

Levantamento de espécies de noctuídeos em cultivos de tomateiro no Brasil



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

BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO 159

Levantamento de espécies de noctuídeos em cultivos de tomateiro no Brasil

*Miguel Michereff Filho
Maria Esther de Noronha Fonseca
Leonardo Silva Boiteux
Alexandre Specht
Antônio Williams Moita
Karla Fernanda Ayres de Souza Silva
Patrícia Santos da Silva
Nayara Cristina de Magalhães Sousa*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9
Caixa Postal 218
Brasília-DF
CEP 70.351-970
Fone: (61) 3385.9000
Fax: (61) 3556.5744
www.embrapa.br/fale-conosco/sac
www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Hortaliças

Presidente
Jadir Borges Pinheiro

Editora Técnica
Mariana Rodrigues Fontenelle

Secretária
Gislaine Costa Neves

Membros
Carlos Eduardo Pacheco Lima
Raphael Augusto de Castro e Melo
Ailton Reis
Giovani Olegário da Silva
Iriani Rodrigues Maldonade
Alice Maria Quezado Duval
Jairo Vidal Vieira
Rita de Fátima Alves Luengo

Supervisora Editorial
Caroline Pinheiro Reyes

Normalização bibliográfica
Antônia Veras de Souza

Tratamento das ilustrações
André L. Garcia

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
André L. Garcia

Foto da capa
Miguel Michereff Filho/Henrique Carvalho

1ª edição
1ª impressão (2018): 1.000 exemplares

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

Levantamento de espécies de noctúdeos em cultivos de tomateiro no Brasil /
Miguel Michereff Filho ... [et al.]. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2018.
36 p. : il. color. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças,
ISSN 1677-2229 ; 159).

1. Praga de planta. 2. Lagarta. 3. *Solanum lycopersicum*. I. Michereff Filho,
Miguel. II. Fonseca, Maria Esther de Noronha. III. Boiteux, Leonardo Silva.
IV. Specht, Alexandre. V. Moita, Antônio Williams. VI. Silva, Karla Fernanda
Ayres de Souza. VII. Silva, Patrícia Santos da. VIII. Sousa, Nayara Cristina de
Magalhães. IX. Embrapa Hortaliças. X. Série.

CDD 632.7

Sumário

Resumo	7
Abstract	9
Introdução.....	11
Material e Métodos	13
Resultados e Discussão	18
Conclusões.....	31
Referências	32

Levantamento de espécies de noctuídeos em cultivos de tomateiro no Brasil

*Miguel Michereff Filho*¹

*Maria Esther de Noronha Fonseca*²

*Leonardo Silva Boiteux*³

*Alexandre Specht*⁴

*Antônio Williams Moita*⁵

*Karla Fernanda Ayres de Souza Silva*⁶

*Patrícia Santos da Silva*⁷

*Nayara Cristina de Magalhães Sousa*⁸

Resumo – Várias espécies de lepidópteros da família Noctuidae podem danificar os frutos de tomateiro, porém existem poucas informações sobre a diversidade dessas pragas nas condições brasileiras. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivos: (1) determinar quais as espécies de Noctuidae ocorrem nas principais regiões produtoras de tomate no país, (2) estimar a importância relativa dessas espécies e (3) identificar a espécie prevalente como broqueadora de frutos e seu potencial de dano. Assim, foi realizado um levantamento faunístico envolvendo a coleta de lagartas da subfamília Heliiothinae em lavouras de tomateiro nos diferentes pólos de produção no país e de mariposas Noctuidae utilizando armadilha luminosa em Cristalina (Goiás, GO). Também se realizou o monitoramento de adultos e lagartas de *H. armigera* e do broqueamento de frutos em cultivos de tomate para processamento industrial entre 2013 e 2014, na região de Cristalina (GO). Na coleta de lagartas Heliiothinae nas diferentes regiões de produção de tomate no Brasil, constatou-se a ocorrência simultânea de diferentes

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

² Engenheira-agrônoma, PhD. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

³ Engenheiro-agrônomo, PhD. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

⁴ Biólogo, doutor em Zoologia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Brasília, DF.

⁵ Matemático, mestre em Estatística, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

⁶ Bióloga, doutoranda em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

⁷ Engenheira-agrônoma, bolsista DTI-C/CNPq, Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁸ Bióloga, doutoranda em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

espécies de Noctuidae. No entanto, *Helicoverpa armigera* (85,33%) foi a espécie predominante, enquanto *H. zea* e *Chloridea (Heliothis) virescens* corresponderam a menos de 11% das amostras. No levantamento conduzido com armadilha luminosa na região de Cristalina foram coletadas 18 espécies de Noctuidae, com destaque para *H. armigera*, *H. zea*, *Spodoptera eridania*, *S. albula* e *S. frugiperda*. No monitoramento de *H. armigera* em lavouras de tomateiro, picos populacionais de adultos ocorreram em março-abril e em agosto-outubro, respectivamente, com declínio nas capturas entre maio e junho. As maiores densidades populacionais de lagartas de *H. armigera* ocorreram entre junho e outubro, enquanto os maiores níveis de ataque aos frutos (24%-50%) ocorreram entre maio e julho e outubro. Esses resultados revelam a magnitude do impacto negativo da introdução de *H. armigera* no sistema produtivo de tomate para processamento industrial no Planalto Central.

Termos para indexação: Lepidoptera, *Helicoverpa armigera*, infestação, broqueamento de frutos, *Solanum lycopersicum*.

A survey of noctuid species in tomato crops in Brazil

Abstract – Several Lepidopteran species of the Noctuidae family can induce serious damages to tomato fruits. However, little amount of information is available about the diversity of these pests under Brazilian conditions. In this context, the objectives of the present work were: (1) to determine which species of Noctuidae are present in the main tomato-producing regions in the country, (2) to estimate the relative importance of these species and (3) to identify the predominant species as fruit borer and its potential damage. For this purpose, a faunal survey was carried out involving the collection of larvae of the subfamily Heliothinae in tomato fields located in different production regions in the country, and also the capture of Noctuidae moths using light trap in Cristalina (Goiás State, GO). The monitoring of adults and larvae of *Helicoverpa armigera* and fruit boring was also carried out in processing tomato crops between 2013 and 2014 in Cristalina (GO). In the nationwide survey of Heliothinae larvae in distinct tomato-producing regions, the simultaneous occurrence of distinct Noctuidae species was observed. However, *H. armigera* was by far the predominant species (85.33 %) with *H. zea* and *Chloridea (Heliothis) virescens* corresponding to less than 11 % of the samples. In the light trap, 18 species of Noctuidae were collected, including *H. armigera*, *H. zea*, *Spodoptera eridania*, *S. albula* and *S. frugiperda*. The monitoring of *H. armigera* in processing tomato crops indicated that adult population peaks took place in March–April and August–October, respectively, with a decline in captures between May and June. The highest population densities of *H. armigera* larvae occurred between June and October, while the highest levels of attack on fruits (24–50%) occurred between May and July and October. These results reveal the extent of the negative impact of the introduction of *H. armigera* on the production system for processing tomatoes in Central Brazil.

Index terms: Lepidoptera, *Helicoverpa armigera*, infestation, fruit boring, *Solanum lycopersicum*.

Introdução

O tomateiro, *Solanum lycopersicum* L., é uma hortaliça de grande importância sócio-econômica e alimentar no Brasil, sendo cultivada em todo o país (Boiteux et al., 2016). É uma cultura com potencial de alta rentabilidade econômica, mas também de grande risco, pois é suscetível a diversos artrópodes-praga e fitopatógenos que podem reduzir severamente a produção (Souza; Reis, 2003; Michereff Filho et al., 2012; Alvarenga, 2013).

Várias espécies de mariposas (Ordem Lepidoptera), cuja fase larval broqueia frutos, podem atacar o tomateiro e a relevância de cada espécie como praga na cultura depende da região produtora, do destino da produção (mercado de mesa x processamento industrial) e da época de cultivo (Souza; Reis, 2003; Michereff Filho et al., 2012). Neste grupo estão incluídos, a traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick) (família Gelechiidae), a broca-pequena-do-tomateiro, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Crambidae) e os lepidópteros da família Noctuidae, como o complexo *Spodoptera* [*S. frugiperda* (J. E. Smith), *S. cosmioides* (Walker) e *S. eridania* (Stoll)], as falsas-medideiras [*Chrysodeixis includens* (Walker), *Trichoplusia ni* (Hübner) e *Rachiplusia nu* (Guenée)] e os Heliiothinae [*Helicoverpa zea* (Boddie), *H. armigera* (Hübner), *Chloridea (Heliothis) virescens* (Fabricius) e *Chloridea (Heliothis) subflexa* (Guenée)] (Souza; Reis, 2003; Michereff Filho et al., 2012; Souza et al., 2016; Czepak et al., 2016).

A broca-pequena-do-tomateiro é praga-chave principalmente em cultivos de tomate com produção destinada ao mercado de mesa, estabelecidos em períodos úmidos e quentes, como na primavera e verão. Sua importância é secundária em cultivos para processamento industrial em regiões, cujas épocas de florescimento, frutificação e colheita coincidem com a estação seca do ano, como no Cerrado brasileiro. Por outro lado, a traça-do-tomateiro é praga-chave tanto em cultivos de tomate para mesa como para processamento industrial em quase todo o país e, principalmente, na estação seca (Gallo et al., 2002; Michereff Filho et al., 2012; Czepak et al., 2016).

A maioria dos lepidópteros da família Noctuidae que broqueiam frutos de tomate tem assumido *status* de praga secundária, com surtos populacionais

ocasionais, principalmente em períodos de transição entre as estações chuvosa e seca, também coincidindo com o final das safras de soja e algodoeiro na região. No entanto, esse padrão fenológico de ocorrência de noctuídeos foi alterado a partir de 2012 com as explosões populacionais de *H. armigera* em cultivos de milho, soja, algodão, tomate e feijão em diferentes regiões brasileiras e ao longo de todo o ano. Diferentemente dos demais membros da subfamília Heliiothinae que ocorrem no tomateiro, essa espécie era considerada praga quarentenária A1 (exótica) para o Brasil até a sua introdução ser confirmada em 2013 (Czepak et al.; 2013a; Specht et al., 2013). Entre 2012 e 2013, *H. armigera* assumiu *status* de praga-chave na cultura do tomateiro, ocasionando perdas severas em cultivos para mesa e para processamento industrial no sudeste e centro-oeste brasileiros. Nessa época, no estado de Goiás, houve relatos de inúmeros produtores sobre perdas superiores a 60% na produção de frutos para o mercado de mesa, mesmo com intensiva aplicação de agrotóxicos nas lavouras.

Apesar disso, há pouca informação sobre a ocorrência, o nível de infestação e a estimativa de perdas ocasionadas por *H. armigera* nas principais regiões produtoras de tomate, ao longo dos anos, após a sua introdução no país. Isso se deve, em parte, à dificuldade de identificação entre *H. zea* e *H. armigera* (ambos Heliiothinae) mediante características morfológicas de lagartas e adultos durante as inspeções no campo. A identificação com base em morfologia somente é possível através de dissecação da genitália interna das mariposas em laboratório (Specht et al., 2013), uma técnica demorada e que exige um taxonomista bem treinado (Sosa-Gómez et al., 2016).

Outro limitante para o monitoramento de broqueadores em cultivos de tomateiro é a dificuldade de distinção das injúrias nos frutos ocasionadas por *H. armigera* e outros Noctuidae que ocorrem na lavoura. Com exceção da traça-do-tomateiro e da broca-pequena que ocasionam pequenas perfurações nos frutos muito peculiares da espécie, os sintomas de ataque dos demais broqueadores de tomate é semelhante e não permite identificar corretamente a espécie-praga, na ausência de lagartas. Nesse caso, os frutos são broqueados de fora para dentro, apresentando uma ou mais perfurações irregulares de tamanho variável e galeria até a polpa. A lagarta pode consumir todo o conteúdo interno do fruto, inviabilizando-o para o consumo ou

processamento industrial. O ataque pode levar a deformações, à destruição parcial ou à perda total do fruto em decorrência do seu apodrecimento por microrganismos saprofitos. Os frutos podem ser danificados desde o início da frutificação até a época de colheita (Czepak et al., 2013a; Pratissoli et al., 2015).

Na prática não há estudos extensivos sobre a bioecologia de espécies de Heliiothinae que infestam o tomateiro no Brasil. Esse fato tem limitado a proposição de práticas de manejo efetivas contra esse grupo de pragas de tomate. Portanto, o presente trabalho objetivou determinar quais as espécies de Noctuidae estão associadas à paisagem agrícola das principais regiões produtoras de tomateiro, a importância relativa dessas espécies, a espécie prevalente como broqueadora de frutos e seu potencial de dano no tomateiro, mediante um estudo faunístico e a avaliação de infestação nas lavouras, efetuados entre 2012 e 2014.

Material e Métodos

1. Levantamento faunístico

O estudo envolveu: *i*) a coleta de lagartas da subfamília Heliiothinae (complexo *Helicoverpa-Chloridea*) em plantas de tomateiro, em diferentes pólos de produção no Brasil e *ii*) a coleta de adultos de Noctuidae com armadilha luminosa em cultivos de tomateiro para processamento industrial em Goiás.

O levantamento a partir de lagartas de Heliiothinae foi realizado entre outubro de 2012 e novembro de 2014. Foram realizadas coletas mensais de insetos atacando frutos de tomate em oito cultivos (tutorado) para o mercado de mesa no Distrito Federal (incluindo os núcleos rurais de Brazlândia, Gama, Planaltina e Rajadinha), dois cultivos para o mercado de mesa no estado de Espírito Santo, dois cultivos para o mercado de mesa no estado de Santa Catarina e um cultivo para o mercado de mesa no estado de São Paulo, além de dez cultivos de tomateiro (rasteiro) para processamento industrial na região de Luziânia/Cristalina, no estado de Goiás. As lagartas coletadas foram criadas em dieta artificial para noctuídeos descrita por Greene et al.

(1976) com modificações conforme Montezano et al. (2013, 2014), onde permaneceram até atingirem a fase de pupa. As pupas foram retiradas dos copos plásticos e sexadas conforme Butt e Cantu (1962). Após a sexagem, as pupas foram colocadas em caixas tipo Gerbox®, contendo papel filtro levemente umedecido com água destilada, onde permaneceram até a emergência dos adultos. Os dados gerados foram organizados em tabela contendo a identificação da amostra, localidade, data de coleta, sistema de produção de tomateiro e a espécie coletada.

O levantamento de mariposas da família Noctuidae com armadilha luminosa foi realizado entre junho de 2013 e julho de 2014, em cinco cultivos de tomateiro para processamento industrial (cultivares AP 533, H 9553 e TY 2006) irrigados por pivô central, localizados no município de Cristalina (GO). Essa região foi escolhida por ser um importante pólo de produção de tomate industrial do Centro-oeste brasileiro e apresentar severas perdas por broqueamento de frutos em 2012.

Na paisagem agrícola desse estudo, as áreas de tomateiro estavam separadas entre si por cultivos de eucalipto, milho (produção de semente) e feijoeiro. Em cada lavoura de tomateiro foi colocada uma armadilha luminosa do modelo “Luiz de Queiroz” (Biocontrole Ltda, São Paulo, Brasil), com uma lâmpada fluorescente de luz negra, alimentada por bateria. As mariposas capturadas foram depositadas em um pote cilíndrico (\emptyset de 20 cm; 30 cm de altura) de polietileno, contendo álcool 96° GL, o qual foi acoplado ao fundo da armadilha. A armadilha foi instalada externamente ao cultivo, em cerca de três metros da bordadura e na altura de 1,50 m. Esta foi acionada ao entardecer e desligada ao amanhecer do dia seguinte, considerando cinco noites consecutivas durante a fase de lua nova, de cada mês. Diariamente as mariposas foram retiradas do pote coletor e transferidas para outro recipiente com álcool 96° GL, visando sua preservação até a identificação da espécie.

Os dados do levantamento com armadilha luminosa foram expressos em proporção de captura entre indivíduos de Heliothinae e em abundância e frequência relativa de cada espécie de Noctuidae coletada mensalmente. A proporção de captura entre Heliothinae e a frequência relativa da espécie corresponderam a porcentagens calculadas a partir do total de indivíduos

capturados de cada espécie sobre o total de indivíduos capturados do grupo taxonômico de interesse. Para tanto, agrupou-se os dados de captura diária dos cinco cultivos avaliados.

A identificação das mariposas, tanto da amostragem de lagartas criadas até a fase adulto como do levantamento de adultos, foi realizada com base na coleção de referência da Embrapa Cerrados (Brasília, DF). No caso de *Helicoverpa*, a distinção entre *H. armigera* e *H. zea* foi realizada por meio de características morfológicas da genitália das mariposas (Brambila, 2009), em combinação com a análise de sequência parcial da região do DNA mitocondrial contendo o gene de Citocromo oxidase C subunidade I (COI).

Para a análise morfológica, o abdômen do inseto foi previamente submergido em solução aquosa aquecida de KOH (10%) por 45 minutos, com posterior remoção de KOH com álcool utilizando uma pisseta. A genitália masculina foi dissecada e o edeago foi removido com auxílio de pinça entomológica. Com uma seringa de insulina (agulha com Ø de 0,25 mm e 6 mm de comprimento), contendo álcool isopropílico 99%, efetuou-se a eversão da vesica e seu exame conforme Pogue (2004).

Quanto às mariposas fêmeas, estas foram identificadas através de ferramentas moleculares descritas a seguir.

Extração de DNA. As amostras de DNA foram extraídas e em seguida foram preservadas em etanol 100% e estocadas em freezer -20 °C. Todas as amostras de DNA receberam um código BRH ("*Brazilian Heliothinae*"). Todo o DNA foi extraído das amostras usando protocolo de Boiteux et al. (1999).

Amplificação. Um segmento da região do mtDNA de 511 pb, contendo o gene COI, foi amplificado por reação de polimerização em cadeia (PCR) com o par de oligonucleotídeos (primers) COI-F01 (5'-TTA-TTT-CAC-ATC-AGC-TAC-TAT-3') e COI-R01 (5'-CTT-TAT-AAA-TGG-GGT-TTA-AAT-3'), nas seguintes condições: 94°C por quatro minutos (um ciclo); um minuto para cada temperatura 94 °C, 50 °C e 72 °C (35 ciclos), sendo que no último ciclo, a temperatura de 72°C foi de cinco minutos (Li et al., 2011). As amplificações de PCR das amostras de DNA foram realizadas em uma reação com volume

total de 25 μL , que continha 25 ng de DNA da amostra, 0.2 μM de cada primer, 0.2 mM de dNTPs, 1 \times de tampão de reação de PCR (Promega), 1.5 mM Mg^{2+} e uma unidade de DNA *Taq* polymerase (Promega). As amplificações das amostras de DNA foram individuais e o kit de purificação utilizado foi da PureLink® (Invitrogen, Life Technologies, Carlsbad, CA, EUA).

Sequenciamento e análise de divergência. O sequenciamento foi realizado utilizando o protocolo para o kit de reação de sequenciamento “BigDye Terminator Cycle Sequencing Kit” versão 3.1 (Biosistemas Aplicados, São Paulo, Brasil). O DNA foi analisado em um sequenciador automático modelo 3100 (Biosistemas Aplicados, Foster City, CA, EUA) no Laboratório de Análises Genômicas da Embrapa Hortaliças (CNPq). As sequências foram montadas e a qualidade dos dados de rastreamento foi realizado com o programa SeqMan (pacote Lasergene; DNASTar, Madison, WI, EUA) (Alex, 1999). Comparações entre as sequências obtidas e as sequências do gene COI depositadas no GenBank (National Center for Biotechnology Information, Bethesda, EUA; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) referentes ao gênero *Helicoverpa* foram realizadas mediante análise de divergência (análise de máxima verossimilhança) utilizando o programa PAUP versão 4.0 (Swofford, 2002). Complementarmente, a identidade das espécies (homologia) foi confirmada pela ferramenta BlastN (Madden, 2013).

2. Monitoramento populacional de *Helicoverpa armigera* em cultivos de tomateiro

Foram determinadas as variações populacionais de adultos e lagartas de *H. armigera* e os danos ocasionados (broqueamento de frutos), em cultivos de tomateiro para processamento industrial (cultivares AP 533, H 9553 e TY 2006) irrigados por pivô central, localizados no município de Cristalina (GO). Nessas áreas todos os tratamentos culturais, inclusive o uso de agrotóxicos, foram adotados rotineiramente pelos produtores.

Adultos. O monitoramento de adultos foi realizado entre junho de 2013 e julho de 2014, mediante uso de armadilha luminosa do modelo “Luiz de Queiroz” (Biocontrole Ltda, São Paulo, Brasil), com uma lâmpada fluorescente de luz negra, alimentada por bateria.

As armadilhas foram instaladas em cinco cultivos de tomateiro localizados na Fazenda Larga Grande (grupo Sorgatto Agroindustrial), seguindo-se os mesmos procedimentos adotados no estudo anterior. Diariamente as mariposas foram retiradas do pote coletor e transferidas para outro recipiente com álcool 96° GL, visando sua preservação até a identificação da espécie. A distinção entre adultos de *H. armigera* e *H. zea* foi realizada por meio de características morfológicas da genitália das mariposas, juntamente com a análise de sequências de DNA mitocondrial contendo o gene de Citocromo oxidase C subunidade I (COI), conforme descrito anteriormente. Os dados foram expressos em número de mariposas capturadas por armadilha por semana.

Lagartas. A avaliação da infestação de lagartas foi realizada nos mesmos cultivos e período envolvidos no monitoramento de adultos de *H. armigera*. Dentro de cada lavoura foram escolhidos aleatoriamente oito pontos de amostragem (parcelas de 3 m x 3 m) equidistantes em 20 m e, em cada ponto foram inspecionadas aleatoriamente 10 plantas de tomateiro (equivalente a 2 m de fileira de cultivo), a intervalos de sete dias a partir da instalação da armadilha, conforme Silva (2016). Todas as lagartas encontradas, independentemente do tamanho e da espécie, foram coletadas e mantidas em dieta artificial para noctuídeos (Greene et al., 1976; Montezano et al. 2013, 2014) até se tornarem adultos para identificação. Os dados foram expressos em número de lagartas por 10 plantas, correspondendo à densidade populacional média de quatro avaliações semanais por mês.

Ataque aos frutos. A avaliação do broqueamento de frutos por *H. armigera* foi realizada entre junho 2013 e outubro de 2014, considerado as colheitas realizadas mensalmente. Ao longo da safra anual. Esse levantamento incluiu os mesmos cinco cultivos para processamento industrial utilizados no monitoramento de adultos da praga realizados em 2013, além de sete cultivos em 2014, quatro cultivos em 2015, cinco cultivos em 2016 e três cultivos em 2017. Na avaliação do ataque aos frutos utilizou-se o mesmo procedimento de amostragem (pontos/lavoura e plantas/ponto) adotado para a infestação de lagartas. A avaliação foi efetuada 30 dias antes da colheita e, em cada planta inspecionada no cultivo contou-se o número de frutos

sadios e atacados. Os dados foram expressos em porcentagem de frutos broqueados e corresponderam à média gerada a partir do agrupamento de cultivos avaliados na safra.

Resultados e Discussão

No levantamento de lagartas da subfamília Heliiothinae em tomateiro foram avaliadas 75 amostras (insetos), sendo que 66 delas foram submetidas ao sequenciamento do gene mitocondrial COI para confirmação da espécie (Tabela 1). No período avaliado (2012-2014) houve predominância de lagartas de *H. armigera* (85,33% das amostras) em lavouras de tomateiro nos diferentes pólos de produção do país, ocorrendo tanto nos sistemas de produção de tomate para o mercado de mesa (tutorado e rasteiro) como para o processamento industrial (Figura 1). Lagartas de *H. zea* corresponderam a 10,67% das amostras, enquanto *C. virescens* foi encontrada em 4% dos casos (Tabela 1). Os resultados também mostraram a ocorrência simultânea de, pelo menos, duas espécies de Heliiothinae na mesma lavoura de tomateiro. Lagartas de *H. zea* foram encontradas exclusivamente em lavouras para processamento industrial na região de Cristalina-GO, enquanto *C. virescens* ocorreu tanto em cultivos de tomateiro para mesa como para processamento industrial (Tabela 1).

Outros Heliiothinae, como *H. gelotopoeon* e *C. subflexa*, embora façam parte da fauna brasileira e possam ocasionalmente atacar frutos de tomate (Silva et al., 1968; Specht et al., 2004; Czepak et al., 2013c; Souza et al., 2016), não foram detectados nesse levantamento.

Embora vários estudos tenham abordado a ocorrência de lepidópteros Heliiothinae em culturas como soja, algodoeiro, milho e tomateiro (Albernaz et al., 2012; Czepak et al., 2013b; Specht et al., 2013; Tay et al., 2013; Leite et al., 2014; Mastrangelo et al., 2014; Bentivenha et al., 2016; Tay et al., 2017), este foi o primeiro levantamento da subfamília em lavouras de tomateiro realizado em ampla escala, cobrindo diferentes pólos de produção no Brasil.

Tabela 1. Lepidópteros Heliiothinae coletados na fase larval em lavouras de tomateiro conduzidas sob diferentes sistemas de produção e nos principais pólos produtores, entre 2012 e 2014.

Código da amostra ⁽¹⁾	Local da coleta	Data da coleta (mês/ano)	Sistema de produção de tomate	Espécies ⁽²⁾
BRH 001	Cristalina-GO	10/2012	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 002	Gama-DF	07/2013	Mesa/rasteiro	<i>C. virescens</i>
BRH 003	Cristalina-GO	10/2012	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 004	Gama-DF	09/2013	Mesa/rasteiro	<i>H. armigera</i>
BRH 005	Gama-DF	06/2013	Mesa/rasteiro	<i>H. armigera</i>
BRH 006	Cristalina-GO	10/2012	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 007	Cristalina-GO	06/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 008	Brazlândia-DF	08/2013	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 009	Gama-DF	08/2013	Mesa/rasteiro	<i>H. armigera</i>
BRH 010	Gama-DF	09/2012	Mesa/rasteiro	<i>H. armigera</i>
BRH 011	Gama-DF	09/2012	Mesa/rasteiro	<i>H. armigera</i>
BRH 012	Cristalina-GO	10/2012	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 013	Gama-DF	03/2013	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 014	Cristalina-GO	07/2013	Indústria	<i>H. zea</i>
BRH 015	Cristalina-GO	07/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 016	Cristalina-GO	07/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 017	Gama-DF	06/2013	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 018	Cristalina-GO	06/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 019	Cristalina-GO	06/2013	Indústria	<i>H. virescens</i>
BRH 020	Cristalina-GO	06/2013	Indústria	<i>H. zea</i>
BRH 021	Cristalina-GO	07/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 022	Cristalina-GO	07/2013	Indústria	<i>H. zea</i>
BRH 023	Cristalina-GO	06/2013	Indústria	<i>C. virescens</i>

(continua)

Tabela 1. Continuação.

Código da amostra ⁽¹⁾	Local da coleta	Data da coleta (mês/ano)	Sistema de produção de tomate	Espécies ⁽²⁾
BRH 024	Cristalina-GO	07/2013	Indústria	<i>H. zea</i>
BRH 025	Cristalina-GO	07/2013	Indústria	<i>H. zea</i>
BRH 026	Cristalina-GO	08/2013	Indústria	<i>H. zea</i>
BRH 027	Cristalina-GO	08/2013	Indústria	<i>H. zea</i>
BRH 029	Cristalina-GO	09/2013	Indústria	<i>H. zea</i>
BRH 030	Brazlândia-DF	09/2013	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 031	Brazlândia-DF	09/2013	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 033	Cristalina-GO	09/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 035	Cristalina-GO	09/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 036	Cristalina-GO	09/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 039	Cristalina-GO	09/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 040	Cristalina-GO	12/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 041	Cristalina-GO	09/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 042	Gama-DF	12/2013	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 043	Gama-DF	12/2013	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 052	Gama-DF	12/2013	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 053	Gama-DF	12/2013	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 054	Cristalina-GO	12/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 055	Cristalina-GO	12/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 064	Cristalina-GO	12/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 065	Cristalina-GO	01/2014	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 066	Castelo-ES	01/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 067	Venda Nova-ES	01/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 068	Venda Nova-ES	01/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 069	Venda Nova-ES	03/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 071	Gama-DF	03/2014	Mesa	<i>H. armigera</i>

(continua)

Tabela 1. Continuação.

Código da amostra ⁽¹⁾	Local da coleta	Data da coleta (mês/ano)	Sistema de produção de tomate	Espécies ⁽²⁾
BRH 072	Gama-DF	01/2014	Mesa	<i>H. armigera</i>
BRH 073	Gama-DF	01/2014	Mesa	<i>H. armigera</i>
BRH 078	Caçador-SC	02/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 081	Urubici-SC	12/2013	Mesa/rasteiro	<i>H. armigera</i>
BRH 082	Urubici-SC	06/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 089	Morrinhos-GO	09/2014	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 090	Morrinhos-GO	10/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 091	Morrinhos-GO	10/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 092	Planaltina-DF	05/2013	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 093	Planaltina-DF	10/2013	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 094	Gama-DF	05/2013	Mesa/rasteiro	<i>H. armigera</i>
BRH 096	Hidrolândia-GO	05/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 097	Hidrolândia-GO	05/2013	Indústria	<i>H. armigera</i>
BRH 099	Rajadinha-DF	06/2013	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 102	Planaltina-DF	04/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 103	Planaltina-DF	04/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 104	Planaltina-DF	04/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 105	Planaltina-DF	06/2013	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 106	Planaltina-DF	10/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 107	Planaltina-DF	10/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 108	Formosa-GO	10/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 109	Formosa-GO	10/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 111	Formosa-GO	10/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 112	Formosa-GO	10/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 114	Formosa-GO	10/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>
BRH 115	São Antônio da Posse-SP	11/2014	Mesa/tutorado	<i>H. armigera</i>

⁽¹⁾Código BRH (*Brazilian Heliothinae*) para identificação da amostra em coleção de referência.

⁽²⁾As informações genômicas do sequenciamento de 511pb do gene COI foram usadas para confirmar a identificação dos espécimes de *Helicoverpa armigera* e *Helicoverpa zea*.



Ilustração: Miguel Michereff Filho.



Figura 1. Origem das amostras de lagartas da subfamília Heliothinae obtidas no levantamento em pólos de produção de tomate no Brasil.

Até os primeiros surtos populacionais de *H. armigera* em 2011/2012, os Heliiothinae relatados como pragas em tomateiro no país eram *H. zea* e *C. virescens*. Estes insetos possuem uma ampla gama de culturas hospedeiras (polívoros), porém são de importância econômica secundária e de ocorrência esporádica nas lavouras de tomateiro, dependendo da região produtora, do clima e do manejo da cultura (Gallo et al., 2002; Souza; Reis, 2003; Pratisoli et al., 2006; Michereff Filho et al., 2012). A espécie *H. zea* tem preferência pelo milho e pode ocasionar perdas expressivas em cultivos de milho doce para processamento industrial (Viana et al., 2016). Já *C. virescens* é uma praga importante nas áreas de produção de algodão e soja (Albernaz et al., 2012). Ocasionalmente, no final da safra dessas culturas, as mariposas de *H. zea* e *C. virescens* podem se deslocar das lavouras velhas e restos culturais para cultivos de hortaliças, principalmente de tomateiro, ocasionando danos em frutos já em fase avançada de desenvolvimento (Gallo et al., 2002). O broqueamento de frutos de tomate pode ser considerável (acima de 10%), caso no agroecossistema a ação de inimigos naturais seja incipiente ou não sejam adotadas medidas de controle eficazes no início da infestação (Souza; Reis, 2003; Pratisoli et al., 2006). Entretanto, esse cenário mudou drasticamente com a dispersão de *H. armigera* no território brasileiro a partir de 2013, a qual tornou-se praga-chave para várias culturas, incluindo o tomateiro (Czepak et al., 2013a, 2016).

No estudo faunístico de mariposas Noctuidae com armadilha luminosa em Cristalina-GO, foram coletados 1867 indivíduos, compreendendo seis subfamílias e 18 espécies (Tabela 2). Em relação à abundância, a subfamília Amphipyriinae apresentou a maior proporção de mariposas (567), com destaque para as espécies *Spodoptera eridania* (Cramer), *S. albula* (Walker) e *S. frugiperda* (J. Smith), com 181, 173 e 116 indivíduos capturados, respectivamente. Mariposas da família Noctuidae constituem a maior proporção de lepidópteros amostrados com armadilhas luminosas (Specht; Corseuil, 2002). Nesse grupo, o complexo *Spodoptera* tem se destacado na entomofauna nos últimos 10 anos, principalmente no cerrado brasileiro, como reflexo de mudanças profundas nos sistemas agrícolas (intensificação na ocupação da paisagem, sobressemeadura de milho, sistemas consorciados com braquiária e mosaico de culturas em sucessão ao longo do ano, propiciando pontes verdes para pragas) e da adoção de novas tecnologias (cultivares de soja precoce permitindo uma segunda safra, cultivares transgênicos Bt de soja com baixa supressão para *Spodoptera* spp. e cultivares de milho transgênicos RR) (Bueno et al., 2012). A ocorrência substancial de

Spodoptera eridania e *S. frugiperda* no levantamento de mariposas efetuado em Cristalina (GO) poderia ser explicado pela disponibilidade quase constante de plantas hospedeiras (pontes verdes) e de condições climáticas favoráveis ao longo do ano. Nessa região, grandes áreas de cultivo de soja e milho se sucedem ou mesmo ocorrem simultaneamente em áreas vizinhas na estação chuvosa, enquanto na estação seca predominam um mosaico de cultivos de milho doce para processamento industrial, de milho e soja irrigados para o mercado de semente e de batata (Pessoa et al., 2016; Santos et al., 2017).

Tabela 2. Levantamento de mariposas da família Noctuidae coletadas com armadilha luminosa próxima a cultivos de tomateiro, entre 2013 e 2014, na região de Cristalina-GO.

Subfamília	Espécie	Abundância	Frequência relativa (%) ⁽¹⁾
Amphipyridae	<i>Condica sutor</i>	33	1,76
	<i>Elaphria agrotina</i>	16	0,85
	<i>Spodoptera albula</i>	173	9,22
	<i>Spodoptera cosmioides</i>	48	2,56
	<i>Spodoptera eridania</i>	181	9,64
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	116	6,18
Hadeninae	<i>Leucania humidicola</i>	142	7,57
	<i>Leucania jaliscana</i>	36	1,92
	<i>Leucania</i> sp.1	16	0,85
	<i>Pseudoletia sequax</i>	116	6,18
Heliiothinae	<i>Helicoverpa armigera</i>	263	14,08
	<i>Helicoverpa zea</i>	231	12,37
	<i>Heliothis virescens</i>	13	0,69
Noctuinae	<i>Agrotis ipsilon</i>	141	7,51
	<i>Agrotis subterranea</i>	26	1,39
	<i>Anicla infecta</i>	112	5,97
Ophiderinae	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	57	3,04
Plusiinae	<i>Chrysodeixis includens</i>	65	3,46
	Outras	82	4,37
Total	18	1867	99,61

⁽¹⁾Frequência relativa (%) = [número de indivíduos capturados da espécie/número total de indivíduos coletados] x100.

A segunda subfamília mais abundante no levantamento de mariposas do presente trabalho foi Heliiothinae (507 mariposas), com predominância do gênero *Helicoverpa*. A espécie *H. armigera* foi a mais abundante (263 indivíduos), correspondendo a 14,08% do total de mariposas Noctuidae capturadas no levantamento (Tabela 2). A segunda espécie mais abundante foi *H. zea*, com 231 indivíduos capturados (12,37%). Por outro lado, *C. virescens* foi menos abundante, com apenas 13 indivíduos capturados e 0,69% de frequência relativa.

Considerando exclusivamente a captura dos três representantes de Heliiothinae entre 2013 e 2014 (Figura 2), constatou-se que os adultos de *H. armigera* e *H. zea* ocorreram simultaneamente na maioria das épocas de coleta na paisagem agrícola de Cristalina (GO). Apesar disso, *H. armigera* foi mais abundante em 2013 do que em 2014 e predominou (58%-67% do total capturado) sobre *H. zea* entre agosto e dezembro de 2013 e em janeiro de 2014, respectivamente. Já a maior proporção de captura de mariposas de *H. zea* ocorreu em 2014, sendo superior à captura de *H. armigera* nos meses de fevereiro, abril, junho e julho (50%-68% do total capturado). A espécie *C. virescens* foi constatada em nove dos 12 meses de levantamento; sua maior proporção de captura (5%-10%) foi constatada em dezembro de 2013 e nos meses de fevereiro e abril de 2014 (Figura 2).

Infestações mistas de lagartas Heliiothinae, com mudança na prevalência da espécie ao longo dos anos, também foram relatadas para outras culturas, principalmente nas regiões sudeste e centro-oeste brasileiras. Em lavouras de milho é comum encontrar infestações simultâneas de *H. zea* e *H. armigera*, assim como de *H. armigera* e *Heliothis virescens* em cultivos de soja e algodoeiro, muito embora a predominância da espécie-praga seja influenciada pela presença e manejo das demais culturas hospedeiras na paisagem agrícola (Thomazoni et al., 2013; Pomari-Fernandes et al., 2015; Bentivenha et al., 2016).

No monitoramento de mariposas de *H. armigera* em lavouras de tomateiro para processamento industrial da região de Cristalina-GO constatou-se que, os maiores picos populacionais de adultos de *H. armigera*, baseado nas capturas das armadilhas luminosas (Figura 3), ocorreram em março-abril (3,0-5,0 mariposas/armadilha/semana) e em agosto-outubro (7,5-10,0 mariposas/

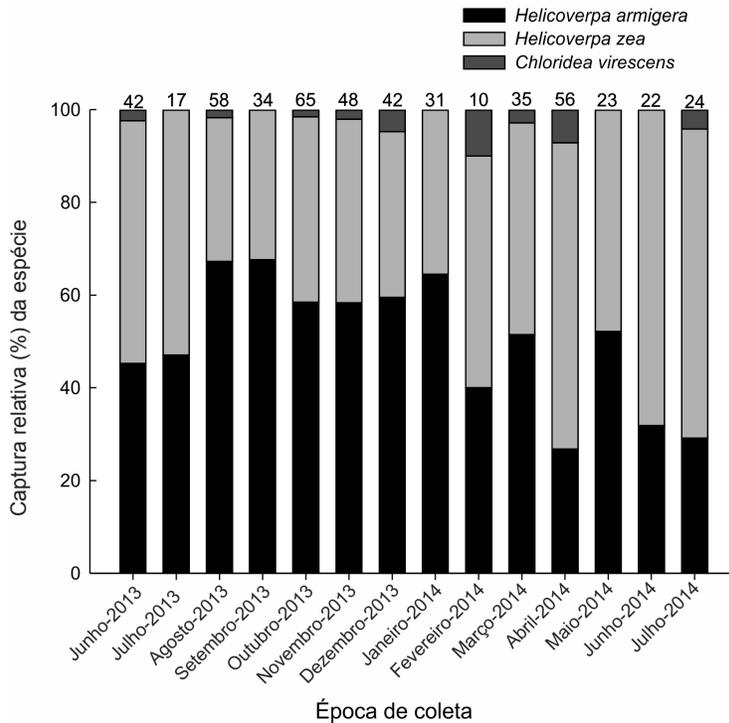


Figura 2. Importância relativa de espécies de Heliothinae (*Helicoverpa armigera*, *H. zea* e *Chloridea virescens*) no levantamento com armadilha luminosa instaladas em lavouras de tomateiro para processamento industrial entre junho de 2013 e julho de 2014, em Cristalina-GO. Barras indicam a contribuição porcentual de cada espécie na captura acumulada de mariposas em todas as armadilhas no mês avaliado (somatório de capturas semanais). Valores acima das barras indicam o total de mariposas Heliothinae capturadas em cada mês.

armadilha/semana), respectivamente, com queda entre maio e junho (1,0-2,0 mariposas/armadilha/semana).

No monitoramento de lagartas atacando frutos de tomate (Figura 4), a espécie predominante de Noctuidae/Heliothinae foi *H. armigera*, sendo detectada em 99% das amostras coletadas. De forma similar às mariposas, a infestação de lagartas de *H. armigera* foi maior em 2013 em relação a 2014 (Figura 4). As maiores densidades populacionais de lagartas ocorreram entre

junho e outubro. Já para o ataque aos frutos por *H. armigera* também houve grandes diferenças nas avaliações ao longo da safra entre 2013 e 2014.

No geral, os maiores níveis de broqueamento (24%-50%) coincidiram com a colheita realizada (entre maio e julho) dos primeiros cultivos estabelecidos (fevereiro-março) na safra anual de tomate para processamento industrial em Goiás (Figura 5). Em ano com elevada infestação de lagartas (como em 2013) também pode ocorrer um pico de broqueamento de frutos em outubro, coincidindo com as últimas colheitas da safra. Estes resultados revelam o grande impacto negativo da introdução de *H. armigera* no sistema produtivo de tomate para processamento industrial em Goiás.

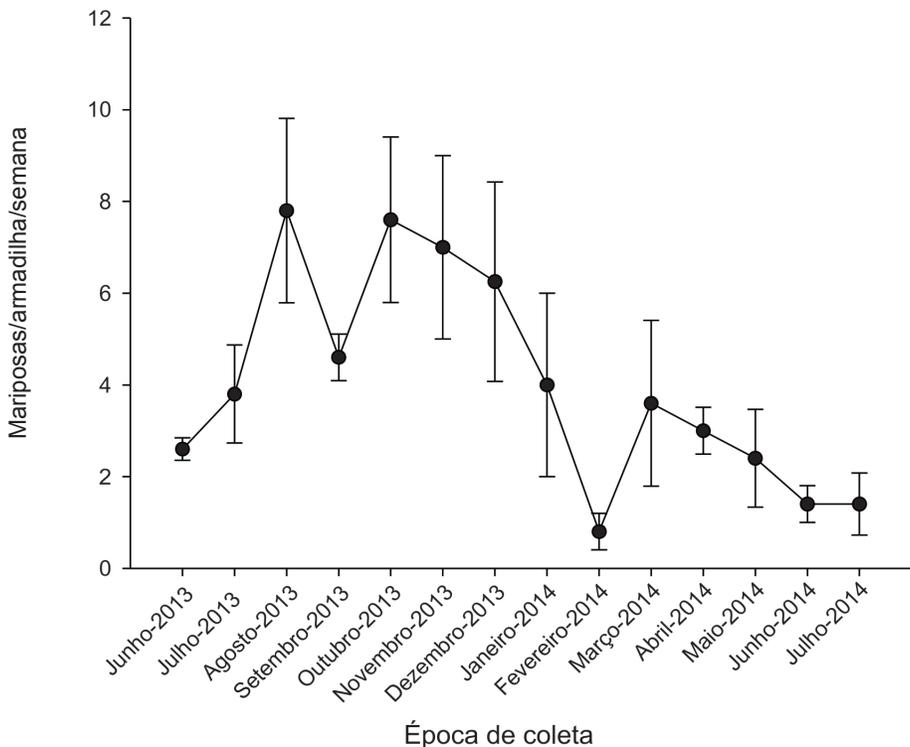


Figura 3. Variação populacional de machos de *Helicoverpa armigera* (adultos/armadilha/semana), mediante monitoramento com armadilha luminosa, em lavouras de tomateiro para processamento industrial entre junho de 2013 e julho de 2014, em Cristalina-GO. Valores médios \pm erro padrão da média foram gerados a partir do agrupamento de dados obtidos nos cultivos em cada mês avaliado.

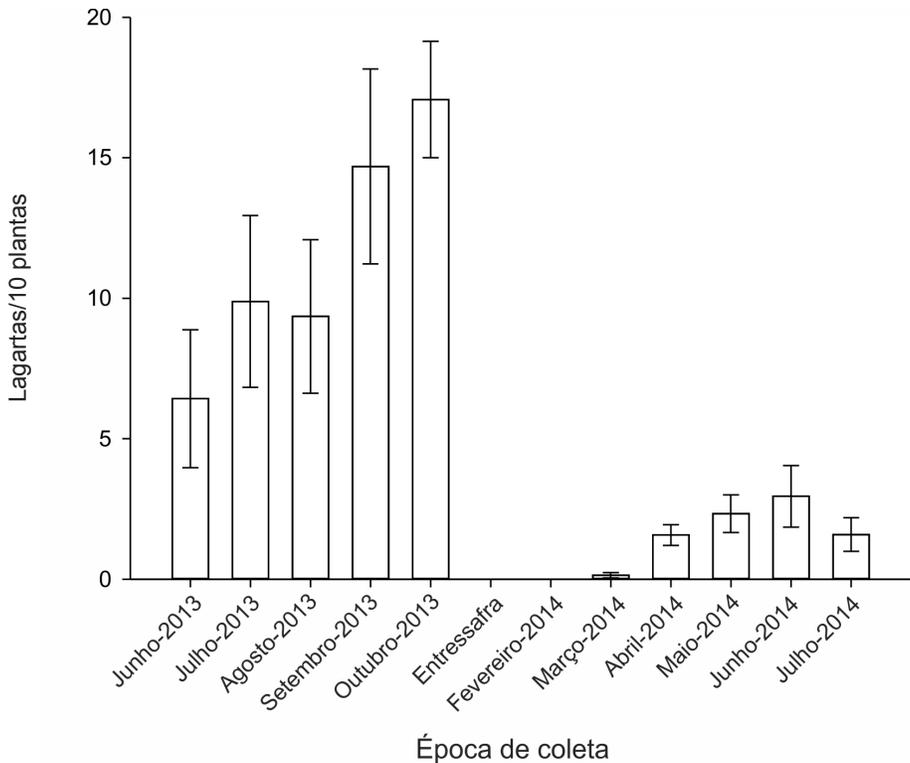


Figura 4. Densidade de lagartas de *Helicoverpa armigera* por 10 plantas de tomateiro, mediante monitoramento em lavouras de tomateiro para processamento industrial entre junho de 2013 e julho de 2014, em Cristalina-GO. Valores médios \pm erro padrão da média foram gerados a partir do agrupamento de dados obtidos nos cultivos em cada mês avaliado. Total de 40 plantas por lavoura.

Comparando os resultados de monitoramento populacional de *H. armigera* (Figuras 3 a 5) com aqueles do estudo faunístico de mariposas Noctuidae realizado na mesma região (Tabelas 2 e 3), ficou evidente que, embora a comunidade de lepidópteros seja relativamente bem diversificada na paisagem onde se encontravam as lavouras de tomateiro para processamento industrial, apenas *H. armigera* se destacou como broqueador de frutos entre 2013 e 2014; além disso, pragas secundárias (*S. eridania*, *S. frugiperda* e *C. includens*) que ocorriam esporadicamente nos cultivos não foram detectadas nesse monitoramento. Quatro fatores poderiam ter contribuído para esse

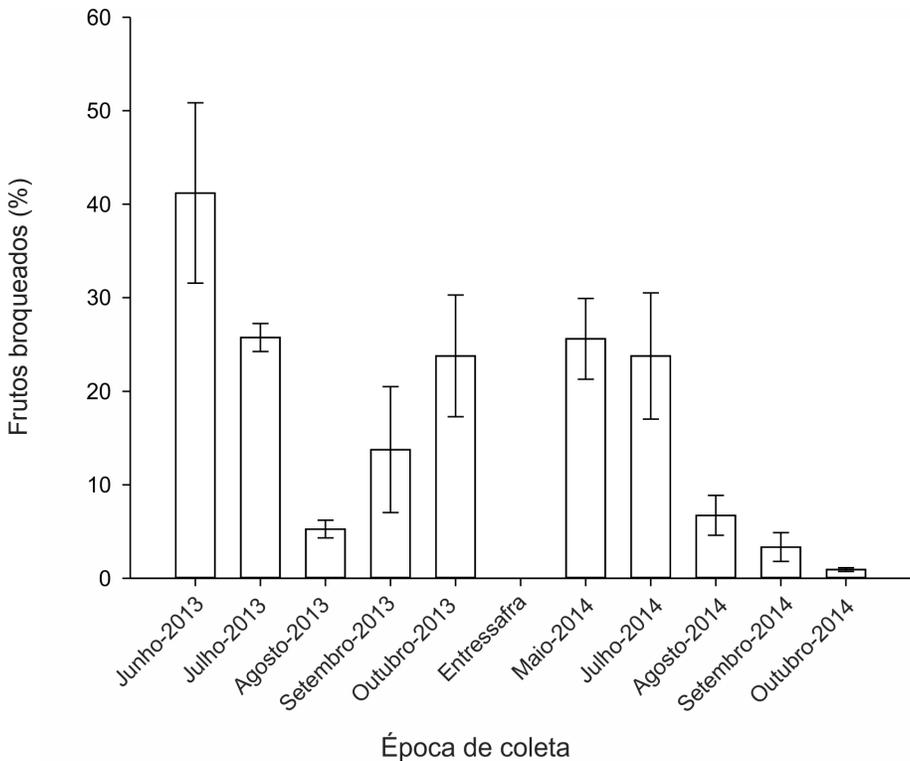


Figura 5. Porcentagem de frutos broqueados por lagartas de *Helicoverpa armigera*, mediante monitoramento em cultivos para processamento industrial entre junho de 2013 e outubro de 2014, em Cristalina-GO. Valores médios \pm erro padrão da média foram gerados a partir do agrupamento de dados obtidos nos cultivos em cada mês avaliado. Total de 40 plantas por lavoura.

padrão de ocorrência de noctuídeos. Primeiramente, a supressão de espécies de lepidópteros mais suscetíveis aos inseticidas, principalmente na fase larval, diante ao aumento das dosagens e da frequência de pulverizações para controle de *H. armigera* no tomateiro (Michereff Filho; Michereff, 2017). Portanto, isso seria um efeito indireto (alteração do ambiente) do ingresso dessa praga sobre a entomofauna nativa regional.

O segundo fator seria a maior flexibilidade adaptativa de *H. armigera* à dinâmica de eventos no sistema agrícola (ex., adoção de cultivares geneticamente modificadas com a tecnologia Bt) e a mudanças no padrão

climático (secas prolongadas, veranicos e temperaturas extremas) (Ávila et al., 2013; Pomari-Fernandes et al., 2015).

Também se deve considerar a influência de hospedeiros preferenciais, como o algodoeiro, que permitam maior crescimento populacional e prevalência de *H. armigera* na região, a exemplo do já observado sobre a coexistência dessa praga e *H. zea* em cultivos de milho entre as regiões produtoras do oeste da Bahia, do sul e centro-oeste brasileiro, por Bentivenha et al. (2016). Na região de Cristalina (GO), o algodoeiro é cultivado em grandes áreas na sucessão do milho e da soja (estação chuvosa) e em seu estágio reprodutivo (estação seca, março-junho) pode compartilhar a paisagem agrícola com lavouras de tomate para processamento industrial (Pessoa et al., 2016; Santos et al., 2017). Dessa forma, o algodoeiro mostra-se como uma cultura multiplicadora e ótima fonte de infestação de *H. armigera* e *C. virescens* para o tomateiro, assim como o cultivo de milho durante quase todo o ano pode exercer forte influência na ocorrência de *H. zea* na região.

Aliado a tudo isso, os atributos comportamentais de colonização e exploração de recursos do ambiente de *H. armigera* poderiam garantir a ocupação efetiva de novos nichos ecológicos e deslocar espécies nativas menos competitivas por interações agonísticas, configurando assim um efeito direto desse noctuídeo como uma espécie exótica invasora (Bentivenha et al., 2016). Apesar disso, as metodologias utilizadas neste trabalho e o curto período de levantamento faunístico não permitem inferir sobre a magnitude do impacto da introdução de *H. armigera* sobre a composição de espécies de lepidópteros e as dinâmicas populacionais dos principais noctuídeos que ocorrem nos agroecossistemas de tomateiro no planalto central. Assim, novos estudos devem ser realizados para que tais questões possam ser elucidadas.

A determinação da praga-alvo como broqueador de frutos prevalente nos cultivos de tomateiro, no caso *H. armigera*, mostra-se indispensável para a seleção e o uso planejado de métodos de controle mais eficazes, como o emprego de agentes de controle biológico, de rotação de culturas e a recomendação de inseticidas, em um contexto para minimizar a evolução da resistência aos inseticidas por populações da praga que estejam mais expostas. Contudo, na região de Cristalina (GO), cujo sistema agrícola enfatiza os ciclos anuais de sucessão de soja, milho e algodão na paisagem, a ocorrência de três espécies de Heliothinae altamente polífagas mostra-

se como um desafio para a sustentabilidade da cadeia produtiva de tomate industrial.

Conclusões

– A espécie *H. armigera* destaca-se entre os lepidópteros da subfamília Heliothinae que infestam o tomateiro nas diferentes regiões produtoras dessa hortaliça no Brasil;

– Dependendo da região produtora, da época do ano e do sistema de produção pode ocorrer infestação simultânea de *H. armigera*, *H. zea* e *C. virescens* nas lavouras de tomateiro;

– A presença de cultivos de algodão compartilhando a mesma paisagem agrícola dos cultivos de tomateiro para processamento industrial do planalto central pode exercer influência positiva na infestação de *H. armigera* no tomateiro;

– Os surtos populacionais de *H. armigera* podem gerar grande impacto negativo no sistema produtivo de tomate para processamento industrial em Goiás e

– Não é possível inferir sobre o impacto negativo da introdução de *H. armigera* sobre a comunidade de lepidópteros e as suas dinâmicas populacionais na região de Cristalina (GO).

Agradecimentos

A todos estagiários e bolsistas do Laboratório de Entomologia da Embrapa Hortaliças, que contribuíram nas atividades de campo e laboratório. Ao funcionário Moises Lopes Fernandes, da Embrapa Hortaliças, pelo auxílio nos trabalhos desenvolvidos. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de doutorado ao sexto e ao oitavo autor, respectivamente. 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

- ALBERNAZ, K. C.; SILVA-BRANDÃO, K. L.; FRESIA, P.; CÔNSOLI, F. L.; OMOTO, C. Genetic variability and demographic history of *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) populations from Brazil inferred by mtDNA sequences. **Bulletin of Entomological Research**, v. 102, p. 333–343, Nov. 2012.
- ALLEX, C. F. **Computational methods for fast and accurate DNA fragment assembly**. 1999. 211 f. Tese (Computer Science). University of Wisconsin, Madison. Disponível em: <ftp://ftp.cs.wisc.edu/machine-learning/shavlik-group/allex.thesis99.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2013.
- ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, casa-de-vegetação e hidroponia**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2013. 455 p.
- ÁVILA, J. C.; 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: 01 jun. 2018.
- BECKER, W. F.; WAMSER, A. F.; FELTRIM, A. L.; SUZUKY, A.; SANTOS, J. P.; VALMORBIDA, J.; HAHN, L.; MARCUZZO, L. L.; MILLER, S. **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2016. 149 p.
- BENTIVENHA, J. P. F.; PAULA-MORAES, S. V.; BALDIN, E. L. L.; SPECHT, A.; da SILVA, I. F.; HUNT, T. E. Battle in the New World: *Helicoverpa armigera* versus *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae). **PLoS ONE**, n. 11, v. 12, p. e0167182. Dec. 2016.
- BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N.; SIMON, P. W. Effects of plant tissue and DNA purification method on randomly amplified polymorphic DNA-based genetic fingerprinting analysis in carrot. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 124, n. 1, p. 32–38, Jan. 1999.
- BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N.; GONZÁLEZ-ARCOS, M. Melhoria de tomate para processamento industrial. In: NICK, C.; BOREM, A. (Org.). **Melhoramento de Hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 2016. p. 432-464, v. 1.
- BRAMBILA, J. **Instructions for dissecting male genitalia of *Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae) to separate *H. zea* from *H. armigera***. 2009. Disponível em: <https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/owb/downloads/owb-screeningguides2.pdf >. Acesso em: 04 jun 2018.
- BUENO, A. F.; PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; GAZZONI, D. L.; HIROSE, E.; MOSCARDI, F.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; ROGGIA, S. Histórico e evolução do manejo integrado de pragas da soja no Brasil. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 37-74.
- BUTT, B. A.; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. [Washington]: USDA, 1962. 7 p. (USDA. ARS-33-75).
- CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; MARTINS, J. P. T.; ORTEGA, M. A.; LOMBARDI, L. F. M.; SOUSA, N. R. A.; MORAIS, L. S.; BARROS, L. S. Potencial devastador. **Cultivar HF**, v. 2, p. 3-7, fev. 2013a.

- CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 110-113, jan./mar. 2013b.
- CZEPAK, C.; VIVAN, L. M.; ALBERNAZ, K. C. Praga da vez. **Cultivar**: grandes culturas, v. 15, n. 167, p. 20-27, abr. 2013c.
- CZEPAK, C.; GODINHO, K. C. A.; REZENDE, J. M.; ANDRADE, R. S. Surtos devastadores. **Cultivar HF**, v. 1, n. 99, p. 20-25, ago./set. 2016.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 10).
- GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, n. 4, p. 487-488, Aug. 1976.
- LEITE, N. A.; ALVES-PEREIRA, A.; CORRÊA, A. S.; ZUCCHI, M. I.; OMOTO, C. Demographics and genetic variability of the New World bollworm (*Helicoverpa zea*) and the Old World bollworm (*Helicoverpa armigera*) in Brazil. **PLoS One**, v. 9, p. e113286, Nov. 2014.
- LI, Q. Q.; LI, D. Y.; YE, H.; LIU, X. F.; SHI, W.; CAO, N.; DUAN, Y.Q. Using COI gene sequence to barcode two morphologically alike species: The cotton bollworm and the oriental tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Molecular Biology Reports**, v. 38, p. 5107-5113, Nov. 2011.
- MASTRANGELO, T.; PAULO, D. F.; BERGAMO, L. W.; MORAIS, E. G. F.; SILVA, M.; BEZERRA-SILVA, G.; AZEREDO-ESPIN, A. M. L. Detection and genetic diversity of a Heliothine Invader (Lepidoptera: Noctuidae) from North and Northeast of Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 3, p. 970-980, Jun. 2014.
- MADDEN, T. The BLAST sequence analysis tool. In: **The NCBI Handbook [Internet]**. 2nd ed. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information, 2013. p. 425-436. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK153387/>>. Acesso em: 10 nov. 2014.
- MICHEREFF FILHO, M.; GUIMARÃES, J. A.; MOURA, A. P.; LIZ, R. S. Pragas do tomateiro. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Org.). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 265-300.
- 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. (Embrapa-DPD. Texto para discussão, 47). Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1077157>>. Acesso em: 01 jun. 2018.
- MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; BORTOLIN, T. M.; FRONZA, E.; PEZZI, P.; LUZ, P. C.; BARROS, N. M. Immature stages of *Spodoptera albula* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae): developmental parameters and host plants. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 1, p. 271-284, mar. 2013.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; BARROS, N. M. Immature stages of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae): developmental parameters and host plants. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 1, p. 1-11, Jan. 2014.

POGUE, M.G. A new synonym of *Helicoverpa zea* (Boddie) and differentiation of adult males of *H. zea* and *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 97, n. 6, p. 1222-1226, 2004.

PESSOA, M. C. P. Y.; MARINHO-PRADO, J. S.; SÁ, L. A. N.; MINGOTI, R.; HOLLER, W. A.; SPADOTTO, C. A. Priorização de regiões do Cerrado brasileiro para o monitoramento de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 697-701, maio 2016. Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146177/1/Priorizacao-de-regioes-do-cerrado.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

POMARI-FERNANDES, A.; FREITAS-BUENO, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R. *Helicoverpa armigera*: Current status and future perspectives in Brazil. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 21, n. 1, p. 1-7, Jan. 2015.

PRATISSOLI, D.; CARVALHO, J. R. **Guia de Campo**: pragas da cultura do tomateiro. Alegre: NUDEMAFI: UFES, 2015. 35 p. (Série Técnica / NUDEMAFI).

PRATISSOLI, D.; LIMA, V. L. S.; PIROVANI, V. D.; LIMA, W. L. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato in the Espírito Santo state. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 101-105, jan./mar. 2015.

SANTOS, S. R.; SPECHT, A.; CARNEIRO, E.; PAULA-MORAE, S. V.; CASAGRANDE, M. M. Diversity interseasonal variation of *Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae) populations in the Brazilian Savanna. **Revista Brasileira de Entomologia**, n. 61, p. 294-299. out./dez. 2017.

SILVA, A. G. A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. N.; SIMONI, L. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. 622 p. Parte 2, Tomo 1.

SILVA, K. F. A. de S. **Levantamento de espécies de Heliothinae associadas ao tomateiro e identificação de fontes de resistência à *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2016. 96 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SPECHT, A.; PAULA-MORES, S. V.; LOPES-LIMA, A.; YANO, S. A. C.; MICHELI, A.; MORAIS, E. G. F.; GALLO, P.; PEREIRA, P. R. V. S.; SALVADORI, J.R.; BÖTTON, M.; ZENKER, M.M.; AZEVEDO-FILHO, W.S. Timeline and geographical distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae: Heliothinae) in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, n. 1, p. 101-104, jan./mar. 2016.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**, v. 24, n. 219, p. 79-92, 2003.

SOUZA, B. R.; TAY, W. T.; CZEPAK, C.; ELFEKIH, S.; WALSH, T. K. The complete mitochondrial DNA genome of a Chloridea(Heliothis) subflexa (Lepidoptera: noctuidae) morpho-species. **Mitochondrial DNA Part A: DNA Mapping, Sequencing, and Analysis** v. 27, n. 6, p. 4532-4533, Nov. 2016.

SPECHT, A.; CORSEUIL, E. Diversidade dos noctuídeos (Lepidoptera: Noctuidae) em Salvador do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p. 281-298, Jul. 2002. Suplemento 1.

SPECHT, A.; SILVA, E. J. E.; LINK, D. Noctuídeos (Lepidoptera, Noctuidae) do Museu Entomológico Ceslau Biezanko, Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, RS. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 10, n. 4, p. 389-409, out./dez. 2004.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V.; AKIMI, S.; YANO, C. Morphological and molecular identification of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and expansion of its occurrence record in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 6, p. 689–692, jun. 2013. Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/966151>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

SWOFFORD, D. L. **Phylogenetic analysis using parsimony [and other methods]**. Sunderland: Sinauer, 2002. Version 4.0b 10.

TAY, W. T.; SORIA, M. F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, G. T.; ANDERSON, C.; DOWNES S. A brave New world for an Old World pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 8, n. 11: e80134, Nov. 2013.

TAY, W. T.; WALSH, T. K.; DOWNES, S.; ANDERSON, C.; JERMIIN, L. S.; WONG, T. K. F.; PIPER, M. C.; SILVA CHANG, E. S.; MACEDO, I. B.; CZEPAK, C.; BEHERE, G. T.; SILVIE, P.; SORIA, M. F.; FRAYSSINET, M.; GORDON, K. H. J. Mitochondrial DNA and trade data support multiple origins of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera, Noctuidae) in Brazil. **Nature, Scientific Report**, v. 7, p. 45302, Mar. 2017.

THOMAZONI, D.; SORIA, M. F.; PEREIRA, E. J. G.; DEGRANDE, P. E. ***Helicoverpa armigera*: perigo iminente aos cultivos de algodão, soja e milho do estado de Mato Grosso**. Cuiabá: Instituto Mato-grossense do Algodão, 2013, 12p. (Instituto Mato-grossense do Algodão. Circular Técnica, 5). Disponível em: <http://www.imamt.com.br/system/anexos/arquivos/198/original/circular_tecnica_edicao5_final_ed2_bx.pdf?1375359267>. Acesso em: 30 nov. 2017.

VIANA, P. A.; MENDES, S. M.; CRUZ, I. Controle de pragas do milho doce. In: PEREIRA FILHO, I. A.; TEXEIRA, F. F. (Ed.). **O cultivo do milho doce**. Brasília, DF: Embrapa. 2016. Cap. 10, p. 181-203.

