio sexual sintético mostra-se como ferramenta promissora para o monitoramento de lepidópteros pragas (Campion, 1983; Ahmed; Khaliq, 2002; Pal et al., 2014).

De acordo com Izquierdo (1996), a utilização de armadilhas iscadas com feromônio sexual sintético visa fornecer informações simples e rápidas que possam ser úteis para indicar a ocorrência da praga no ambiente. O monitoramento com armadilha iscada com feromônio sexual pode ser utilizado para conhecimento da flutuação populacional de adultos ao longo do tempo, independente da presença da cultura alvo no sistema agrícola (Neves et al., 2018). Além disso, a captura de adultos em armadilha, juntamente com o conhecimento da infestação e dano da praga em campo, pode servir de base para o desenvolvimento de modelos de previsão de infestação (Prasannakumar et al., 2009; Neves et al., 2018). Essas informações são cruciais para o processo de tomada de decisão (Qureshi et al., 1993). Uma estratégia eficiente de controle, depende do monitoramento preciso dos



estágios do inseto praga que causam prejuízo, assim como, prever o aumento subsequente desses estágios (Srivastava; Srivastava, 1995). Para as principais espécies de broqueadores encontrados no tomateiro [*H. armigera*, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850), *Chloridea* (= *Heliothis*) *virescens* (Fabricius, 1777), *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) e *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854)] já existem feromônios comerciais disponíveis no mercado nacional.

A tomada de decisão de controle com base na captura de mariposas machos em armadilha de feromônio sexual tem sido empregada com sucesso em vários países, incluindo as espécies *Pectinophora gossypiella* (Saunders, 1844), *Earias insulana* (Boisduval, 1833), *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758), *Cydia nigricana* (Fabricius, 1794), *Leucinodes orbonalis* Guenée, 1854, *Spodoptera litura* (Fabricius, 1775) e *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Macaulay; Lewis, 1977; Teich et al., 1977; Lewis; Sturgeon, 1978; Alford et al., 1979; Kehat et al., 1980; Kehat et al., 1981; Critchley et al., 1985; Henneberry; Naranjo, 1998; Prasannakumar et al., 2009). As informações geradas com o trabalho de amostragem resultaram na redução do custo de controle e consequente redução no número de aplicações de inseticidas, com reflexos altamente positivos na eficiência de manejo da praga (Teich et al., 1977; Kehat et al., 1980; Kehat et al., 1981). Estudos realizados por Qureshi et al. (1993) no Paquistão, recomendaram o início das aplicações de inseticida quando fossem encontradas 9 a 12 mariposas machos de *P. gossypiella* capturados na armadilha por noite em cultivo de algodoeiro. Kondo e Tanaka (1995), em estudos com *Chilo suppressalis* (Walker, 1863) na cultura do arroz no Japão, realizaram a previsão de dano através da captura de adultos em armadilha iscada com feromônio. De acordo com esses autores, as aplicações de inseticida devem ser realizadas após a captura total de 56 machos acumulados nas armadilhas iscadas com feromônio, até o pico de ocorrência das mariposas.

O presente trabalho objetivou determinar um índice de armadilha para subsidiar a tomada de decisão de controle de *H. armigera* em tomateiro. Assim, realizou-se o monitoramento dessa praga durante dois anos em áreas comerciais de tomate para processamento industrial no estado de Goiás, através de armadilhas iscadas com feromônio sexual sintético e determinou-se a relação entre a captura de machos e os níveis subsequentes de infestação e de dano da praga.

## Material e Métodos

---

### Caracterização dos cultivos

O estudo foi realizado em 11 lavouras comerciais de tomateiro para processamento industrial irrigados por pivô, no município de Cristalina-GO (16 ° 21 'S, 47 ° 32' W, altitude de 922 m e 16 ° 18 'S, 47 ° 37' W, altitude de 945 m), em 2015 e 2016, respectivamente. As cultivares de tomate para processamento foram AP533 (Seminis, Missouri, EUA), TY2006 (Seminis, Missouri, EUA) e H9553 (Heinz Seed, Pensilvânia, EUA). As safras de tomate durante esses dois anos foram de abril a agosto de 2015 e de junho a setembro de 2016. Os campos foram cultivados sob as práticas agrícolas comuns para o cultivo do tomateiro na região, adotadas pelo produtor, incluindo aplicações de agrotóxicos para o manejo fitossanitário da cultura.

### Relação entre captura de machos em armadilhas com feromônio e perdas na produção por *Helicoverpa armigera*

Foram utilizadas armadilhas modelo Delta® iscadas com um septo de borracha (produto Bio *Helicoverpa*®; BioControle, Indaiatuba-SP) impregnado com 500 µg da mistura 10:1 de (Z)-11-hexadecenal e (Z)-9-hexadecenal, como descrito por Rothschild et al. (1981). Sete armadilhas com feromônio sexual foram montadas em cada lavoura, sendo fixadas em hastes de ferro, na altura de 50 cm, dentro de cada cultivo, a 2 m da bordadura e com distanciamento entre si de 100 m (Guerrero et al., 2014), de tal forma que contornaram uma porção da área circular coberta pelo pivô central.

As armadilhas foram instaladas durante o período de florescimento do tomateiro, ou seja, 40 dias após o transplante. O período de monitoramento representou 14 e 10 semanas, com funcionamento contínuo da armadilha durante 2015 e 2016, respectivamente. As avaliações foram realizadas duas vezes na semana, mediante registro da quantidade de mariposas machos capturadas nas armadilhas, da densidade de ovos e lagartas nas plantas e da porcentagem de frutos broqueados pela praga. A captura de mariposas nas armadilhas foi avaliada entre 8h e 12h.

As densidades de ovos, lagartas e porcentagem de frutos atacados foram determinadas através da inspeção de 10 plantas escolhidas aleatoriamente e

próximas a cada armadilha de feromônio (ponto de amostragem), totalizando 70 plantas por lavoura, distribuídas ao longo da bordadura e interior do cultivo. Periodicamente, foram coletadas lagartas em cada lavoura e adultos de armadilhas no pico de ocorrência para identificação da espécie por meio da análise da região do DNA mitocondrial contendo o gene de Citocromo Oxidase C subunidade I (COI), conforme descrito em Michereff Filho et al. (2018). Todas as coletas resultaram em 100% de indivíduos de *H. armigera*, haplótipo Harm 1 (Michereff Filho et al. 2021b).

Os dados de captura de mariposas por armadilha foram correlacionados com os níveis de infestação de *H. armigera* (densidade de ovos e lagartas) e dano (porcentagem de frutos broqueados) em 10 plantas. Além disso, o número médio de ovos, lagartas e a porcentagem de frutos broqueados registrados na semana (n) foram correlacionados com o número de machos capturados na semana (n), uma (n-1) e duas semanas (n-2) anteriores ao registro da captura. Para determinação do índice de armadilha como parâmetro para tomada de decisão de controle de *H. armigera*, foi realizada uma análise de regressão da captura de mariposas em função da porcentagem acumulada de frutos broqueados de cada lavoura, ao longo da safra. Como nível de controle (NC), considerou-se 5% de frutos danificados como limite de dano aceito pela indústria de processamento. Os resultados obtidos foram empregados na previsão de infestação e nas perdas da produção em lavouras de tomateiro (80 a 120 ha) para processamento industrial. As análises de correlação linear de Pearson e de regressão foram realizadas no programa SAS, versão 9.0 (SAS Institute, 2002).

## Resultados e Discussão

---

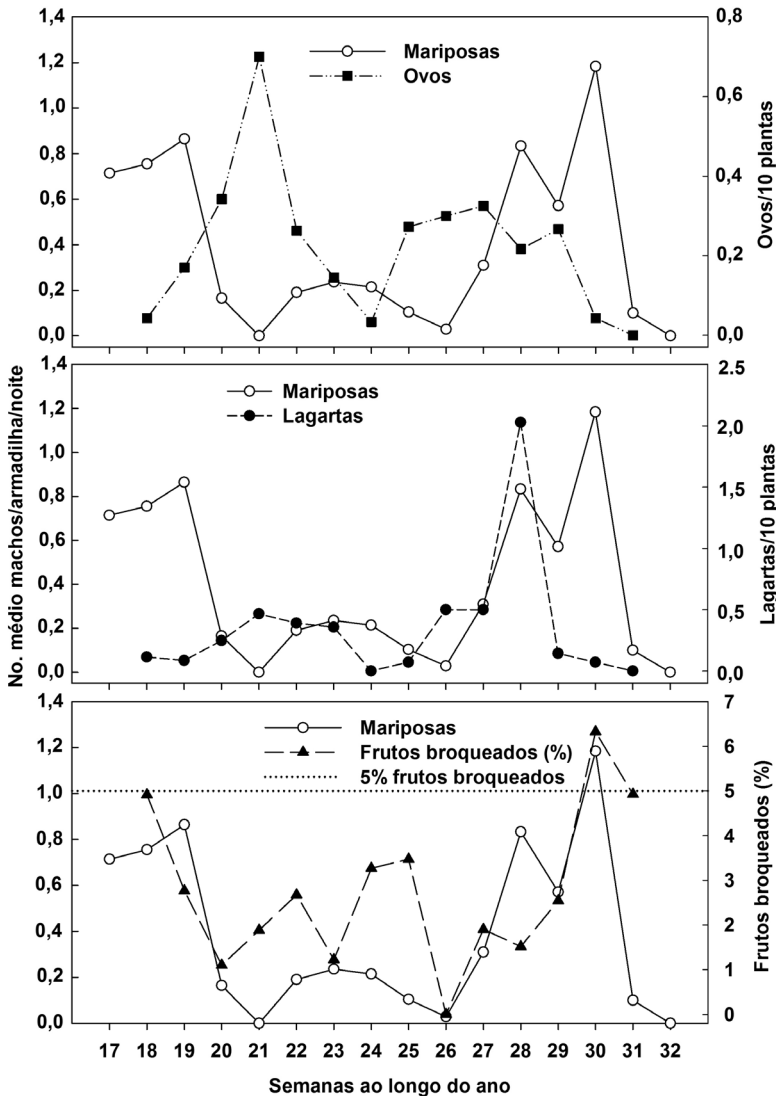
Os registros semanais de captura de mariposas machos nas armadilhas de feromônio (machos/armadilha/noite) evidenciaram os períodos de atividade dos adultos de *H. armigera* em cultivos de tomateiro para processamento industrial na região de Cristalina-GO, em 2015 e 2016. No monitoramento realizado na safra de 2015, que correspondeu aos meses de abril a agosto, as maiores capturas de mariposas ocorreram na 19<sup>a</sup> e na 30<sup>a</sup> semana do ano, ou seja, entre os dias 13 e 20 de maio e 23 e 30 de julho, respectivamente (Figura 1). Nessa mesma safra, as maiores densidades de ovos foram observadas

no início de junho (21<sup>a</sup> semana) e de julho (27<sup>a</sup> semana) (Figura 1). Picos de infestação de lagartas ocorreram na 21<sup>a</sup> e 28<sup>a</sup> semanas, que corresponderam aos períodos de 21 e 28 de maio e de 02 a 09 de julho, respectivamente. Os maiores percentuais de frutos broqueado foram constatados na última semana de abril (18<sup>a</sup> semana) e na penúltima semana de julho (30<sup>a</sup> semana) (Figura 1). Na safra de 2016, o monitoramento foi realizado entre junho e agosto. As maiores capturas de mariposas machos ocorreu na 24<sup>a</sup> e na 34<sup>a</sup> semana do ano, ou seja, entre os dias 14 e 21 de junho e 18 e 25 de agosto, respectivamente (Figura 2).

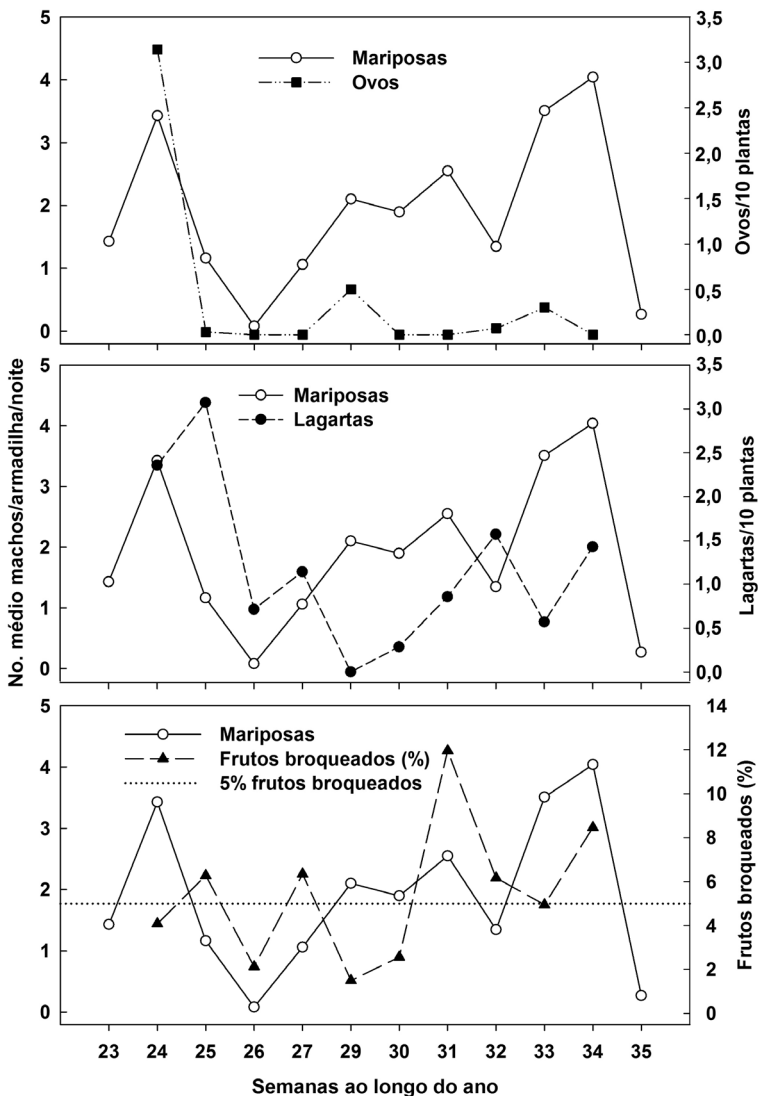
As maiores densidades de ovos foram observadas na 24<sup>a</sup> semana (14 a 21 de junho), ou seja, na mesma semana do primeiro pico de captura de mariposas nas armadilhas (Figura 2) e também coincidiu com o pico da floração nas lavouras da região. As maiores infestações de lagartas no campo ocorreram na 25<sup>a</sup> (17 e 24 de junho) e na 32<sup>a</sup> (12 e 19 de agosto) semanas, respectivamente (Figura 2). Os maiores níveis de frutos broqueados foram registrados durante a 31<sup>a</sup> e 34<sup>a</sup> semanas, ambas em agosto (Figura 2). O declínio generalizado na infestação de mariposas, ovos e lagartas de *H. armigera* nos cultivos de tomateiro industrial a partir da segunda quinzena de agosto coincide com o pico de colheita de frutos da safra na região. Este é um resultado esperado para *H. armigera* porque suas mariposas são mais atraídas para oviposição por plantas de tomateiro nos estágios de floração e frutificação (Zalucki et al., 1986; Cameron et al., 2001).

Nas duas safras estudadas, o número médio de capturas variou de 0 a 4,04 machos/armadilha/noite; a infestação de ovos e lagartas variou de 0 a 3,14 ovos/10 plantas e 0 a 3,07 lagartas/10 plantas, respectivamente. As médias semanais de porcentagem de frutos broqueados nas duas safras variaram de 0 a 12%.

A variação na flutuação populacional de *H. armigera* ao longo do tempo e dentro da safra de tomate era esperada, pois depende da suscetibilidade do hospedeiro ou do estágio preferido deste hospedeiro, a exemplo dos estágios de floração e frutificação do tomateiro, mas também de fatores locais bióticos e abióticos. Malik et al. (2003) relataram que a temperatura e a umidade



**Figura 1.** Valores médios semanais da captura diária de mariposas machos de *Helicoverpa armigera* em armadilhas iscadas com feromônio sexual sintético, da densidade de ovos e de lagartas e da porcentagem de frutos broqueados me cultivos de tomateiro para processamento industrial, na safra de 2015. O eixo Y2 mostra escala diferente dos demais eixos, em razão de diferenças nos valores da variável representada. As linhas pontilhadas indicam o nível de controle (NC) estabelecido pela relação entre a porcentagem média de frutos broqueados e o número de mariposas capturadas nas armadilhas.



**Figura 2.** Valores médios semanais da captura diária de mariposas machos de *Helicoverpa armigera* em armadilhas iscadas com feromônio sexual sintético, da densidade de ovos e de lagartas e da porcentagem de frutos broqueados me cultivos de tomateiro para processamento industrial, na safra de 2016. O eixo Y2 mostra escala diferente dos demais eixos, em razão de diferenças nos valores da variável representada. As linhas pontilhadas indicam o nível de controle (NC) estabelecido pela relação entre a porcentagem média de frutos broqueados e número de mariposas capturadas nas armadilhas.

afetaram o desenvolvimento e distribuição de *H. armigera*. Além disso, Sharma et al. (2012) encontraram uma correlação positiva das temperaturas máximas e mínimas com a captura de mariposas nas armadilhas iscadas com feromônio e a infestação de lagartas em cultivos de grão-de-bico, enquanto a umidade relativa do ar se correlacionou negativamente com essas variáveis. De forma similar, o desenvolvimento e a reprodução dos insetos são diretamente afetados por variações nas temperaturas, o que gera correlações em longas séries de dados, mas torna difícil encontrar correlações em períodos curtos, como o estágio específico da fenologia da cultura devido a influência conjunta de inúmeras variáveis ambientais. No entanto, existe um componente adicional em relação ao *H. armigera* que é o comportamento polífago desta espécie. Embora o tomateiro seja um hospedeiro preferido por *H. armigera* (Ashfaq et al., 2003), a presença de outros hospedeiros alternativos compartilhando a paisagem agrícola exerce uma influência muito relevante na determinação do impacto dessa praga nas lavouras de tomateiro (Zalucki et al., 1986; Rhino et al., 2014). Na região de Cristalina-GO, grandes áreas de tomateiro para processamento industrial são cultivadas de fevereiro a outubro, sob irrigação por pivô central. Dentro deste período de safra, as lavouras de tomateiro compartilham a paisagem com cultivos de soja (outubro-março), algodoeiro (novembro-junho) e milho (quase todo o ano sob irrigação). É muito frequente o cultivo de grandes áreas com híbridos de milho Bt e não Bt (milho doce para processamento industrial), que se estabelecem simultaneamente e/ou paralelamente e até mesmo compartilhando o mesmo pivô central com tomateiro industrial. Durante o inverno seco (junho a setembro) ocorre uma redução significativa na presença das lavouras de algodoeiro e soja; conseqüentemente, os cultivos de tomateiro tornam-se o principal destino para as mariposas de *H. armigera* e de outros noctuídeos. Por outro lado, na entressafra da safra de tomate (novembro-janeiro), milho e soja tornam-se os principais hospedeiros dessas mariposas (Michereff Filho et al., 2021b).

Constatou-se várias associações na análise de correlação entre a quantidade de mariposas capturadas nas armadilhas com feromônio sexual sintético e as densidades de ovos e lagartas e a porcentagem de frutos broqueados, nas duas safras (Tabela 1). Os resultados obtidos apoiam a hipótese de que as capturas de mariposas machos em armadilhas com feromônios indicam maior



presença de ovos e lagartas na lavoura, seguida de danos aos frutos. Na safra de 2015, a densidade de ovos e a captura de machos não apresentaram correlação ( $P > 0,05$ ) quando ambos foram avaliados na mesma semana ( $n$ ) e quando considerou-se a captura de uma semana antes ( $n-1$ ) em relação à avaliação de ovos (Tabela 1). Por outro lado, houve correlação negativa entre a densidade de ovos atual e a captura de machos registrada duas semanas antes ( $n-2$ ). Em 2016, houve correlação positiva entre a captura de machos e a infestação de ovos quando avaliados na mesma semana ( $n$ ) ( $P < 0,001$ ). A captura na armadilha com feromônio e a infestação de lagartas se correlacionaram positivamente na maioria dos casos ( $P < 0,05$ ), nas duas safras (Tabela 1). Kehat et al. (1982), Srivastava e Srivastava (1995) e Pal et al. (2014) também relataram que, quando a captura de adultos de *H. armigera* nas armadilhas de feromônios aumentou, houve um aumento subsequente no número de ovos e lagartas em cultivos de algodoeiro, grão-de-bico e flores ornamentais.

**Tabela 1.** Coeficientes de correlação ( $r$ ) entre a captura de machos de *Helicoverpa armigera* nas armadilhas de feromônio e o nível de infestação e de frutos broqueados, em cultivos de tomateiro para processamento industrial, nas safras de 2015 e 2016. Cristalina, Goiás.

Número de adultos capturados	Coeficientes de correlação ( $r$ ) <sup>1</sup>		
	Nº de ovos	Nº de lagartas	Frutos broqueados (%)
Safrá 2015			
Mesma semana ( $n$ )	-0,048	0,164*	0,060
Uma semana anterior ( $n-1$ )	-0,069	0,115	-0,061
Dois semanas anteriores ( $n-2$ )	-0,200*	-0,215*	0,198*
Safrá 2016			
Mesma semana ( $n$ )	0,387**	0,188*	0,293**
Uma semana anterior ( $n-1$ )		0,187*	0,327**
Dois semanas anteriores ( $n-2$ )	0,063	0,228*	0,297*

<sup>1</sup>Dados transformados em  $\log_{10}(x+1)$ . \* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,0001$ . Os dados analisados correspondem à média semanal da captura diária de mariposas (número de machos/armadilha/noite) e à média semanal de infestação (número de ovos e lagartas/10 plantas) e de danos (porcentagem de frutos broqueados/10 plantas) em tomateiro para processamento industrial.

Com relação à porcentagem de frutos broqueados, em 2015 constatou-se uma correlação positiva entre a avaliação de danos atual e a captura de machos duas semanas antes ( $n-2$ ). Em 2016, a porcentagem de frutos broqueados correlacionou-se positivamente com captura na armadilha registrada na mesma semana ( $n$ ), uma semana ( $n-1$ ) e duas semanas ( $n-2$ ) anteriores, respectivamente (Tabela 1). Vale ressaltar que, em 2015 houve menor captura de mariposas em relação à safra de 2016 e isto provavelmente interferiu nos resultados. Em 2016 as densidades de ovos e de lagartas e o broqueamento de frutos por *H. armigera* foram associados positivamente com a captura de machos em todos os acasos analisados, quando houve maior atividade da praga nas áreas. Dinâmicas semelhantes de *H. armigera* foram encontradas por Nyambo et al. (1989) na cultura do algodoeiro, na Tanzânia.

Também foram observadas associações relevantes nos pares específicos de correlação entre as densidades de ovos e de lagartas e a porcentagem de frutos broqueados (Tabela 2). Em ambas as safras, a densidade de lagartas no tomateiro foi correlacionada positivamente com as densidades de ovos registradas na mesma semana ( $n$ ), uma semana ( $n-1$ ) e duas semanas ( $n-2$ ) anteriores. Nenhuma associação entre o broqueamento de frutos e a infestação de ovos e de lagartas foi detectada em 2015. Por outro lado, na safra de 2016, a porcentagem de frutos broqueados atual correlacionou-se positivamente com a densidade de ovos avaliada duas semanas antes ( $n-2$ ) e com a densidade de lagartas avaliada na mesma semana ( $n$ ), respectivamente (Tabela 2). Portanto, os resultados do presente estudo indicaram a possibilidade de previsão dos danos e de perdas na produção de tomate industrial em função da captura de machos de *H. armigera* nas armadilhas com feromônio sexual sintético.

*H. armigera* pode ser detectada no agroecossistema mesmo sem a presença do tomateiro, pois utiliza diferentes hospedeiros, cultivados e não cultivados que, possibilitam seu desenvolvimento completo e a manutenção de pequenas populações dispersas na paisagem agrícola até a nova safra de suas plantas hospedeiras preferidas (Firempong; Zalucki 1991). Apesar disso, os resultados do presente estudo revelaram 11 correlações significativas do total de 18 correlações possíveis considerando a captura de machos adultos nas armadilhas de feromônio em lavouras de tomateiro industrial na região de Cristalina-GO. Isto reforça o potencial de emprego da armadilha iscada

**Tabela 2.** Coeficientes de correlação ( $r$ ) entre as densidades de ovos e de lagartas de *Helicoverpa armigera* e a porcentagem de frutos broqueados em cultivos de tomateiro para processamento industrial, nas safras de 2015 e 2016. Cristalina, Goiás.

N° de ovos <sup>1</sup>	Coeficientes de correlação ( $r$ )	
	N° de lagartas	Frutos broqueados (%)
Safrá 2015		
Mesma semana ( $n$ )	0,205*	-0,026
Uma semana anterior ( $n-1$ )	0,172*	0,072
Doas semanas anteriores ( $n-2$ )	0,224*	0,055
Safrá 2016		
Mesma semana ( $n$ )	0,318**	-0,156*
Uma semana anterior ( $n-1$ )	0,177*	0,094
Doas semanas anteriores ( $n-2$ )	0,346**	0,242*
N° de lagartas	Frutos broqueados (%)	
Safrá 2015		
Mesma semana ( $n$ )	0,120	
Uma semana anterior ( $n-1$ )	0,121	
Doas semanas anteriores ( $n-2$ )	-0,030	
Safrá 2016		
Mesma semana ( $n$ )	0,407**	
Uma semana anterior ( $n-1$ )	-0,100	
Doas semanas anteriores ( $n-2$ )	-0,074	

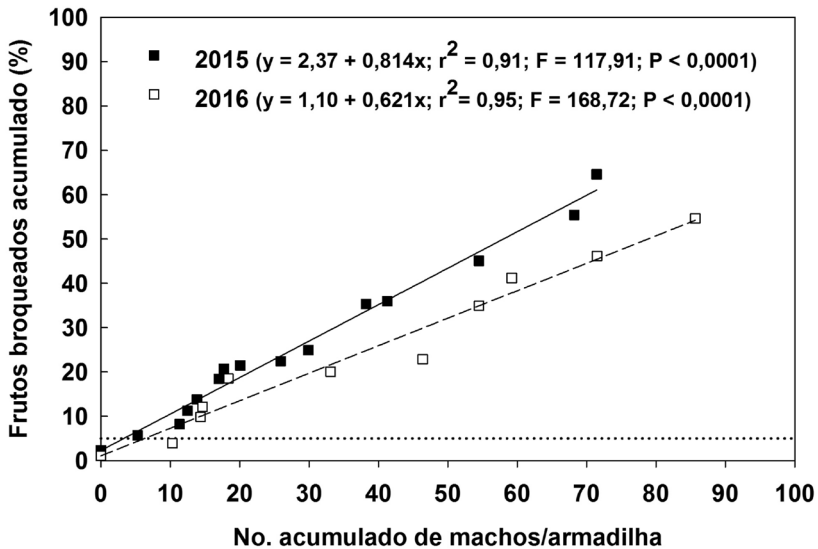
<sup>1</sup>Dados transformados em  $\log_{10}(x+1)$ . \* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,0001$ . Os dados analisados correspondem à média semanal de infestação (número de ovos e lagartas/10 plantas) e de danos (porcentagem de frutos broqueados/10 plantas) em tomateiro para processamento industrial.

com feromônio sexual sintético para monitoramento e tomada de decisão sobre controle dessa praga em tomateiro nas condições do bioma Cerrado. O conhecimento precoce da atividade de adultos de *H. armigera* no campo através de armadilhas de feromônio permite prever rapidamente a presença de ovos no cultivo e desta forma, favorece a implementação em momento oportuno de práticas de controle, como a liberação do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Zuim et al., 2017), e a aplicação de inseticidas biológicos com o objetivo de controlar lagartas recém-ecloídas, como nucleopolyhedrovirus (NPV) e formulações comerciais de *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915) (Vivan et al., 2017).

Como esperado, em geral houve um atraso de uma a duas semanas para a infestação de lagartas após o aumento da captura de mariposas machos nos cultivos de tomateiro industrial. Isto decorre do tempo necessário entre a oviposição e a presença de lagartas pequenas (primeiro ou início do segundo ínstar) (Casimero et al., 2000; Ali; Choudhury, 2009), condição em que ainda são muito suscetíveis aos inseticidas químicos e biológicos. Portanto, esta relação é altamente relevante para o manejo de *H. armigera*, pois a adoção de práticas de controle contra lagartas deve ser realizada dentro deste intervalo para evitar o aumento de lagartas grandes e para prevenir a perda de frutos (Cameron et al., 2001; Torres-Vila et al., 2003; Sousa et al., 2020; Michereff Filho et al., 2021a). É importante ressaltar também que, o uso de armadilhas de feromônio em grandes áreas de produção de tomate é aceito pelos produtores devido à simplicidade e ao método rápido de coleta de dados para subsidiar as decisões de controle.

O número acumulado de mariposas capturadas por armadilha e a porcentagem de frutos broqueados foram altamente correlacionados nos dois anos (Figura 3). O número médio de machos capturados por armadilha nas safras de 2015 e 2016, que correspondeu a 113 e 77 dias consecutivos de monitoramento, respectivamente foi de 0,63 e 1,10 mariposas/armadilha/noite. Essas capturas de mariposas foram suficientes para indicarem perdas significativas na produção de tomate para processamento industrial. Baseado nos padrões de qualidade da indústria de processamento de tomate em vários países (Cameron et al., 2001; Torres-Vila et al., 2003), pode-se adotar como nível de controle (NC) cerca de 5% dos frutos broqueados. Assim, para se evitar perdas maiores até a época da colheita, a decisão de controle deve ser tomada durante a fase de frutificação no campo. Assim, com base na análise de regressão em relação ao número acumulado de mariposas capturadas por armadilha semanalmente em função da porcentagem de frutos broqueados por *H. armigera*, verificou-se que o índice de armadilha para tomada de decisão de controle nas safras 2015 e 2016 corresponderia a captura acumulada, em média, de 3 a 6 mariposas machos/armadilha na semana (Figura 3).

Prasad et al. (1993), recomendaram que medidas de controle deveriam ser tomadas contra *H. armigera* em cultivos de algodoeiro quando o número de machos capturados nas armadilhas de feromônio excedesse a



**Figura 3.** Relação entre a captura acumulada na semana de mariposas machos de *Helicoverpa armigera* em armadilhas iscadas com feromônio sexual sintético e a porcentagem acumulada na semana de frutos broqueados de tomate para processamento industrial, nas safras de 2015 e 2016. Cristalina, Goiás. A linha pontilhada indica o nível de controle (NC) estabelecido pela relação entre a porcentagem média de frutos broqueados e o número de mariposas capturadas nas armadilhas.

7 indivíduos/armadilha/noite. Cruz et al. (2012) definiram como critério para tomada de decisão de controle de *S. frugiperda* na cultura do milho, a captura acumulada de 3 mariposas por armadilha ao longo do tempo. Os frutos atacados pelas lagartas podem continuar a se desenvolver até o ponto de colheita, e ainda serem aproveitados para o processamento dependendo da magnitude do dano. Contudo, geralmente os frutos danificados apresentam senescência, antecipação do processo de maturação e apodrecimento por microrganismos oportunistas, resultando na queda dos frutos atacados e seu apodrecimento antes da colheita, ocorrendo principalmente com os frutos mais velhos que ficam na base das plantas e próximos ao solo (Torres-Vila et al., 2003; Michereff Filho et al., 2021a). Isto pode levar a subestimativas nas perdas de produção se tal avaliação for realizada somente na época da colheita de tomate industrial. Por outro lado, é possível estimar a porcentagem de frutos

danificados ao longo do cultivo em função do número de mariposas machos de *H. armigera* capturadas nas armadilhas de feromônio. Assim, esta captura de mariposas poderá corresponder a um índice de armadilha que será utilizado para orientar a adoção das táticas de controle no momento mais apropriado, visando reduzir a infestação de lagartas na lavoura e, conseqüentemente, evitar danos econômicos num horizonte futuro de uma ou duas semanas.

Os resultados deste estudo forneceram informações sobre a flutuação populacional de adultos a partir da captura de machos de *H. armigera* em armadilha iscada com feromônio sexual sintético ao longo da safra de tomateiro industrial. Além de permitir a realização do monitoramento de forma mais amigável e rápida do que várias outras técnicas de amostragem (inspeção de folhas e frutos, armadilha luminosa, etc.), a determinação do índice da armadilha com feromônio pode ser uma ferramenta muito útil para se definir o momento de adoção de medidas de controle mais racionais, como a liberação programada de parasitoides (Reddy; Manjunatha, 2000; Hussain et al., 2015; Zuim et al., 2017), aplicação de inseticidas biológicos contra lagartas pequenas (Vivan et al., 2017) ou recomendar inseticidas sintéticos seletivos para promover a redução da infestação de lagartas independentemente da idade (Karar et al., 2017; Vivan et al., 2017).

O avanço de conhecimento gerado nesta pesquisa também poderá estimular novos estudos em outras culturas hospedeiras de *H. armigera*, como algodoeiro, soja, milho e grão-de-bico, visando subsidiar uma decisão rápida e econômica contra esta praga a partir da implementação de um programa de manejo integrado em escala de paisagem, ou seja, focado de forma holística no sistema agrícola da região. Pesquisas adicionais são necessárias para ajustar e validar as informações geradas no presente estudo, a diferentes localidades produtoras de tomate para processamento industrial no Brasil.

## Conclusões

---

– A captura de mariposas machos de *H. armigera* em armadilha iscada com feromônio sexual sintético mostra associação positiva com as densidades de ovos e de lagartas e o ataque desta praga aos frutos de tomate industrial, entre uma e duas semanas após a inspeção da armadilha.

Portanto, é possível estimar a porcentagem de frutos broqueados por *H. armigera* durante o cultivo em função do número de machos capturados nas armadilhas de feromônio.

– Considerando-se o nível de controle (NC) de 5% de frutos danificados e a relação estabelecida pela análise de regressão entre a captura de machos na armadilha de feromônio e a porcentagem de frutos broqueados, a decisão para controle de *H. armigera* é indicada quando, em média, três a seis machos forem capturados por armadilha ao longo da semana.

– Estudos adicionais são necessários para ajustar e validar o índice de armadilha para tomada de decisão de controle de *H. armigera* em diferentes localidades produtoras de tomate para processamento industrial no Brasil.

### **Agradecimentos**

A CAPES pela concessão de bolsa de estudo e suporte (projeto PROCAD NF no. 179923). Ao grupo Sorgatto Agroindustrial e Agropecuária Agriter Ltda. que permitiram a realização do estudo nas suas áreas de produção de tomate para processamento industrial, e pelo auxílio na coleta de dados de campo. Aos gerentes, Maurício Bakalarczyk (Grupo Sorgatto) e Lupersy Bassan (Agropecuária Agriter) pelo acesso aos cultivos de tomateiro e apoio logístico durante o período de levantamento. Ao técnico agrícola Adoilson (Grupo Sorgatto), pelo suporte e informações prestadas referente as áreas de cultivo (pivô). A todos estagiários e bolsistas do Laboratório de Entomologia da Embrapa Hortaliças, que contribuíram nas atividades de campo. Ao funcionário Moises Lopes Fernandes, da Embrapa Hortaliças, pelo auxílio nos trabalhos desenvolvidos. À Embrapa (Macroprograma 2; Projeto *Helicoverpa armigera* - subsídios para o manejo integrado e da resistência à inseticidas e tecnologia de plantas Bt, com ênfase em paisagens agrícolas do Cerrado; 02.13.14.006.00.00) pelo suporte financeiro.



## Referências

- AHMED, K.; KHALIQUE, F. Forecasting adult populations of *Helicoverpa armigera* on chickpea using pheromone trap. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 5, p. 830-34, 2002.
- ALFORD, D. V.; CARDEN, P. W.; DENNIS, E. B.; GOULD, H. T.; VERNON, J. D. R. Monitoring codling and tortrix moths in United Kingdom apple orchards using pheromone traps. **Annals of Applied Biology**, v. 91, p. 165-178, 1979.
- ALI, A.; CHOUDHURY, R. A. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**, v. 4, p. 99-106, 2009.
- ALVI, A. H. K.; SAYYED, A. H.; NAEEM, M.; ALI, M. Field evolved resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to *Bacillus thuringiensis* toxin Cry1Ac in Pakistan. **Plos One**, v. 7, n. 10, e47309, 2012. DOI: 10.1371/journal.pone.0047309
- ARTHROPOD **pesticide resistance database**. Michigan State University. IRAC, Disponível em: <http://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=41> Acesso em: 03 mai. 2021.
- ASHFAQ, M.; AHMAD, K. J.; ALI, A. Morphophysical factors affecting consumption and coefficient of utilization of *Helicoverpa armigera* (Hübner). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 3, p. 225-230, 2003.
- ÁVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 12 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular técnica, 23). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/963341>. Acesso em: 06 out. 2021.
- BUES, R.; TOUBON, J. F.; POITOUT, H. S.; BOUDINHON, L. Dynamique des populations et lutte microbiologique contre la noctuelle de la tomate (*H. armigera*) sous serre dans le sud de la France. **Revue Horticole**, v. 285, p. 43-48, 1988.
- CAMERON, P. J.; WALKER, G. P.; HERMAN, T. J. B.; WALLACE, A. R. Development of economic thresholds and monitoring systems for *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, p. 1104-1112, 2001.
- CAMPION, D. G. Pheromones for the control of insect pests in Mediterranean countries. **Crop Protection**, v. 2, p. 3-16, 1983.
- CASIMERO, V.; TSUKUDA, R.; NAKASUJI, F.; FUJISAKI, K. Effect of larval diets on the survival and development of larvae in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 35, p. 69-74, 2000.
- CASTIGLIONI, E.; PERINI, C. R.; CHIARAVALLE, W.; ARNEMANN, J. A.; UGALDE, G.; GUEDES, J. V. C. 2016. First record of occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) in soybeans, in Uruguay. **Agrociencia Uruguay**, v. 20, n. 31-35, 2016.

CRITCHLEY, B. R.; CAMPION, D. G.; MCVEIGH, L. J.; MCVEIGH, E. M.; CAVANAGH, G. G.; HOSNY, M. M.; NAGUIB, M. Control of pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae), in Egypt by mating disruption using hollow-fibre, laminate-flake and microencapsulated formulations of synthetic pheromone. **Bulletin of Entomological Research**, v. 75, p. 329-346, 1985.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. D. L.; SILVA, R. B. D.; SILVA, I. F. D.; PAULA, C. D.; FOSTER, J. E. Using sex pheromone traps in the decision-making process for pesticide application against fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* [Smith] [Lepidoptera: Noctuidae]) larvae in maize. **International Journal of Pest Management**, v. 58, p. 83-90, 2012.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. First record of occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 110-113, 2013.

CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P.; WEST, S. A. Learning in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): a new look at the behaviour and control of a polyphagous pest. **Bulletin of Entomological Research**, v. 89, p. 201-207, 1999.

European Plant Protection Organization. **Helicoverpa armigera**. Paris. Disponível em: <https://gd.eppo.int/taxon/HELIAR/distribution>. Acesso em: 20 jun. 2021.

FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems. In: ELSHEMY, H. A. (Ed.). **Soybean: pest resistance**. Cairo: InTeOpP, cap. 9, p. 231-280, 2013. <http://dx.doi.org/10.5772/54522>

FIREMPONG, S.; ZALUCKI, M. P. Host plant selection by *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): the role of some herbivore attributes. **Australian Journal of Zoology**, v. 39, p. 343-350, 1991.

GUERRERO, S.; BRAMBILA, J.; MEAGHER, R. L. Efficacies of four pheromone-baited traps in capturing male *Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae) moths in northern Florida. **Florida Entomologist**, v. 97, p. 1671-1679, 2014.

GILLIGAN, T. M.; GOLDSTEIN, P. Z.; TIMM, A. E.; FARRIS, R.; LEDEZMA, L.; CUNNINGHAM, A.P. Identification of Heliiothinae (Lepidoptera: Noctuidae) larvae intercepted at U.S. Ports of entry from the New World. **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 2, p. 603-615, 2019.

HERALD, K. P.; TAYDE, A. R. Biology and morphology of tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* (Hübner) under Allahabad conditions. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 6, p. 1734-1737, 2018.

HENNEBERRY, T. J.; NARANJO, S. E. Integrated management approaches for pink bollworm in the southwestern United States. **International of Pest Management Review**, v. 3, p. 31-52, 1998.

HUSSAIN, D.; HUSSAIN, A.; QASIM, M.; KHAN, J. Insecticidal susceptibility and effectiveness of *Trichogramma chilonis* as parasitoids of tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera*. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 47, p. 1427-1432, 2015.

IZQUIERDO, J. I. *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae): relationship between captures in pheromone traps and egg counts in tomato and carnation crops. **Journal of Applied Entomology**, v. 120, p. 281-290, 1996.

KARAR, H.; AKHTAR, M. S.; KHALIQ, A.; HUSSAIN, A.; NIAZI, I. A. K.; ANEES-UL-HASNAIN, A. A.; ABDULLAH, A. Effect of novel insecticides on *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on seed crop of berseem (*Trifolium alexandrinum* L.) and their impact on seed yield. **Pakistan Entomologist**, v. 39, p. 9-15, 2017.

KEHAT, M.; GOTHILF, S.; DUNKELBLUM, E.; GREENBERG, S. Field evaluation of female sex pheromone components of the cotton bollworm *Heliothis armigera*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 27, p. 188-193, 1980.

KEHAT, M.; GOTHILF, S.; DUNKELBLUM, E.; MAZOR, I. Sex pheromone traps as a potential means of improving control programmes for the spiny bollworm *Earias insulana*. **Phytoparasitica**, v. 9, p. 191-196, 1981.

KEHAT, M.; GOTHILF, S.; DUNKELBLUM, E.; GREENBERG, S. Sex pheromone traps as a means of improving control programs for the cotton bollworm, *Heliothis armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Environmental Entomology**, v. 11, p. 727-729, 1982.

KOUHI, D.; NASERI, B.; GOLIZADEH, A. Nutritional performance of the tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera*, on different tomato cultivars. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 1, Aug. 2014. e102. DOI: <https://doi.org/10.1093/jis/14.1.102>

KONDO, A.; TANAKA F. An estimation of the control threshold of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) based on the pheromone trap catches. **Applied Entomology and Zoology**, v. 30, p. 103-110, 1995.

KRITICOS, D. J.; OTA, N.; HUTCHISON, W. D.; BEDDOW, J.; WALSH, T.; TAY, W. T.; BORCHERT, D. M.; PAULA-MORAIS, S. V.; CZEPAK, C.; ZALUCKI, M. P. The potential distribution of invading *Helicoverpa armigera* in North America: is it just a matter of time? **PLOS One**, v. 10: e0119618. 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119618>

LEWIS, T.; STURGEON, D. M. Early warning of field hatching in pea moth (*Cydia nigricana* (F.)). **Annals of Applied Biology**, v. 88, p. 199-210, 1978.

MACAULAY, E. D. M.; LEWIS, T. Attractant traps for monitoring pea moth, *Cydia nigricana* (Fabr.). **Ecological Entomology**, v. 2, p. 279-284, 1977.

MALIK, M. F.; HUSSAINY, S. W.; MUNIR, A.; ALI, L. Efficacy of synthetic pheromone for the control of *Helicoverpa armigera* in tomato. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 2, p. 415-417, 2003.

MICHEREFF FILHO, M.; MICHEREFF, M. F. F. Controle de pragas na agricultura brasileira: estamos no rumo da sustentabilidade? In: LOPES, C. A.; PEDROSO, M. T. M. (Ed.). **Sustentabilidade e horticultura no Brasil: da retórica à prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 287-315. (Embrapa-DPD. Texto para discussão, 47). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1077157>. Acesso em: 01 jun. 2021.

MICHEREFF FILHO, M.; BOITEUX, M.E.N.F.; BOITEUX, L.; SPECHT, A.; MOITA, A.; SILVA, K.F.A.; SILVA, P.S.; SOUSA, N.C.M. **Levantamento de espécies de noctuídeos em cultivos de tomateiro no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2018. 36 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 159). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/180568/1/BPD-159.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2021.

MICHEREFF FILHO, M.; SOUSA, N. C. M.; BOITEUX, M. E. N. F.; SILVA, P. S.; SILVA, P. A.; SILVA, K. F. A. S.; MOITA, A. W.; SPECHT, A.; TORRES, J. B. **Perdas causadas por *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomate para processamento industrial**. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2021a, 30p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 226). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223990/1/BPD-226-22jun2021.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2021.

MICHEREFF-FILHO, M.; FONSECA, M. E. N.; BOITEUX, L. S.; TORRES, J. B.; SILVA, K. F. A. S.; SPECHT, A. *Helicoverpa armigera* Harm 1 haplotype predominates in the Heliothinae (Lepidoptera: Noctuidae) complex infesting tomato crops in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 50, p. 258–268, Mar. 2021b.

MURÚA, M. G.; SCALORA, F. S.; NAVARRO, F. R.; CAZADO, L. E.; CASMUZ, A.; VILLAGRÁN, M. E.; GASTAMINZA, G. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**, v. 97, p. 854-856, 2014.

NEVES, R. C. S.; TORRES, J. B.; BARROS, E. M.; VIVAN, L. M. Boll weevil within season and off-season activity monitored using a pheromone-and-glue reusable tube trap. **Scientia Agricola**, v. 75, p. 313-320, 2018.

NYAMBO, B. T. Assessment of pheromone traps for monitoring and early warning of *Heliothis armigera* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae) in the western cotton-growing areas of Tanzania. **Crop Protection**, v. 8, p. 188-192, 1989.

PAL, S.; CHATTERJEE, H.; SENAPATI, S. K. Monitoring of *Helicoverpa armigera* using pheromone traps and relationship of moth activity with larval infestation on carnation (*Dianthus caryophyllus*) in Darjeeling Hills. **Journal of the Entomological Research**, v. 38, p. 23-26, 2014.

PRASAD, V.; RAMBABU, L.; REDDY, G. P. V. An action threshold for *Helicoverpa armigera* Hb. based on pheromone trap catches in cotton. **Indian Journal of Plant Protection**, v. 21, p. 17-18, 1993.

PRASANNAKUMAR, N.; CHAKRAVARTHY, A.; KUMAR, L.V. Relationship between pheromone trap catches and field damage of selected lepidopterous pests on vegetable crops. **Pest Management in Horticultural Ecosystems**, v. 15, p. 63-67, 2009.

PRETTY, J.; BHARUCHA, Z.P. Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. **Insects**, v. 6, n. 1, p. 152-182, 2015.

QURESHI, Z.A.; AHMAD, N.; HUSSAIN, T. Pheromone trap catches as a means of predicting damage by pink bollworm larvae in cotton. **Crop Protection**, v. 12, p. 597-600, 1993.

REDDY, G. V. P.; MANJUNATHA, M. Laboratory and field studies on the integrated pest management of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in cotton, based on pheromone trap catch threshold level. **Journal of Applied Entomology**, v. 124, p. 213-221, 2000.

REED, W. *Heliothis armigera* (Hb.) (Noctuidae) in western Tanganyika: II. Ecology and natural and chemical control. Bulletin of Entomological Research, v. 56, p. 127-140, 1965.

RHINO, B.; GRECHI, I.; MARLIAC, G.; TREBEAU, M.; THIBAUT, C.; RATNADASS, A. Corn as trap crop to control *Helicoverpa zea* in tomato fields: importance of phenological synchronization and choice of cultivar. **International Journal of Pest Management**, v. 60, p. 73-81, 2014.

ROTHSCHILD, G. H. L.; WILSON, A. G. L.; MALAFANT, K. W. Preliminary studies on the female sex pheromones of *Heliothis* species and their possible use in control programs in Australia. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL WORKSHOP ON *HELIOTHIS* MANAGEMENT, 1981, Patancher. **Proceedings...** Andhra Pradesh: ICRISAT, 1981. p. 319-327.

SAS INSTITUTE. The SAS System. Version 9.00. Cary: SAS Institute. 2002.

SENAVE en alerta tras ingreso de peligrosa plaga agrícola, 2013. Disponível em: <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/senave-en-alerta-tras-ingreso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html>. Acesso em: 20 jun. 2021.

SHARMA, P. K.; KUMAR, U.; VYAS, S.; SHARMA, S.; SHRIVASTAVA, S. Monitoring of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) through pheromone traps in chickpea (*Cicer arietinum*) crop and influence of some abiotic factors on insect population. **Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology**, v. 1, p. 44-46, 2012.

SOUSA, N. C. M.; MICHEREFF FILHO, M.; SILVA, P. A.; TORRES, J. B. Determination of an economic injury level for Old World Bollworm (Lepidoptera: Noctuidae) in processing tomato in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 4, p. 1881-1887, May 2020.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ D. R.; PAULA-MORAES, S. V.; YANO, S. A. C. Morphological and molecular identification of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and expansion of its occurrence record in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 689-692, 2013.

SRIVASTAVA, C. P.; SRIVASTAVA, R. P. Monitoring of *Helicoverpa armigera* (Hbn.) by pheromone trapping in chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Journal of Applied Entomology**, v. 119, p. 607-609, 1995.

TEICH, I.; NEUMARK, S.; JACOBSON, M. The capture threshold of male pink bollworm moth with gossypure and its effect on infestation and frequency of insecticidal treatment. **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, v. 12, 423-430, 1977.

TORRES-VILA, L. M.; RODRÍGUEZ-MOLINA, M.C.; PALO, E.; DEL ESTAL, E.; LACASA, A. El complejo parasitario larvario de *Helicoverpa armigera* Hübner sobre tomate en las Vegas del Guadiana (Extremadura). **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 26, p. 323-333, 2000.

- TORRES-VILA, L.M.; RODRIGUEZ-MOLINA, M.C.; LACASA-PLASENCIA, A.; BIELZA-LINO, P.; RODRIGUEZ DEL RINCION, A. Pyrethroid resistance of *Helicoverpa armigera* in Spain: current status and agroecological perspective. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, v. 93, p 55–66, 2002.
- TORRES-VILA, L. M.; RODRÍGUEZ-MOLINA, M. C.; LACASA-PLASENCIA, A. Testing IPM protocols for *Helicoverpa armigera* in processing tomato: egg-count-vs fruit-count-based damage thresholds using Bt or chemical insecticides. **Crop Protection**, v. 22, p. 1045-1052, 2003.
- VIVAN, L. M.; TORRES, J. B.; FERNANDES, P. L. S. Activity of selected formulated biorational and synthetic insecticides against larvae of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 101, p. 118-126, 2017.
- WANG, N. C.; LI, Z. H. Studies on the biology of cotton bollworm (*Heliothis armigera* Hübner) and tobacco budworm (*Heliothis assulta* Quenee). **Journal of the Shandong Agricultural University**, v. 2, p. 13-25, 1984.
- ZALUCKI, M. P.; DAGLISH, G.; FIREMPONG, S.; TWINE, P. H. 1986. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* (Wallengren) (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? **Australian Journal of Zoology**, v. 34, p. 779-814, 1986.
- ZUIM, V.; RODRIGUES, H. S.; PRATISSOLI, D.; TORRES, J. B.; FRAGOSO, D. F. M.; BUENO, R. C. O. F. Age and density of eggs of *Helicoverpa armigera* influence on *Trichogramma pretiosum* parasitism. **Acta Scientiarum Biological Science**, v. 39, p. 513-520, 2017.

**Embrapa**

**Hortaliças**

CGPE 017325

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

