



UFG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**BIOLOGIA DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) NAS FASES VEGETATIVA E REPRODUTIVA DA SOJA [*Glycine
max* (L.) MERRIL]**

MARIANA ARAÚJO ORTEGA

Orientadora:
Prof^a Dra. Cecilia Czepak

Co-orientadora:
**Prof^a Dra. Karina Cordeiro Albernaz
Godinho**

Goiânia, GO
Março, 2016

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

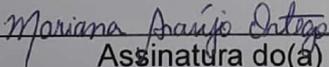
Nome completo do autor: Mariana Araújo Ortega

Título do trabalho: Biologia de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae nas fases vegetativa e reprodutiva da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]

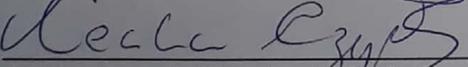
3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 06 / 08 / 19

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

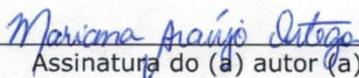
Nome completo do autor: Mariana Araújo Ortega

Título do trabalho: Biologia de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) nas fases vegetativa e reprodutiva da soja [*Glycine max* (L.) Merril]

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do (a) autor (a) ²

Data: 03 / 10 / 16

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

²A assinatura deve ser escaneada.

MARIANA ARAÚJO ORTEGA

**BIOLOGIA DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE) NAS FASES VEGETATIVA E REPRODUTIVA DA SOJA [*Glycine
max* (L.) MERRIL]**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitossanidade.

Orientadora:

Prof^a Dra. Cecilia Czepak

Co-orientadora:

**Prof^a Dra. Karina Cordeiro Albernaz
Godinho**

Goiânia, GO
Março, 2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Ortega, Mariana Araújo

Biologia de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) nas fases vegetativa e reprodutiva da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] [manuscrito] / Mariana Araújo Ortega. - 2016.
62 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Cecilia Czepak; co-orientadora Dra. Karina Cordeiro Albernaz Godinho.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia, 2016.

Bibliografia. Anexos.

Inclui fotografias, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

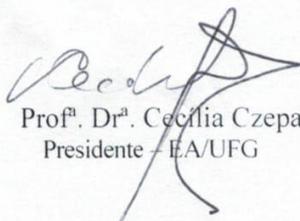
1. biologia. 2. tabela de vida. 3. manejo integrado de pragas.
I. Czepak, Cecilia, orient. II. Título.

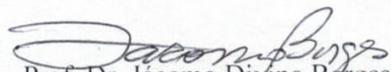
CDU 631/635

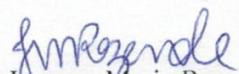


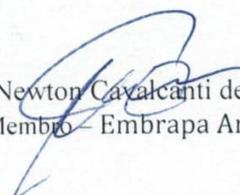
ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos dez dias do mês de março do ano de dois mil e dezesseis (10.03.2016), às 08h30min, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof^ª. Dr^ª. Cecília Czepak – orientadora/Presidente, Prof. Dr. Jácomo Divino Borges, Dr^ª. Janayne Maria Rezende e Dr. Newton Cavalcanti de Noronha Júnior, para, em sessão pública realizada no auditório do PPGA da Escola de Agronomia da UFG, procederem à avaliação da defesa de Dissertação intitulada: “**Biologia de *Helicoverpa armigera* (Hubner: 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) nas fases vegetativa e reprodutiva da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**”, de autoria de **Mariana Araújo Ortega**, discente do curso de **Mestrado**, na área de Concentração em **Fitossanidade**, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pela presidente, que fez a apresentação formal dos membros da Banca e deu início às atividades relativas à defesa da Dissertação. Passou a palavra à mestranda que em quarenta minutos apresentou o seu trabalho. Após a apresentação a candidata foi arguida sucessivamente pelos membros da banca. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. De acordo com a Resolução nº 1051, de 09.09.2011 do CEPEC - Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura, que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Agronomia, a Banca Examinadora considerou **APROVADA** a Dissertação, desde que procedidas às correções recomendadas, estando integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE** em Agronomia, na área de concentração em **FITOSSANIDADE**, pela Universidade Federal de Goiás. A mestranda deverá efetuar as modificações sugeridas pela Banca Examinadora e encaminhar a versão definitiva da dissertação à Secretaria do PPGA, no prazo máximo de trinta dias após a data da Defesa. A conclusão do Curso e a emissão do Diploma dar-se-ão após o cumprimento do Artigo 69, § 1º e § 2º, da Resolução CEPEC nº 1051, de 09.09.2011. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigo(s) científico(s), oriundo(s) dessa dissertação, em periódicos de circulação nacional e, ou, internacional, depois de efetuadas as modificações sugeridas. No caso da discente titulada não providenciar a publicação de seu trabalho final em forma de artigo(s) científico(s) no prazo de seis meses, após a data da defesa, serão aplicados os dispositivos do Artigo 70, § 1º e § 2º, da mesma Resolução. Para finalizar, a Presidente agradeceu os membros examinadores, congratulou-se com a mestranda e encerrou a sessão às 11h40min. E para constar, eu Welinton Barbosa Mota, secretário do PPGA, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada pelos membros da Banca Examinadora, em quatro vias de igual teor.


Prof^ª. Dr^ª. Cecília Czepak
Presidente – EA/UFG


Prof. Dr. Jácomo Divino Borges
Membro – EA/UFG


Dr^ª. Janayne Maria Rezende
Membro – EA/UFG


Dr. Newton Cavalcanti de Noronha Júnior
Membro – Embrapa Arroz e Feijão

*Aos meus pais Armando e Maria Cristina
pelo amor e dedicação,
Às minhas irmãs, Juliana e Virgínia,
pelo apoio incondicional,
Aos meus amados sobrinhos,
João Pedro, Ana Clara, Marina e Elisa,
Ao meu namorado Pedro Henrique,
pelo incentivo e companheirismo.*

DEDICO

*“Os ignorantes, que acham que sabem tudo,
privam-se de um dos maiores prazeres da vida: aprender.”
Provérbio popular*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me permitiu chegar até aqui, rompendo todas as barreiras, mantendo-me firme.

Aos meus pais, Armando e Maria Cristina, que nunca mediram esforços para que eu prosseguisse e pudesse alcançar mais esta vitória.

À Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (EA/UFG), pela oportunidade de ingressar no curso.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) da EA/UFG e todo seu corpo docente, por me passar os conhecimentos necessários para que eu me tornasse Mestre em Fitossanidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pelo financiamento desta pesquisa.

À minha orientadora Professora Dr^a Cecília Czepak, por ter me acolhido como orientada, ensinando-me todos os dias; e pela orientação, tanto na profissão como na vida. Meus sinceros e profundos agradecimentos.

À minha co-orientadora Professora Dr^a Karina Cordeiro Albernaz Godinho, por todos os conselhos e colaboração na elaboração deste trabalho.

Ao Professor Dr. Jácomo Divino Borges e ao Dr. Newton C. Noronha Jr, por aceitarem participar da Banca Examinadora.

Ao Professor Dr. Tomás de Aquino Portes e Castro pela contribuição na parte de fisiologia e por aceitar o convite para ser suplente da Banca Examinadora.

À MSc. Rízia da Silva Andrade, pela orientação na execução deste trabalho, bem como no entendimento dos resultados.

À Dra. Janayne Rezende, pela colaboração e pelas ótimas discussões que só acrescentaram neste trabalho e por aceitar participar da Banca Examinadora.

À MSc. Aniela Melo, pela amizade, pelas ótimas conversas e pela ajuda na análise dos dados.

À Gabriella Czepak Gaston, pela confecção dos desenhos.

A todos os alunos de pós-graduação e graduação do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas, Humberto Oliveira Guimarães, Tiago Carvalhais de Oliveira, Laryssa Moreira Bernardes, Matheus Le Senechal Nunes, Lara Leal Figueiredo, Arthur Pereira de Sousa, Daniel Pereira Miranda, Giovanna Menini Cavalieri, Felipe Basílio Ribeiro, Willie Araújo Bino, Esio Daher Elias, Giulliano Silva Camargos, Lucas Carlos Goveia Silva, Daniel Victor de Carvalho, Mariana de Paiva Manso, Larissa Gonçalves Silva, Amanda Zago Toledo, Marco Aurélio Gomes Júnior, Jhonatas Jhonny Gomes Santana, Pedro Henrique Campos Pinho Costa, Marcos Vinícius Moreira dos Anjos, Vinícius Silva Magalhães, Matheus Henrique da Silva, Nazareth Del Carmem De Garcia Rodriguez, Aline Mar Rodrigues da Silva, Gustavo Rezende de Jesus, Luciélcio Martins Oliveira, e todos os outros que passaram por lá.

Às amigas Gabriela Fava, Josiane Garcia, Bárbara Faria e Amanda Teixeira, pela amizade e pelo apoio na execução do trabalho.

Ao meu namorado, Pedro Henrique de Souza, por todo amor, companheirismo, apoio e incentivo, sempre me lembrando de que sou capaz, não me deixando desistir.

Ao Wellington Motta, por toda ajuda frente à secretaria do PPGA/EA, sempre disponível e solícito.

A todas as amigas conquistadas no decorrer desta trajetória.

A todos aqueles que participaram de alguma forma desta etapa da minha vida.

Muito obrigada a todos!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE ANEXOS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E PLANTAS HOSPEDEIRAS.....	16
2.2 ASPECTOS MORFOLÓGICOS E BIOECOLÓGICOS.....	17
2.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA.....	19
2.4 MANEJO INTEGRADO DE <i>Helicoverpa armigera</i>	20
2.4.1 Controle químico	21
2.4.2 Controle biológico	22
2.4.3 Cultivares resistentes	24
2.4.4 Controle cultural	25
2.4.5 Controle por comportamento	26
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 OBTENÇÃO DAS PLANTAS DE SOJA.....	27
3.2 CRIAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE <i>Helicoverpa armigera</i> (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM LABORATÓRIO.....	27
3.3 BIOLOGIA DE <i>Helicoverpa armigera</i> (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NAS FASES VEGETATIVA E REPRODUTIVA DA CULTURA DA SOJA.....	28
3.4 TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE.....	31
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 BIOLOGIA DE <i>Helicoverpa armigera</i> (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NAS FASES VEGETATIVA E REPRODUTIVA DA CULTURA DA SOJA.....	33
4.1.1 Fase larval	33
4.1.2 Fase de pré-pupa	36
4.1.3 Fase de pupa	36
4.1.4 Fase adulta	38
4.1.4.1 Longevidade.....	38
4.1.4.2 Duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição.....	39
4.1.4.3 Fecundidade diária e total.....	39
4.1.4.4 Fase de ovo.....	41
4.1.6 Deformação em pupas e adultos	42
4.1.7 Ciclo de ovo a adulto	43

4.2	TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE DE <i>Helicoverpa armigera</i> (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA FASE VEGETATIVA DA CULTURA DA SOJA.....	43
5	CONCLUSÃO.....	46
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
7	REFERÊNCIAS.....	49
8	ANEXOS.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Duração e viabilidade da fase larval de <i>Helicoverpa armigera</i> nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.....	33
Tabela 2.	Duração e viabilidade da fase pré-pupa de <i>Helicoverpa armigera</i> nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.....	35
Tabela 3.	Duração e viabilidade da fase de pupas de fêmeas e de machos de <i>Helicoverpa armigera</i> nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.....	36
Tabela 4.	Peso (mg) de pupas de fêmeas e de machos e razão sexual de <i>Helicoverpa armigera</i> nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.....	37
Tabela 5.	Longevidade de adultos (fêmeas e machos) de <i>Helicoverpa armigera</i> nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.....	38
Tabela 6.	Duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição de <i>Helicoverpa armigera</i> nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.....	38
Tabela 7.	Fecundidade diária (número médio de ovos/fêmea/dia) e total (número médio total de ovos/fêmea) de <i>Helicoverpa armigera</i> nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.....	39
Tabela 8.	Período de incubação (dias) e viabilidade de ovos (%) de <i>Helicoverpa armigera</i> nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h.....	41
Tabela 9.	Porcentagem de deformação em pupas (fêmeas e machos) e adultos (fêmeas e machos) de <i>Helicoverpa armigera</i> nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.....	41
Tabela 10.	Duração do ciclo de ovo a adulto (dias) e viabilidade total (%) de <i>Helicoverpa armigera</i> nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Tratamentos utilizados: (A) Folha na fase vegetativa; (B) Folha com Flor na fase reprodutiva; e (C) Vagem na fase reprodutiva. Goiânia, GO, 2015.....	29
Figura 2..	Sala climatizada tipo Fitotron: (A) Externamente e (B) Internamente; e (C) Potes utilizados nos experimentos, com uma lagarta e o respectivo tratamento. Goiânia, GO, 2015.....	30
Figura 3.	Gaiolas de PVC onde foram colocados os casais. Goiânia, GO, 2015.....	30
Figura 4.	Potes utilizados para acondicionamento dos ovos. Goiânia, GO, 2015.....	31
Figura 5.	Sobrevivência nos estágios de larva, de pré-pupa e de pupa e de adultos de <i>Helicoverpa armigera</i> nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Goiânia, GO, 2015.....	
Figura 6.	Fecundidade diária (número médio de ovos/fêmea/dia) de <i>Helicoverpa armigera</i> alimentada com folha (fase vegetativa da cultura da soja) e folha com flor (fase reprodutiva da cultura da soja). Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.....	40

LISTA DE ANEXOS

Anexo A.	Distribuição geográfica de <i>H. armigera</i> . Fonte: Map-Planwise.....	15
Anexo B.	Adultos de <i>H. armigera</i> : (A) Detalhe das asas anteriores e posteriores; (B) Acentuado dimorfismo sexual. Fotos: Cecilia Czepak.....	17
Anexo C.	Período larval de <i>H. armigera</i> , constituído de seis ínstar. Arte: Gabriella Czepak Gaston.....	17
Anexo D.	<i>H. armigera</i> : ausência de microespinhos na pinácula (A) e ausência de placa dentada na face interna da mandíbula (B); <i>H. virescens</i> : presença de microespinhos na pinácula (C) e presença de placa dentada na face interna da mandíbula (D). Arte: Gabriella Czepak Gaston.....	18
Anexo E.	Formato de “sela” no quarto segmento a partir do 4º ínstar, devido à presença de tubérculos abdominais escuros e bem visíveis Arte: Gabriella Czepak Gaston.....	19

RESUMO

ORTEGA, M.A. **Biologia de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) nas fases vegetativa e reprodutiva da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. 2016. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitossanidade) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.¹

A cultura da soja é uma das principais commodities negociadas nos mercados internacionais. Entre os países, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, batendo recordes de produção a cada safra. Porém, apesar da crescente produção de soja no Brasil, alguns fatores podem prejudicar o desenvolvimento da cultura, dentre eles a ação de insetos pragas. Assim, a espécie de importância quarentenária *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), registrada no país em 2013, é uma grande preocupação nas lavouras de soja, pois ataca tanto as partes vegetativas quanto reprodutivas, causando danos econômicos à cultura. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar parâmetros biológicos desta praga nas fases vegetativa e reprodutiva da soja, visando a aplicabilidade deste conhecimento no Manejo Integrado de Pragas (MIP). Para a realização dos experimentos plantas de soja foram cultivadas em campo, em plantios escalonados, e os insetos criados e mantidos em laboratório com temperatura e umidade controladas. Foram utilizados três tratamentos: folhas (estágio vegetativo), folhas com flor (estágio reprodutivo) e vagens (estágio reprodutivo). Para cada tratamento foram individualizadas 150 lagartas em potes plásticos, onde permaneceram até se transformarem em pupa. Por ocasião da emergência dos adultos casais da mesma idade foram individualizados em gaiolas de PVC, sendo alimentados com solução de mel a 10%. Foram avaliados os períodos de desenvolvimento da fase larval, da fase de pré-pupa e pupa e a longevidade de adultos, bem como a viabilidade de cada uma dessas fases. Além disso, avaliou-se peso de pupas, razão sexual, porcentagem de deformação de pupas e de adultos e fecundidade diária e total. Também foi construída a tabela de vida de fertilidade. As folhas na fase vegetativa da soja foram mais adequadas para o desenvolvimento de *H. armigera*, com maior viabilidade total, completando o ciclo (ovo-adulto) com 33,20 dias, enquanto em folhas com flor o ciclo foi de 35,50 dias e em vagem não houve desenvolvimento larval morrendo em seguida à exposição ao tratamento. A fecundidade também foi superior no tratamento com folhas, com 1613 ovos por fêmea, enquanto no tratamento folhas com flor foi de 520,28 ovos por fêmea. Não foi possível construir a tabela de vida de fertilidade no tratamento folha com flor, devido à alta mortalidade e, conseqüentemente, a obtenção de poucos indivíduos adultos. Os valores da tabela de vida de fertilidade no tratamento folha foram: intervalo entre gerações (T): 48,30; taxa líquida de reprodução (R_0): 52,57; taxa intrínseca de crescimento (r_m): 0,036; e taxa finita de aumento (λ): 1,04. A folha de soja no estágio vegetativo é mais adequada ao desenvolvimento e reprodução de *H. armigera*. Os resultados obtidos servem para subsidiar o Manejo Integrado de *H. armigera* na cultura da soja.

Palavras chave: biologia, tabela de vida, manejo integrado de pragas.

¹Orientadora: Prof^a Dr^a Cecilia Czepak

ABSTRACT

ORTEGA, M.A. **Biology of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) in vegetative and reproductive stages of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]**. 2016. 60 f. Dissertation (Master in Agronomy: Plant Health) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

The soybean is one of the main commodities traded in international markets. Among countries, Brazil is the second largest producer of soybean, beating production records each season. However, despite the increasing soybean production in Brazil, some factors may hinder the development of culture, including the action of insect pests. So the kind of importance quarantine *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), registered in the country in 2013, is a major concern in soybean crops, as both attacks a vegetative and reproductive parts, causing economic damage to the crop. Thus, the objective of this study was to evaluate biological parameters of this pest in vegetative and reproductive stages of soybean, seeking the applicability of this knowledge in the Integrated Pest Management (IPM). For the realization of the experiments, soybean plants were grown in the field in staggered plantings, and the insects were created and maintained in the laboratory with controlled temperature and humidity. Three treatments were used: such as leaves (vegetative stage), leaves with flower (reproductive stage) and pods (reproductive stage). For each treatment were individualized 150 caterpillars in plastic pots, where they remained until they become pupae. After the emergence same age adult couples were individualized in PVC cages, fed with a 10% honey solution. We evaluated the periods of development of the larval stage, pre-pupal and pupa stages, adult longevity, and the feasibility of each of these phases. In addition, we also evaluated pupal weight, sexual ratio, pupa strain percentage and adults, daily and total fertility. It was also built the fertility life table. The leaves in the vegetative phase of soybeans were the most suitable for the development of *H. armigera*, with higher total viability, completing the cycle (egg to adult) with 33.20 days, while leaves with flower cycle was 35.50 days. The treatment with only Pod had no larval development, dying after exposure to treatment. Fertility was also higher in the treatment with leaves, with 1613 eggs per female, while in the treatment leaves with flower was 520.28 eggs per female. It was no possible construct fertility life table of the flower and leaf treatment, due to high mortality and therefore, obtaining only a few adults. The fertility life table values of the treatment with leaves obtained were: mean generation time (T): 48.30; net reproductive rate (R_0): 52.57; intrinsic growth rate (r_m): 0.036; and finite rate of increase (λ): 1.04. Soybean leaf in the vegetative stage is more suitable to the development and reproduction of *H. armigera*. The results serve to support the Integrated Management of *H. armigera* in soybean.

Keywords: biology, life table, integrated pest management

¹Orientadora: Prof^ª Dr^ª Cecilia Czepak

1 INTRODUÇÃO

O continente americano é responsável por cerca de 86% de toda soja produzida no mundo, uma das principais commodities negociadas nos mercados internacionais. Entre os países, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, com estimativa de produção de 103 milhões de toneladas na safra 2016/17, estando próximo dos Estados Unidos, que estimam produção de 105,6 milhões de toneladas para a mesma safra (USDA, 2016).

A safra brasileira de soja na temporada 2015/2016, alcançou uma produção de 95.574,4 milhões toneladas. Deste total, a região centro-oeste foi a maior produtora, alcançando o recorde de 43.738,6 milhões de toneladas, 0,5% a menos que a safra 2014/2015 (Conab, 2016). O principal motivo para esse decréscimo na produção foi o regime de chuvas no período da safra 2015/2016, que prejudicou lavouras em todo o país.

Mesmo diante da crescente produção de soja no Brasil, alguns fatores podem prejudicar direta ou indiretamente o desenvolvimento e, conseqüentemente, a produtividade da cultura, dentre eles está a ação dos insetos-praga, visto que a quantidade de espécies que acometem a cultura desde a germinação até a colheita tem se tornado cada vez maior. A exemplo disso, são citadas as lagartas *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818), o complexo de falsas medideiras, como por exemplo a espécie *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857), as espécies do gênero *Spodoptera* (*S. frugiperda* [J. E. Smith, 1797], *S. cosmioides* [Walker, 1858], *S. eridania* [Cramer, 1782]), e, atualmente, pode-se acrescentar a espécie de importância quarentenária *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805), registrada recentemente no Brasil (Czepak et al., 2013a; 2013b).

Esse aumento considerável de insetos-praga nos cultivos de soja tem levado os produtores ao uso contínuo e indiscriminado de agroquímicos proporcionando, muitas vezes, a evolução de populações de insetos resistentes. Além disso, provoca um desequilíbrio nos agroecossistemas como, por exemplo, a mortalidade dos inimigos naturais. Dessa forma, as pragas podem ser favorecidas por esse uso indiscriminado, destacando-se a lagarta *H. armigera*. Apesar de ter sido constatada há alguns anos, há um

desconhecimento sobre os problemas que esta praga pode ocasionar na cultura da soja e, por consequência, sobre quais inseticidas e quais doses devem ser aplicadas.

A espécie *H. armigera* apresenta ampla distribuição geográfica, estando presente na Europa, Ásia, África, Oceania (Guo et al., 1997; Zalucki et al., 1986), América do Sul (Czepak et al. 2013a, Senave, 2013, Murúa et al., 2014), América Central (NAPPO, 2014; USDA, 2014) e América do Norte (EPPO, 2015). A primeira ocorrência de *H. armigera* no Brasil foi registrada a partir de cultivos de soja e algodão, nos Estados de Goiás, Bahia, e Mato Grosso, (Czepak et al., 2013a, 2013b).

São relacionadas mais de 180 espécies de plantas cultivadas e silvestres como hospedeiras desta praga (Reed, 1965; Pawar & Jadhav, 1986; Zalucki, 1986; Fitt, 1989; Pogue, 2004; Moral Garcia, 2006; Lammers & Macleod, 2007). Esta lagarta alimenta-se de folhas e caules, contudo apresenta preferência por brotos, inflorescências, frutos e vagens (Reed, 1965; Wang & Li, 1984), causando danos tanto nas fases vegetativas, como reprodutivas, fazendo com que o número de aplicações para o seu controle seja elevado. Em decorrência disso, nos países de ocorrência dessa praga já foram constatadas populações resistentes a inseticidas dos grupos dos piretróides, carbamatos e organofosforados (Forrester et al., 1993, Fitt, 1994).

As fêmeas de *H. armigera* podem ovipositar em diferentes plantas, mas o padrão mais consistente na seleção da planta hospedeira é uma forte preferência pela fase de floração de seus hospedeiros (Parsons, 1940; Johnson et al., 1975; Roome, 1975). Entretanto, na ausência de hospedeiros com flores, a fêmea coloca os ovos de forma indiscriminada, às vezes em plantas geralmente não consideradas como hospedeiras (Parsons, 1940, Schneider et al., 1986, Zalucki et al., 1986, Walter & Benfield, 1994, Zalucki et al., 1994). Dessa forma, podem ocorrer diferenças significativas na biologia dessa praga nos diferentes hospedeiros. Além da interferência direta na preferência hospedeira, a quantidade e a qualidade do alimento podem afetar a taxa de crescimento, o tempo de desenvolvimento, o peso corporal, a sobrevivência, os parâmetros da tabela de vida do inseto, bem como influenciam a fecundidade, longevidade, movimentação e capacidade de competição de adultos (Tsai & Wang, 2001; Kim & Lee, 2002; Li et al., 2004; Panizzi & Parra, 2009).

Portanto, objetivou-se com esta pesquisa estudar a biologia desta praga em determinadas estruturas vegetais da soja na busca por contribuições para melhor elucidar o seu ciclo de vida nesta cultura, uma vez que o conhecimento das diferentes fases de vida de

H. armigera é um importante pré-requisito para a compreensão da dinâmica populacional desta praga em condições de campo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E PLANTAS HOSPEDEIRAS

A espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner,1805) (Lepidoptera: Noctuidae) apresenta ampla distribuição geográfica (Anexo A), sendo registrada na Europa, Ásia, África e Oceania (Zalucki et al., 1986; Guo et al., 1997). Na América do Sul, encontra-se presente no Brasil (Czepak et al. 2013a), Paraguai (Senave, 2013), Argentina (Murúa et al., 2014). Devido à dificuldade de identificação e diferenciação das espécies de *Helicoverpa*, possivelmente outros países latino-americanos também já tenham a referida praga. Na América Central, foi encontrada pela primeira vez em Porto Rico (NAPPO, 2014; USDA, 2014), e recentemente foi relatada na América do Norte, mais precisamente na Flórida (Estados Unidos da América) (EPPO, 2015).

A primeira ocorrência de *H. armigera* no Brasil foi registrada a partir de cultivos de soja e algodão, nos Estados de Goiás, Bahia, e Mato Grosso, (Czepak et al., 2013a, 2013b). Atualmente, sabe-se que esta espécie já se disseminou por todo o país e em diversas culturas de importância econômica, como grãos, cereais, frutíferas, hortaliças, além de plantas daninhas (Ávila et al., 2013; Bueno et al., 2014).

O “status” da praga *H. armigera* é derivado, em parte, de quatro características importantes: polifagia, alta mobilidade, alta fecundidade e diapausa facultativa. Estes fatores habilitam esta espécie a sobreviver em habitats instáveis e se adaptar às mudanças sazonais (Fitt, 1989). Por isso, possui grande capacidade de localizar e utilizar uma ampla gama de hospedeiros, trazendo grande preocupação para vários continentes do mundo, onde pode causar danos substanciais em diferentes culturas de importância econômica.

São relacionadas mais de 180 espécies de plantas cultivadas e silvestres como hospedeiras da praga, entre elas milho, trigo, sorgo, capins, cevada, gergelim, tomate, tabaco, batatas, flores e plantas ornamentais como petúnias, gladiólos, boca-de-leão, hibiscus, rabo-de-gato, cravos, tremoços e dalias, além de girassol, alfafa, colza, mostarda,

brócolis, repolho, canola, beterraba, gengibre, amendoim, mamona, grão de bico, feijão de corda, soja, ervilha, orégano, quiabo, algodão e frutíferas como laranja, limão, morango, maracujá, mamão, banana e uva, além de plantas daninhas como serralha, caruru, buva, borragem, breço, malva branca, entre outras (Reed, 1965; Pawar & Jadhav, 1986; Zalucki, 1986; Fitt, 1989; Pogue, 2004; Moral Garcia, 2006; Lammers & Macleod, 2007).

2.2 ASPECTOS MORFOLÓGICOS E BIOECOLÓGICOS

O período larval de *H. armigera* é constituído de seis ínstar (Anexo B). As lagartas recém-eclodidas são de coloração creme e quando desenvolvidas adquirem coloração variável, marrom, amarelada, alaranjada, esverdeada, rosada ou quase preta, com faixas escuras pelo corpo e manchas pretas na base das cerdas (pináculo), sem a presença de microespinhos e ausência de placa dentada na face interna da mandíbula, características que as diferenciam da espécie *Chloridea virescens* (Fabrícus, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae) (Anexo C). A cápsula cefálica de cor pardo claro, finas linhas brancas laterais e a presença de pêlos são detalhes característicos de *H. armigera* (Czepak et al., 2013b).

Para lagartas a partir do 4º ínstar, o quarto segmento apresenta, na maioria das vezes, formato de “sela” devido à presença de tubérculos abdominais escuros e bem visíveis (Anexo D). Além disso, quando perturbada apresenta um comportamento peculiar encurvando a cápsula cefálica até o primeiro par de falsas pernas, permanecendo deste modo por um bom tempo. Outra característica observada nesta espécie diz respeito à textura do tegumento que se apresenta de aspecto levemente coriáceo, muito diferente das lagartas de outras espécies de *Helicoverpa*, podendo ser esta particularidade um fator de resistência a inseticidas de contato, visto que estes se apresentam pouco eficientes para esta praga (Czepak et al., 2013b).

As pupas são marrom-avermelhadas, com 14 a 18 mm de comprimento e, dependendo das condições climáticas, podem entrar em diapausa facultativa (Karim, 2000). A emergência do adulto ocorre de 5 a 8 dias, entretanto podem levar de 69-318 dias para emergir, caso entrem em diapausa, como ocorreu no sudoeste de Queensland, na Austrália (Kay, 1982).

O adulto de *H. armigera* apresenta, sobre as margens das asas anteriores, uma linha com sete a oito manchas e, logo acima, uma faixa marrom ampla, irregular e transversal, tendo, ainda, na parte central, uma marca em forma de vírgula. As asas

posteriores são mais claras, apresentando, na extremidade apical, uma borda marrom escura, com uma mancha clara no centro (Anexo E). Nesta espécie, ocorre acentuado dimorfismo sexual, sendo que os machos apresentam o primeiro par de asas de cor cinza esverdeado e as fêmeas, pardo alaranjado (EPPO 1981, EPPO 1996) (Anexo E).

A espécie *H. armigera* é uma praga exótica, com alto potencial reprodutivo, sendo que cada fêmea pode ovipositar de 1000 a 1500 ovos durante sua vida reprodutiva (EPPO, 1981). Com alta capacidade de dispersão, os adultos são migrantes naturais e apresentam movimento de longo alcance, podendo chegar a 1000 km de distância (Pedgley, 1985).

A postura é feita sempre de forma isolada sobre os talos, frutos e folhas e, de preferência, no período noturno, quase sempre na página superior das folhas e nas superfícies pubescentes, sendo que o período de postura pode durar de oito a dez dias. As fêmeas podem ovipositar em diferentes plantas, mas o padrão mais consistente na seleção da planta hospedeira é uma forte preferência pela fase de floração de seus hospedeiros (Parsons, 1940; Johnson et al., 1975; Roome, 1975). Entretanto, na ausência de hospedeiros com flores, a fêmea coloca os ovos de forma indiscriminada, às vezes em plantas geralmente não consideradas como hospedeiras (Parsons, 1940, Schneider et al., 1986, Zalucki et al., 1986, Walter & Benfield, 1994, , Zalucki et al., 1994.).

Devido à alta capacidade de sobrevivência, mesmo em condições adversas, *H. armigera* é uma espécie que pode completar várias gerações ao ano, finalizando seu ciclo de ovo a adulto de quatro a seis semanas (Fitt, 1989). As lagartas de *H. armigera* alimentam-se de folhas e caules, contudo apresentam preferência por brotos, inflorescências, frutos e vagens, causando danos tanto na fase vegetativa, como na reprodutiva. (Reed, 1965; Wang & Li, 1984).

É uma praga extremamente polífaga e este fator é importante para a dinâmica populacional de *H. armigera*, pois as populações podem se desenvolver simultaneamente em diferentes locais dentro de uma região. Devido à sucessão de cultivos podem se desenvolver continuamente durante longos períodos, explorando diferentes hospedeiros cultivados e silvestres. E, por fim, as populações podem persistir em baixa densidade em áreas aparentemente inadequadas, uma vez que as fêmeas têm grande capacidade de encontrar um hospedeiro capaz de sustentar o desenvolvimento larval. Desta forma, *H. armigera* apresenta um grande potencial para a persistência e aumento da população, embora haja muita variação na adequação de plantas hospedeiras para a sobrevivência e

desenvolvimento das larvas e posterior fecundidade de adultos (Gross & Young, 1977; Nadgauda & Pitre, 1983).

Vale ressaltar que, além da interferência direta na preferência hospedeira, a quantidade e a qualidade do alimento podem afetar a taxa de crescimento, o tempo de desenvolvimento, o peso corporal, a sobrevivência, os parâmetros da tabela de vida do inseto, bem como influenciam a fecundidade, longevidade, movimentação e capacidade de competição de adultos (Tsai & Wang, 2001; Kim & Lee, 2002; Li et al., 2004; Panizzi & Parra, 2009). Os sinais físicos e os voláteis que as plantas liberam atraem o inseto para a sua superfície, e os fatores químicos e nutricionais do substrato determinam o consumo, o desenvolvimento e a sobrevivência das larvas e produção de ovos de adultos subsequentes (Singh & Mullick, 1997).

2.3 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A importância econômica de *H. armigera* pode variar dependendo do país e das culturas presentes. Para os países europeus, esta praga é muito importante devido aos estragos que pode provocar, principalmente nos cultivos de hortaliças, ornamentais e frutíferas, tanto em ambientes abertos como controlados (casas de vegetação), pois seu ataque resulta em perdas quantitativas e, ou, qualitativas da produção a partir do resultado direto da ação da praga sobre o objeto de comercialização, os frutos. Além disso, ao consumir os frutos e as sementes, abre galerias, aumentando a contaminação por patógenos e provocando o apodrecimento dos frutos (Ferreira, 1989).

Helicoverpa armigera é uma praga agrícola extremamente polífaga que ataca uma grande variedade de culturas agrícolas, incluindo o algodão, milho, tomate, sorgo, soja e amendoim (Fitt, 1989; Matthews, 1999). Nos estádios larvais iniciais se alimentam das folhas, e em estádios mais avançados atacam os frutos, levando à perda econômica (Fitt, 1989). Na cultura da soja, as lagartas podem ocorrer sobre plântulas pequenas, causando desfolha e em alguns casos podem raspar e perfurar brotos apicais e cotilédones. No início do desenvolvimento das plantas as lagartas podem ser encontradas escondidas nos folíolos ainda não abertos totalmente. Na fase reprodutiva da soja atacam as vagens, alimentando-se dos grãos, ocasionando injúrias semelhantes àquelas causadas por lagartas do gênero *Spodoptera* (Sosa-Gómez et al., 2014).

Essa inerente capacidade de *H. armigera* causar danos nas partes reprodutivas das culturas, em associação à sua habilidade de atacar grande número de hospedeiros, são fatores que elevam a importância econômica da praga (Cunningham et al., 1999). Estima-se que a perda mundial causada por lagartas de *H. armigera*, nas diferentes culturas em que ataca, atinge, anualmente, 5 bilhões de dólares (Lammers & Macleod, 2007).

Apenas na região dos trópicos semi-áridos da Europa a perda anual causada por *H. armigera* supera 2 bilhões de dólares e o custo anual da aplicação de inseticidas nas lavouras, para o controle dessa praga, é de 500 milhões de dólares (Sharma et al., 2008). Na Austrália, na década de 1970, *H. armigera* tornou-se fator limitante para a produção de algodão, pois foram realizadas, naquela época, em torno de quarenta aplicações para o controle desta praga (Baker, 1991), e devido a esse uso indiscriminado de inseticidas houve uma evolução da resistência e, com isso, uma redução drástica na eficiência dos inseticidas (Ministerial GMO Industry Reference Group, 2007).

No Brasil ocorreu grande surto desta praga no Centro-Oeste e Nordeste, durante a safra de 2011/12, atacando diferentes culturas dessas regiões, em especial a cultura do algodão, chegando a causar perdas de até 80% na produção. As perdas estimadas nessas áreas são de mais de US\$ 2 bilhões, incluindo a perda direta de produtividade e os recursos gastos em produtos fitossanitários com aplicações extras de inseticidas nas lavouras objetivando conter a praga (MAPA, 2014).

2.4 MANEJO INTEGRADO DE *Helicoverpa armigera*

A eficiência no controle de *H. armigera*, nos diversos sistemas de produção, depende do conhecimento da dinâmica populacional do inseto no tempo e no espaço, assim como os fatores ambientais e biológicos que podem facilitar ou prejudicar o seu desenvolvimento (Ávila et al., 2013). O conhecimento da biologia de um inseto é de fundamental importância para o desenvolvimento de estratégias eficientes de manejo, dentro dos conceitos do manejo integrado de pragas (MIP) (Parra, 2000).

O MIP é uma estratégia de controle múltiplo que se fundamenta no controle ecológico e nos fatores de mortalidade naturais, e procura desenvolver táticas de controle que interfiram minimamente nesses fatores, tendo como objetivo diminuir as chances dos insetos de se adaptarem a alguma tática de controle em especial (Alves, 1998).

Para o estabelecimento do MIP para o controle *H. armigera*, o monitoramento é indispensável, pois sem o uso desta técnica dificilmente o produtor conseguirá deter o avanço da praga na cultura. Portanto, as recomendações baseiam-se, a princípio, no monitoramento frequente, que, na cultura da soja, pode ser feito desde a fase de adultos, para detecção da entrada e dos picos populacionais da praga, utilizando armadilhas luminosas ou armadilhas do tipo delta com feromônios, até a fase de lagartas, com auxílio de um pano de batida, de 1 m de comprimento x 1,4 m de largura, contando-se o número de lagartas por metro (Praça et al., 2006).

O nível de controle recomendado pela Embrapa (2013) é de quatro lagartas por metro na fase vegetativa da cultura e duas lagartas por metro na fase reprodutiva. O monitoramento desde a fase inicial da praga é muito importante, uma vez que lagartas de primeiro e segundo ínstares são mais fáceis de controlar (Czepak et al., 2013b).

Dessa forma, o monitoramento de *H. armigera* deve ser iniciado antes da instalação da cultura, verificando a presença de adultos na área. As fêmeas geralmente ovipositam no terço superior das plantas, próximo às brotações, por isso, as posturas podem ser facilmente localizadas pelo monitor de pragas, pois é nessa fase da praga o momento mais indicado para a tomada de decisão (Albernaz et al., 2013).

As fêmeas têm preferência pela fase de floração das plantas, sendo importante ressaltar que, caso haja alguma outra cultura instalada na área, esta também deve ser monitorada, pois outras culturas podem ser multiplicadoras da praga. Por isso, a adoção de medidas de controle é indispensável para reduzir a população da praga nestas plantas multiplicadoras. Porém, é importante o emprego de produtos seletivos nestas áreas, para que as populações de inimigos naturais possam se desenvolver e auxiliar no controle de *H. armigera* (Campbell et al., 1991).

2.4.1 Controle químico

Devido à facilidade e rapidez na obtenção de resultados, a pouca necessidade de mão-de-obra e o requerimento reduzido de conhecimento para sua execução, o controle de insetos pragas através do uso de defensivos químicos é o mais utilizado dentre os diversos métodos de controle existentes (Chiari, 2013), inclusive em se tratando de *H. armigera*. Em alguns países como China e Índia, cerca de 50% dos inseticidas utilizados na

agricultura visam o controle de *H. armigera*, mostrando a importância econômica que essa espécie representa para a agricultura (Building & Arhabhata, 2007).

O uso de defensivos químicos quando aplicado de maneira inadequada, como o que se tem presenciado nos últimos anos, tem gerado grandes problemas ao meio ambiente (Armes et al, 1996). Além disso, o uso muitas vezes indiscriminado de inseticidas tem contribuído para o estabelecimento de populações resistentes aos principais grupos químicos disponíveis no mercado (Yu, 1991; Diez-Rodriguez & Omoto 2001). A resistência e suas consequências têm afetado diretamente os princípios do MIP, devido à maior contaminação ao meio ambiente pelos defensivos químicos, eliminação dos inimigos naturais e o aumento do custo de produção com o controle das pragas (Georghiou; 1983; Croft, 1990; Martinelli, 2006).

Existem diversos casos de resistência de *H. armigera* a inseticidas, principalmente dos grupos piretróides, organofosforados, carbamatos e cicloedienos (Gunning & Easton, 1993). No Paquistão foi constatada a resistência de populações de *H. armigera* aos inseticidas monocrotofós e thiodicarb (Ahmad et al., 1995). Em 1974, populações coletadas na Austrália revelaram alta razão de resistência (> 50 vezes) a endossulfan e na Índia foi encontrada resistência moderada a inseticidas organofosforados (Gunning & Easton, 1993, 1994).

2.4.2 Controle biológico

A ação de inimigos naturais promove aumento da competição interespecífica, redução da ressurgência de pragas, diminuição da possibilidade de pragas secundárias causarem danos econômicos e, ainda, diminuição das chances de evolução de resistência das populações de pragas aos inseticidas utilizados (Degrande et al., 2003). Entretanto, para alcançar sucesso utilizando esta tática de controle, a correta identificação das pragas-alvo e dos inimigos naturais é fundamental para o sucesso em todos os programas de controle biológico (Walter, 2003).

O conhecimento das interações entre fatores ecológicos, comportamentais, fisiológicos e nutricionais é a base para o êxito da utilização de insetos entomófagos no controle de pragas (Thompson, 1999). Compreender a ecologia dos insetos benéficos e das pragas, bem como sua interação em agroecossistemas, é crucial para o sucesso do controle biológico (Van Driesche & Bellows, 1996).

Estudos realizados em outros países de ocorrência da espécie *H. armigera* têm relatado uma grande diversidade de inimigos naturais associados a essa praga, destacando o controle biológico como uma tática de controle promissora na supressão da população desta praga. Sabendo-se que as espécies importantes de inimigos naturais variam de cultura para cultura e de país para país (CABI, 2014), foram encontrados em trabalhos recentes 36 parasitoides, 23 predadores e nove patógenos associados às formas imaturas de *H. armigera*, sendo constatados níveis de controle biológico natural por estes agentes variando de 5% a 76%, dependendo da cultura e do estágio de desenvolvimento da praga (Fathipour & Sedaratian, 2013).

Em países como Quênia (Van Den Berg & Cock., 1993), Índia (Romeis & Shanower, 1996; Sharma et al., 2007), China (Yan & Wang, 2006) e Austrália (DPI&F Entomology, 2005), diversos inimigos naturais têm sido observados, principalmente predadores e parasitoides, além de doenças, como o vírus de poliedrose nuclear (Murray et al., 1995). No leste da África, as formigas e os antocorídeos representam o grupo de predadores mais importantes em milho, sorgo e girassol (Van Den Berg & Cock., 1993).

Taxas intermediárias de parasitismo foram registradas para algumas espécies da família Tachinidae, mas estas geralmente ocorrem nos últimos ínstaes, ou em pupas, reduzindo a população, embora não reduza os danos causados pelo hospedeiro (CABI, 2014). Em algumas regiões da Europa, Ásia, África e Siri Lanka, espécies do gênero *Telenomus* e *Trichogramma* são importantes parasitoides de ovos de *H. armigera* (Van Den Berg et al., 1988; King & Jackson, 1989), e larvas são parasitadas por, pelo menos, uma espécie das famílias Braconidae, Ichneumonidae e Tachinidae (CABI, 2014).

Quando se diz respeito ao estabelecimento de programas de controle biológico com liberação inundativa, ou seja, em grande quantidade, microhimenopteros do gênero *Trichogramma* são eficientes, pois são parasitoides de ovos que evitam a eclosão das larvas dos insetos pragas (Wajnberg & Hassan, 1994), atuando, dessa forma, como um agente preventivo. A eficiência de parasitismo alcançada pela utilização de *Trichogramma*, visando à contenção de surtos populacionais do complexo de lagartas, é da ordem de 70 a 80% para as lagartas dos gêneros *Heliothis* e *Helicoverpa* (Saran et al., 2007).

Para que a utilização de *Trichogramma* como agente de controle biológico seja eficiente, a detecção da chegada da mariposa na área é um fator importante, pois indica a época de liberação, que deve ser sincronizada com o aparecimento dos primeiros ovos (Cruz & Monteiro, 2004). Assim, armadilhas contendo feromônio sexual podem ser

utilizadas. A liberação do parasitoide é realizada através de cartelas contendo ovos parasitados de um hospedeiro alternativo. Além disso, o emprego de produtos seletivos nestas áreas é importante, para que as populações de *Trichogramma*, bem como as populações de inimigos naturais nativos, possam se desenvolver e auxiliar no controle de *H. armigera* (Campbell et al., 1991).

Quando se diz respeito aos microrganismos, os grupos mais importantes de entomopatogênicos são os fungos, bactérias, vírus, protozoários, nematoides, rickétsias e micoplasma. Dentre estes agentes biológicos, os fungos causam cerca de 80% das mortes (Alves 1998, Almeida & Machado 2006). A maioria dos fungos atua por ingestão (Almeida & Machado 2006), causando epizootias nas lagartas. Para *H. armigera*, pode-se citar a ocorrência natural do fungo *Metarhizium rileyi* (Farlow) (Kepler, S.A. Rehner & Humber) [(= *Nomuraea rileyi* (Hypocreales: Clavicipitaceae)] na cultura do algodão, causando mortalidade de 33,1% em lagartas (Costa et al., 2015).

As lagartas da família Noctuidae estão entre as mais suscetíveis a este patógeno e sob certas condições ambientais este fungo é capaz de reduzir drasticamente populações destes insetos nos EUA, Brasil, Argentina e Austrália (Corrêa & Smith, 1975; Carner, 1980; Ignoffo 1981, Lecuona 1990). Em alguns sistemas agrícolas subtropicais e temperadas, este entomopatógeno provoca uma mortalidade superior a 90% (Boucias et al., 2000). A eficácia do fungo *M. rileyi* tem sido relatado para *H. armigera* em culturas de soja e algodão (Tang & Hou, 2001; Hegde et al., 2004).

2.4.3 Cultivares resistentes

O uso de cultivares resistentes também pode ser uma das ferramentas utilizadas no controle de *H. armigera*. Atualmente, as plantas transgênicas tolerantes a lagartas contêm genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) que codificam toxinas letais para determinados grupos de insetos. Essas plantas geneticamente modificadas expressam proteínas tóxicas (Cry) a diferentes alvos, com destaque aos coleópteros e, principalmente, lepidópteros-praga (Yu et al., 2011). A utilização destas plantas vem crescendo em todo o mundo, não só devido à sua elevada eficácia, mas também pela facilidade de utilização (Bobrowski et al., 2003)

Neste cenário, em 2010 foi liberado o primeiro evento de soja resistente a insetos, a soja MON 87701 X MON 89788 (*Bt/RR2*) a qual possui genes que codificam a

proteína Cry1Ac de *Bt* e a proteína 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS) de *Agrobacterium* sp., esta última conferindo tolerância ao herbicida glifosato. A efetividade da soja *Bt* na supressão da espécie *H. armigera*, foi observada em pesquisas realizadas na Índia onde as taxas de sobrevivência das larvas variaram de 5,4% a 24,4% quando alimentadas com folhas de plantas de soja *Bt*, e 71,1% a 94,9% de sobrevivência quando alimentadas com folhas de soja não *Bt* (Yu et al, 2011). Houve eficiência também no controle de *C. virescens*, causando a morte do inseto na fase larval, quando se alimenta de folhas ou vagens de soja resistentes, podendo ser uma ferramenta importante no controle (Bortolotto et al., 2014).

2.4.4 Controle cultural

Algumas práticas agrícolas são conhecidas desde os primórdios da agricultura, as quais proporcionam um bom desenvolvimento das culturas e, em contrapartida, podem perturbar o ciclo de diferentes pragas. Essas práticas devem ser retomadas na tentativa de impedir ou dificultar o avanço de *H. armigera* no Brasil. Dentre os diferentes métodos de controle existentes, destaca-se o cultural, que pode representar pequeno ou nenhum acréscimo no custo de produção.

Dentre as táticas de controle cultural, o revolvimento do solo pode ser uma alternativa viável, tendo em vista a suscetibilidade da fase pupal de *H. armigera* que ocorre no solo, cerca de 10 cm de profundidade. Além disso, este mecanismo ajuda a inviabilizar o processo de emergência dos adultos, pois destrói os túneis de saída da praga. Com o final do ciclo larval de *H. armigera*, pode ser que exista um banco de pupas no solo, pois se sabe que este inseto pode permanecer por até 140 dias em diapausa (Karim, 2000).

Esta prática é obrigatória na Austrália, país onde esta praga tem grande importância econômica, realizando-se a destruição dos restos culturais, seguida de incorporação no solo pela aração visando reduzir as populações de *H. armigera* resistentes a inseticidas piretróides. A aração destrói ou obstrui os túneis de saída construídos pelas lagartas até 10 cm de profundidade (Rourke, 2002).

2.4.5 Controle por comportamento

Os estimulantes alimentares e os semioquímicos têm sido investigados como alternativas para o manejo comportamental de diferentes pragas. As substâncias químicas que indicam a presença do alimento são, em muitos casos, compostos secundários de plantas que estimulam as células quimiorreceptoras localizadas nas sensilas gustativas dos tarsos, antenas e partes do aparelho bucal dos insetos, e que induzem, entre outras ações, a alimentação e a oviposição (Nation, 2002).

Iscas atrativas com estimulantes alimentares têm sido utilizadas para a identificação e distribuição de espécies de insetos, certificação de uma região ou país quanto à ausência de determinada espécie-praga (área livre), e em programas de erradicação de espécies-praga e de manejo integrado de pragas (Nascimento et al., 2000). Atrativos como açúcar mascavo, sacarose, proteína hidrolisada de milho, sucos de frutas e vinagre de vinho são utilizadas em armadilhas, no monitoramento de insetos e, quando adicionados a inseticidas, são recomendados para o controle de diversas pragas (Nascimento et al., 2000, Gravena & Bevenga, 2003).

O uso do atrativo alimentar Noctovi®, tem mostrado resultados animadores, podendo ser um método promissor para o controle de adultos de *H. armigera*. Noctovi® é um atrativo alimentar para mariposas composto por oleoresinas e açúcares. As oleoresinas liberam voláteis a grandes distancias, que atraem as mariposas e os açúcares estimulam as mariposas a se alimentarem do Noctovi®. Este atrativo é aplicado em mistura com inseticidas comerciais registrados para a cultura da soja, aplicado no interior do cultivo em faixas de 100 m. Assim, não há necessidade de se fazerem aplicações em cobertura total, contribuindo para a redução do uso de inseticidas e gerando benefícios para o ambiente (França et al., 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 OBTENÇÃO DAS PLANTAS DE SOJA

As sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivar Nidera 7337 foram tratadas com o fungicida Maxim (Dose: 100 mL 100 kg⁻¹ de sementes) e semeadas no campo, em plantios escalonados, a fim de se obter estruturas vegetais em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura. A adubação utilizada foi a recomendada comercialmente, do tipo NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio), com 10% de cada composto.

Ao atingir o estágio de desenvolvimento adequado para a realização do experimento, as estruturas das plantas a serem utilizadas (folhas, flor ou vagem) foram coletadas, e, posteriormente, imersas por cinco minutos em solução contendo hipoclorito de sódio comercial a 1%, para eliminar possíveis entomopatógenos presentes, em seguida lavadas em água corrente e após a secagem, oferecidas às lagartas de *Helicoverpa armigera*.

3.2 CRIAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM LABORATÓRIO

A criação e manutenção de *H. armigera* foi realizada no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia, GO. Os insetos foram mantidos à temperatura de 25±2 °C, umidade relativa de 60±10% e 14 horas de fotofase.

As lagartas de *H. armigera* recém-eclodidas foram mantidas em dieta artificial modificada de Greene (Greene et al., 1976) em potes plásticos de 100 ml, transparentes e com tampa, até a fase de pupa. As pupas foram retiradas e acondicionadas em gaiolas cilíndricas de PVC (20 cm de diâmetro por 21 cm de altura) para a emergência dos adultos.

As gaiolas foram fechadas na abertura superior com “voile”, e na parte inferior com prato descartável (25 cm de diâmetro) sendo a base forrada com papel filtro. As

paredes internas das gaiolas foram revestidas com papel sulfite (tipo ofício) e, em seguida, aderido à parede, foi acondicionado um mini absorvente para ser utilizado como substrato de oviposição das mariposas.

Para a alimentação dos adultos foi oferecida uma solução aquosa de mel a 10%. A cada dois dias os ovos eram retirados e acondicionados em recipientes plásticos de (250 mL) contendo papel filtro umedecido com água destilada e mantidos em sala climatizada. Após a eclosão dos ovos, algumas lagartas foram inoculadas em dieta artificial retornando à criação de manutenção, sendo o restante das neonatas utilizadas na realização do estudo de biologia.

3.3 BIOLOGIA DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NAS FASES VEGETATIVA E REPRODUTIVA DA CULTURA DA SOJA

O desenvolvimento de *H. armigera* foi estudado a partir da oferta diária das seguintes estruturas da planta de soja: 1- Folha (fase vegetativa), terceiro trifólio de cima para baixo, a partir do ponteiro da planta, 2- Folha com flor (fase reprodutiva), ponteiro da planta, trifólio em desenvolvimento e 3- Vagem com grãos verdes (R5) (fase reprodutiva) (Figura 1).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, considerando-se cada inseto uma repetição. Para cada tratamento foram utilizadas 150 lagartas recém-eclodidas, as quais foram individualizadas em copos plásticos com capacidade para 140 mL, forrados com papel filtro, contendo a dieta natural correspondente a cada tratamento.

As lagartas foram colocadas em sala climatizada, tipo Fitotron, com temperatura de 28 ± 2 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e 14 horas de fotofase (Figura 2), e observadas diariamente até atingirem a fase de pupa. As pupas obtidas foram pesadas com 24 horas de idade e separadas por sexo (Butt & Cantu, 1962). Por ocasião da emergência dos adultos, casais da mesma idade foram individualizados em gaiolas de PVC (10 cm de diâmetro por 20 cm de altura) (Figura 3), e mantidos à temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e 14 horas de fotofase, sendo alimentados com solução de mel a 10%, fornecida por capilaridade através de pedaços de algodão mantidos em recipientes de plástico, renovado a cada dois dias. A mortalidade diária de machos e fêmeas, bem como a duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição foram observados diariamente.

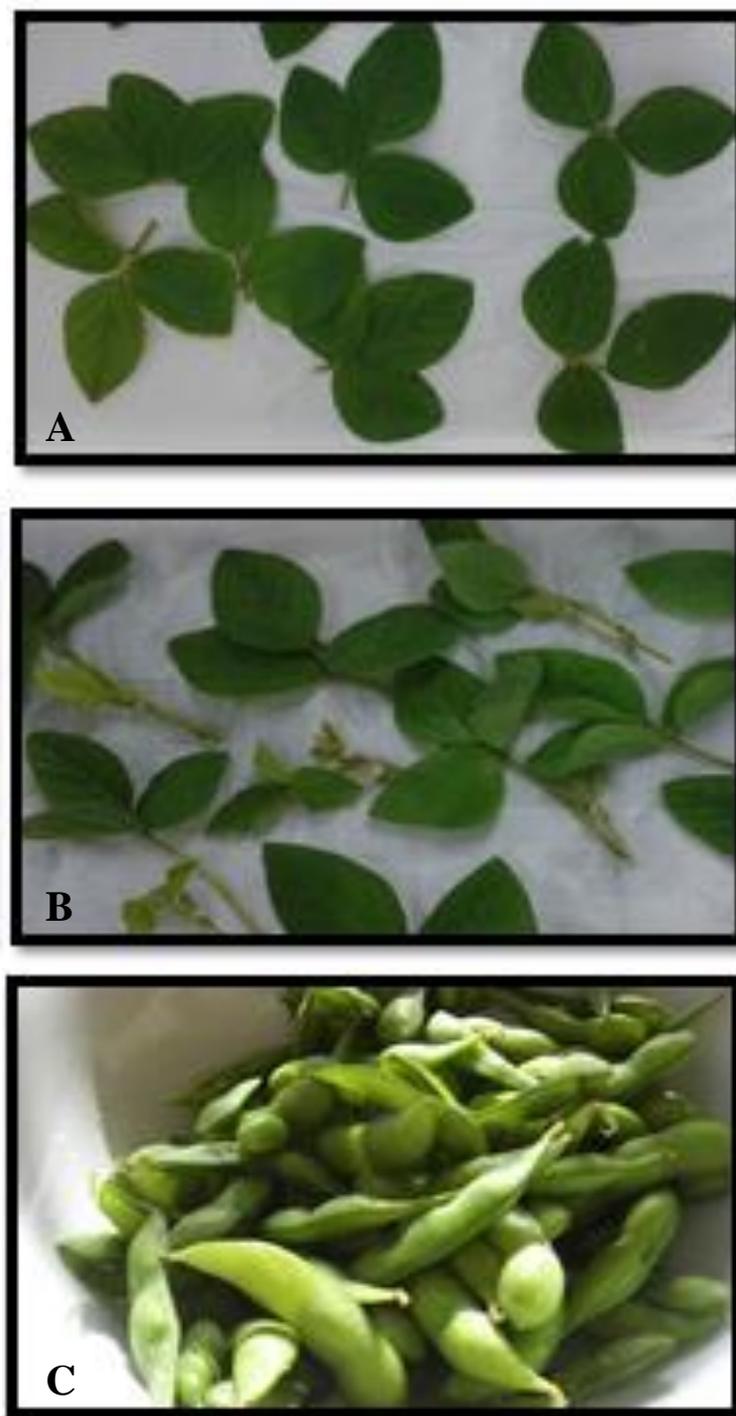


Figura 1. Tratamentos utilizados: (A) Folha na fase vegetativa; (B) Folha com Flor na fase reprodutiva; e (C) Vagem na fase reprodutiva. Goiânia, GO, 2015.



Figura 2. Sala climatizada tipo Fitotron: (A) Externamente e (B) Internamente; e (C) Potes utilizados nos experimentos, com uma lagarta e o respectivo tratamento. Goiânia, GO, 2015.



Figura 3. Gaiolas de PVC onde foram colocados os casais. Goiânia, GO, 2015.

Os ovos de *H. armigera* obtidos em cada gaiola foram recolhidos e quantificados diariamente com o auxílio de um microscópio estereoscópio, em seguida, as posturas foram identificadas e acondicionadas em recipientes plásticos com capacidade de 500 mL contendo um pequeno pedaço de papel filtro umedecido com água destilada (Figura 4). Posteriormente, os recipientes com os ovos foram mantidos em sala climatizada, tipo Fitotron, com temperatura de 28 ± 2 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e 14 horas de fotofase. Para determinação do período de incubação, o desenvolvimento embrionário foi acompanhado até o momento da eclosão e as lagartas eclodidas foram quantificadas.



Figura 4. Potes utilizados para acondicionamento dos ovos. Goiânia, GO, 2015.

A partir dos dados obtidos foi possível determinar para cada tratamento os seguintes parâmetros biológicos:

- fase larval: período de desenvolvimento e viabilidade;
- fase de pré-pupa: período de desenvolvimento e viabilidade;
- fase de pupa: período de desenvolvimento, peso com 24 horas de idade, viabilidade, razão sexual e porcentagem de deformação;
- fase adulta: longevidade e porcentagem de deformação de machos e fêmeas; período de pré-oviposição; período de oviposição; fecundidade diária e total; e fertilidade total;
- fase de ovo: período de incubação e viabilidade;
- ciclo de ovo a adulto: duração e viabilidade

3.4 TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE

A partir dos dados de sobrevivência e oviposição de cada fêmea, foram elaboradas tabelas de vida de fertilidade em cada tratamento. Calculou-se o número médio de ovos por fêmea (mx) em cada data de oviposição (x) considerando o total de fêmeas, o índice de sobrevivência acumulado de fêmeas (lx) durante o período de oviposição e o número de descendentes que atingiram a idade x na geração seguinte ($lx.mx$). Esses valores foram utilizados para a construção das tabelas de vida.

Com base nas informações da tabela de vida, foram avaliados os seguintes aspectos para cada tratamento (Silveira Neto et al. 1976; Maia et al., 2000):

- Taxa líquida de reprodução (R_0): estimativa do número médio de fêmeas gerado por fêmea ao longo do período de oviposição e que chegarão na geração seguinte. Indica quantas vezes cresceu a população no intervalo de uma geração;
- Intervalo entre gerações (T): tempo médio entre a postura de ovos de uma geração e a postura da geração seguinte (ovo a ovo);
- Taxa intrínseca de crescimento (r_m): fator relacionado com a velocidade de crescimento da população (Se $r_m = 1$ revela que a população não sofreu alteração, se $r_m < 1$, que houve um decréscimo da população e $r_m > 1$, indica que houve um crescimento da população e quanto maior seu valor, mais rápido é o crescimento);
- Taxa finita de aumento (λ): fator de multiplicação de crescimento diário da população. Indica o número de indivíduos adultos (fêmeas), adicionados por fêmea, ao dia, ao longo de uma geração.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os parâmetros de estatística descritiva foram calculados e em sequência os dados foram submetidos ao Teste de normalidade de Lilliefors ($P < 0.05$). Os dados com distribuição normal foram submetidos à ANOVA com um fator.

Os dados não normais foram submetidos à análise não paramétrica de Kruskal-Wallis e as médias comparadas pelo método de Dunn ($P < 0.05$), e os dados normais foram comparados pelo teste Tukey ($P < 0.05$). A razão sexual foi submetida ao teste de Qui-Quadrado e a análise de sobrevivência foi realizada utilizando o Log Rank Test. Os indivíduos que morreram antes da maturação e adultos que morreram sem produzir ovos viáveis foram excluídos das análises.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 BIOLOGIA DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NAS FASES VEGETATIVA E REPRODUTIVA DA CULTURA DA SOJA

4.1.1 Fase larval

A duração da fase larval nos tratamentos folha e folha com flor não apresentou diferença ($H_{1,53} = 2,2651$, $p = 0,1323$), enquanto que no tratamento com vagens não foi possível avaliar alguma diferença visto que no segundo dia de observação ocorreu mortalidade de 100% das lagartas neonatas (Tabela 1). Possivelmente o fator determinante para a mortalidade total das lagartas neste tratamento se deve a dificuldade que lagartas neonatas têm para se alimentar de vagens, provavelmente devido ao aparelho bucal ainda pouco fortalecido, pois *H. armigera*, no primeiro ínstar, alimenta-se de folhas tenras perto do local de oviposição e, em seguida, se desloca para as partes reprodutivas, quando estas estão presentes (Xu et al., 1958; Meng et al., 1962; Qin et al., 1962, Wang & Li, 1984, Zalucki et al., 1986).

Tabela 1. Duração* da fase larval de *Helicoverpa armigera* nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.

Tratamento	Duração (dias) ^{ns}
Folha (fase vegetativa)	$18,51 \pm 0,53$
Folha com flor (fase reprodutiva)	$19,76 \pm 0,65$
Vagem (fase reprodutiva)**	-

* Dados não normais submetidos à análise não paramétrica de Kruskal-Wallis, médias comparadas pelo método de Dunn ($P < 0.05$).

^{ns} - Teste H não significativo.

Os tratamentos folha (fase vegetativa) e folha com flor (fase reprodutiva), proporcionaram o desenvolvimento normal das lagartas, chegando à fase de pré-pupa com

18,51 e 19,76 dias na fase larval, respectivamente (Tabela 1), assemelhando-se aos resultados encontrados em algumas variedades de soja testadas por Naseri et al. (2009a), com valores entre 17,3 e 22,0 dias. Porém, a viabilidade das lagartas, ou seja, a porcentagem de indivíduos que chegaram à fase de pré-pupa, foi maior no tratamento folha (fase vegetativa), apresentando 47,33%, enquanto o tratamento folha com flor (fase reprodutiva) apresentou apenas 29,76% de lagartas viáveis (Figura 5). Em culturas como soja, algodão e feijão caupi, a viabilidade pode ser ainda menor, sendo 17,9, 6,7 e 7,3%, respectivamente, podendo ocorrer mortalidade de 100% das lagartas em milho e milheto (Reigada et al., 2016).

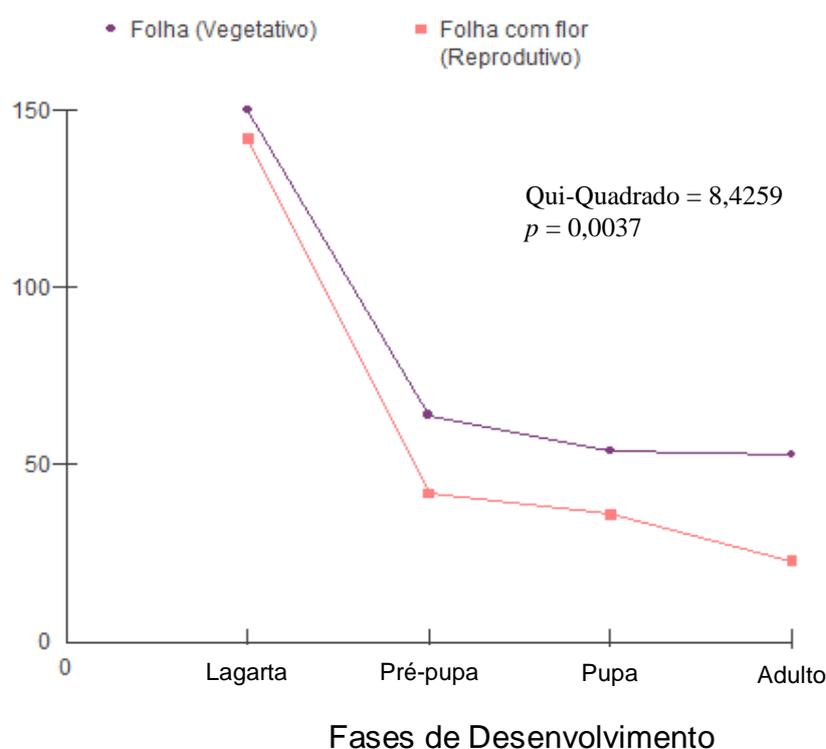


Figura 5. Sobrevivência nos estágios de larva, de pré-pupa e de pupa e de adultos de *Helicoverpa armigera* nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Goiânia, GO, 2015.

Em trabalhos com diferentes raças de *S. frugiperda* observou-se que a planta hospedeira tem efeito significativo sobre muitos parâmetros biológicos, dentre eles, o peso larval, duração larval e peso pupal (Veenstra et al., 1995). Na presente pesquisa, entretanto, a menor viabilidade no tratamento folha com flor (fase reprodutiva), poderia estar relacionada com a qualidade nutricional do substrato fornecido na fase larval, a qual pode

influenciar todas as fases do inseto, pois alimentos mais adequados propiciam menor duração das fases de desenvolvimento, maior sobrevivência e maior viabilidade (Parra, 2001).

No entanto, na cultura da soja, a translocação de fotossintatos ocorre de maneira equilibrada durante suas fases, ou seja, mesmo na fase reprodutiva da cultura, a planta não cessa o fornecimento de substâncias fotossintetizadas para as folhas. Deste modo, tanto as folhas no estágio vegetativo ou reprodutivo, quanto as vagens, recebem nutrientes de forma similar (Portes & Araújo, 2012). Portanto, outro fator que pode estar relacionado à baixa viabilidade do tratamento folha com flor (fase reprodutiva) é a presença de substâncias antinutricionais na planta.

Na cultura do tomate, por exemplo, já foi comprovada a existência de proteases inibidoras nas flores que alteraram o crescimento, o desenvolvimento e a fecundidade de *H. armigera* (Damle et al., 2005). Com base no conceito de antibiose, um dos mecanismos de resistência de plantas a insetos (Painter, 1951), embora o inseto tenha se alimentado normalmente no tratamento folha com flor (fase reprodutiva), este pode ter exercido um efeito adverso sobre a sua biologia, pois existem muitos fatores que afetam a adequação de uma planta como hospedeira, incluindo teor de nutrientes e substâncias secundárias, bem como a capacidade digestiva e a assimilação do inseto (Scriber & Slansky, 1981; Smith, 1992).

Além disso, neste trabalho a lagarta se alimentou apenas da folha nos primeiros estágios larvais, sendo que o consumo de todo o substrato oferecido só se deu nos últimos estágios, coincidindo com a fase mais voraz da lagarta, o que pode ter afetado o desenvolvimento larval no tratamento folha com flor (fase reprodutiva). Esperava-se que as lagartas se alimentassem primeiramente da flor, uma vez que esta espécie tem preferência pelas partes reprodutivas da planta (Reed, 1965; Wang & Li, 1984), o que não ocorreu. Provavelmente, esse fato impediu o fornecimento de algum nutriente necessário para o desenvolvimento adequado das lagartas nos primeiros estágios larvais. Ainda neste contexto, pode-se aferir, talvez, certa resistência do tipo antixenose da flor, pois as lagartas apenas se alimentaram dessa parte da planta após comerem todos os folíolos.

Nos cultivos de soja, os ovos de *H. armigera* são frequentemente encontrados na superfície adaxial das folhas. Este fato dá suporte aos resultados obtidos no laboratório, pois, possivelmente, as mariposas colocam os ovos nas folhas para facilitar a sobrevivência das lagartas recém-eclodidas que se alimentarão, inicialmente, de folhas

tenras próximas ao local de oviposição, enquanto nos ínstares posteriores se alimentam de frutos e flores da cultura (Xu et al., 1958; Meng et al., 1962; Qin et al., 1962, Wang & Li, 1984, Zalucki et al., 1986).

4.1.2 Fase de pré-pupa

A duração da fase de pré-pupa foi similar entre os tratamentos ($H_{1,50} = 0,3664$, $p = 0,545$) para os indivíduos de *H. armigera*, com 1,92 dia no tratamento folha (fase vegetativa) e 2,08 dias no tratamento folha com flor. Em diversas variedades de soja foram encontrados resultados em torno de 2,23 e 3,0 dias (Naseri et al., 2009a), mostrando um aumento de até um dia em relação aos resultados encontrados neste trabalho. A viabilidade foi ligeiramente maior no tratamento folha (fase vegetativa), com 90,14%, enquanto no tratamento folha com flor (fase reprodutiva) foi de 88,10%. (Figura 5). Essa diferença corrobora o que foi discutido no tópico anterior, isto é, a presença de uma substância antinutricional no tratamento folha com flor. (fase reprodutiva).

Tabela 2. Duração* da fase pré-pupa de *Helicoverpa armigera* nas fases vegetativa e reprodutiva da soja. Temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.

Tratamento	Duração (dias) ^{ns}
Folha (fase vegetativa)	1,92 \pm 0,06
Folha com flor (fase reprodutiva)	2,08 \pm 0,13

* Dados não normais submetidos à análise não paramétrica de Kruskal-Wallis, médias comparadas pelo método de Dunn ($P < 0,05$).

ns - Teste H não significativo.

4.1.3 Fase de pupa

A duração da fase de pupa de *H. armigera* apresentou diferença entre fêmeas e machos dentro do mesmo tratamento, com duração de 9,4 e 10,74 dias, respectivamente, para fêmeas e machos no tratamento folha (fase vegetativa) ($H_{1,27} = 22,9777$; $p < 0,0001$) e 10,3 e 12,0 dias, respectivamente, no tratamento folha com flor (fase reprodutiva) ($H_{1,12} = 8,0710$; $p = 0,0045$). Desta forma, ficou evidenciado que existe uma assincronia em relação à emergência dos adultos em ambos os tratamentos, sendo que as fêmeas emergem antes

dos machos (protoginia) (Tabela 3). Esta falta de sincronia pode afetar a relação desta praga com os seus possíveis hospedeiros (Slansky & Scriber, 1985).

Entre os tratamentos não houve diferença no período de desenvolvimento das pupas de fêmeas, com duração de 9,4 dias no tratamento folha (fase vegetativa) e 10,3 dias no tratamento folha com flor (fase reprodutiva) ($H_{1,15} = 5,6596$, $p = 0,0174$). Já para machos, houve diferença, com duração de 10,74 dias no tratamento folha (fase vegetativa) e 12,0 dias no tratamento folha com flor (fase reprodutiva) ($H_{1,24} = 10,3039$, $p = 0,0013$).

Assim, a maior duração desta fase ocorreu no tratamento folha com flor (fase reprodutiva), podendo ser explicado possivelmente pela menor adequação deste tratamento, o que pode ter acarretado o não estoque de nutrientes durante a fase imatura. Por consequência, devido à indisponibilidade de energia, houve um atraso na emergência dos adultos, resultando em um prolongamento do ciclo.

O mesmo ocorreu em relação à viabilidade das pupas (Tabela 3), pois o tratamento folha (fase vegetativa) foi superior, com 86,95% para fêmeas e 87,18% para machos, em comparação ao tratamento folha com flor (fase reprodutiva) que foi de 71,42%, tanto para fêmeas quanto para machos (Figura 5).

Tabela 3. Duração* da fase de pupas de fêmeas e de machos de *Helicoverpa armigera* nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.

Tratamento	Duração (dias)	
	Fêmeas	Machos
Folha (fase vegetativa)	9,4 \pm 0,15bB	10,74 \pm 0,16bA
Folha com flor (fase reprodutiva)	10,3 \pm 0,33bB	12,00 \pm 0,39aA

* Dados não normais submetidos à análise não paramétrica de Kruskal-Wallis, médias comparadas pelo método de Dunn ($P < 0,05$). Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si.

O peso médio de pupas foi de 214,83 mg e 199,97 mg, para fêmeas e machos, respectivamente, no tratamento folha (fase vegetativa) (Tabela 4), o que é normal, uma vez que em lepidópteros as fêmeas são mais pesadas do que os machos (Slansky & Scriber, 1985). Porém, ao contrário, no tratamento folha com flor (fase reprodutiva) os machos é que apresentaram maior peso médio, com 193,10 mg, enquanto as fêmeas pesaram, em média, 178,36 mg, possivelmente, o fator antinutricional deste tratamento pode ter influenciado nesta diferença.

Importante salientar a diferença encontrada no peso das pupas que originaram fêmeas, pois no tratamento folha (fase vegetativa) o peso médio foi maior em relação ao tratamento folha com flor (fase reprodutiva) ($F_{1,18} = 4,2636$, $p = 0,0439$). Em média, as pupas obtidas no tratamento folha, apresentaram 36,47 mg a mais que as pupas originárias do tratamento folha com flor, corroborando os dados já discutidos anteriormente nesta pesquisa. Diferentemente, a razão sexual não apresentou diferença (Tabela 4).

Tabela 4. Peso médio* (mg) de pupas fêmeas e pupas machos e razão sexual de *Helicoverpa armigera* nas fases vegetativa e reprodutiva da soja. Temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.

Tratamento	Fêmeas	Machos ^{ns}	Razão sexual**
Folha (fase vegetativa)	214,83 \pm 0,01	199,97 \pm 0,01	0,37
Folha com flor (fase reprodutiva)	178,36 \pm 0,01	193,10 \pm 0,01	0,4

* Dados normais submetidos à ANOVA com um fator.

^{ns} - Teste F não significativo

** Não significativo pelo teste χ^2 .

4.1.4 Fase adulta

4.1.4.1 Longevidade

Em relação à longevidade dos adultos de *H. armigera*, não houve diferença entre os tratamentos (fêmeas $F_{1, 291} = 0,2953$, $p = 0,5977$; machos $F_{1, 291} = 0,0135$, $p = 0,9044$), pois, em média, as fêmeas sobreviveram 26,05 dias e os machos 29,05 dias no tratamento folha (fase vegetativa), enquanto no tratamento folha com flor (fase reprodutiva) as fêmeas sobreviveram 27,67 dias e os machos, 27,0 dias (Tabela 5).

Tabela 5. Longevidade* de adultos (fêmeas e machos) de *Helicoverpa armigera* nas fases vegetativa e reprodutiva da soja. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.

Tratamento	Fêmeas ^{ns}	Machos ^{ns}
Folha (fase vegetativa)	$26,05 \pm 1,37$	$29,05 \pm 2,72$
Folha com flor (fase reprodutiva)	$27,67 \pm 3,24$	$27,00 \pm 4,27$

* Dados não normais submetidos à análise não paramétrica de Kruskal-Wallis, médias comparadas pelo método de Dunn ($P < 0.05$).

^{ns} - Teste F não significativo

4.1.4.2 Duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição

Não houve diferença entre os tratamentos para os períodos de pré-oviposição ($H_{1,14} = 0,0119$, $p = 0,9132$) e oviposição ($F_{1,13} = 0,0935$, $p = 0,76$) das fêmeas de *H. armigera* (Tabela 6).

Tabela 6. Duração dos períodos de pré-oviposição* e oviposição** de *Helicoverpa armigera* nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.

Tratamento	Pré-oviposição ^{ns}	Oviposição ^{ns}
Folha (fase vegetativa)	$4,10 \pm 0,35$	$18,68 \pm 0,91$
Folha com flor (fase reprodutiva)	$4,55 \pm 0,76$	$18,14 \pm 1,53$

* Dados não normais submetidos à análise não paramétrica de Kruskal-Wallis, médias comparadas pelo método de Dunn ($P < 0.05$).

** Dados normais submetidos à ANOVA com um fator.

^{ns} - Teste H ou F não significativo.

4.1.4.3 Fecundidade diária e total

A fecundidade apresentou diferença entre os tratamentos, tanto diária quanto total (Tabela 7). Na fecundidade diária, ou seja, número médio de ovos por fêmea por dia, no tratamento folha (vegetativo) as fêmeas apresentaram o maior número de ovos, com a média de 70,39 ovos, enquanto no tratamento folha com flor (reprodutivo) a média de oviposição foi de apenas 24,08 ovos ($F_{1,24} = 15,384$; $p = 0,0005$).

Quanto ao número médio total de ovos por fêmea, isto é, fecundidade total, a média obtida foi superior no tratamento folha (vegetativo) com 1613 ovos/fêmea, quase o triplo do valor encontrado no tratamento folha com flor, que foi de 520,28 de ovos/fêmea ($F_{1,23} = 15,3080$, $p < 0,01$). Ressalta-se, no entanto, que os resultados obtidos no tratamento folha apresentam-se superiores aos valores descritos na literatura, pois segundo EPPO (1981) cada fêmea de *H. armigera* pode ovipositar de 1000 a 1500 ovos durante sua vida reprodutiva.

Em soja, o estágio fenológico da planta atua sobre a reprodução de *Anticarsia gemmatalis* Hueb. Quando as lagartas desta espécie são alimentadas com folhas no estágio vegetativo inicial, as fêmeas podem ovipositar 1000 ovos, porém, quando alimentadas com folhas no estágio de florescimento, ovipositam apenas 750 ovos (Moscardi et al., 1981). Este fato corrobora os dados desta pesquisa sobre a presença de uma substância antinutricional, que pode fazer efeito sobre outras espécies, além de *H. armigera*.

Tabela 7. Fecundidade diária* (número médio de ovos/fêmea/dia) e total (número médio total de ovos/fêmea) de *Helicoverpa armigera* nas fases vegetativa e reprodutiva da soja. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.

Tratamento	Fecundidade diária	Fecundidade total
Folha (fase vegetativa)	$70,39 \pm 11,06$	$1613,00 \pm 193,38$
Folha com flor (fase reprodutiva)	$24,08 \pm 2,58$	$520,28 \pm 148,45$

*Dados normais submetidos à ANOVA com um fator.

No que diz respeito aos picos de postura (Figura 6), um fato interessante foi observado nesta pesquisa, que pode auxiliar na comprovação da presença de um fator antinutricional no tratamento folha com flor (fase reprodutiva). No tratamento folha (vegetativo) o pico de postura das fêmeas ocorreu no quinto dia com média de 231,5 ovos e o período de oviposição foi de 25 dias, com mais de 14 posturas acima de 50 ovos/dia. Enquanto isso, no tratamento folha com flor (reprodutivo) o pico ocorreu no primeiro dia, com média de 235 ovos e o período de oviposição foi de apenas 18 dias, com apenas quatro posturas acima de 50 ovos/dia. Provavelmente, as fêmeas originárias do tratamento folha com flor (fase reprodutiva) não apresentavam reservas suficientes para ovipositar por muito tempo e, por isso, depositaram a maior carga de ovos já nos primeiros dias, na tentativa de garantir as progênes futuras.

Segundo estudos anteriores da praga, a longevidade, a sobrevivência e, principalmente, a fecundidade dos adultos de *H. armigera* são influenciados pela nutrição da larva e do adulto, bem como pela temperatura e umidade (Adjei-Mafo & Wilson, 1983; Liu et al., 2004), comprovando os dados obtidos nesta pesquisa, na qual a fecundidade de *H. armigera* foi diretamente afetada pelo substrato alimentar oferecido na fase larval.

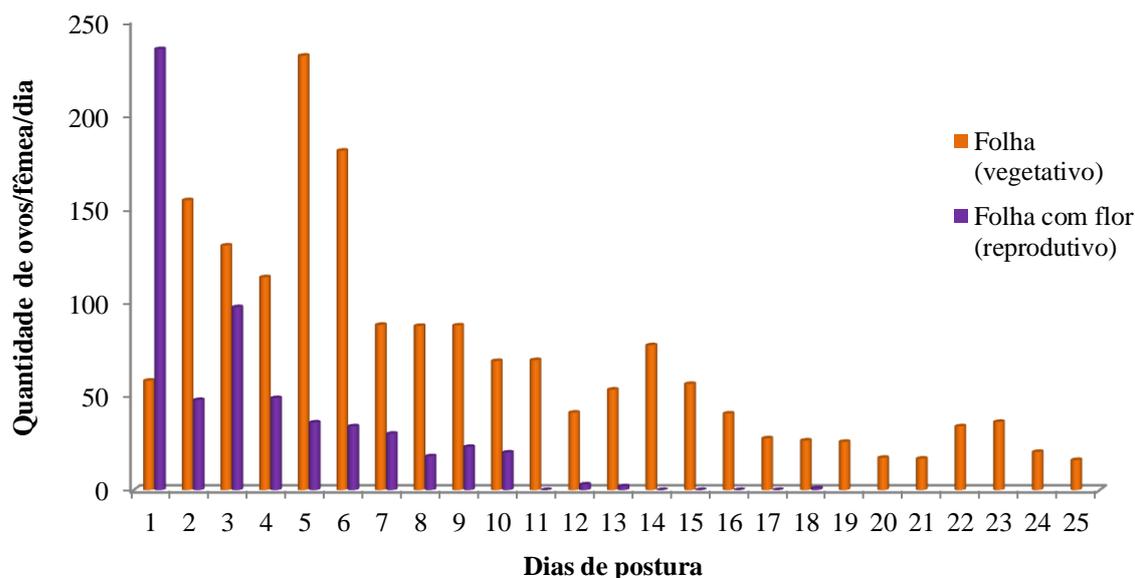


Figura 6. Fecundidade diária (número médio de ovos/fêmea/dia) de fêmeas de *Helicoverpa armigera* nos tratamentos folha (fase vegetativa da cultura da soja) e folha com flor (fase reprodutiva da cultura da soja). Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.

4.1.5 Fase de ovo

O período de incubação dos ovos de *H. armigera* não apresentou diferença entre os tratamentos ($F_{1,7} = 0,188$; $p = 0,6753$), sendo de 2,52 dias para o tratamento folha (vegetativo) e de 2,42 dias para o tratamento folha com flor (reprodutivo) (Tabela 8). Entretanto, a viabilidade dos ovos foi superior no tratamento folha (vegetativo), com 46,03% de ovos viáveis, enquanto o tratamento folha com flor (reprodutivo) apresentou apenas 16,81%. A menor viabilidade dos ovos neste tratamento corrobora os demais dados obtidos nesta pesquisa (Tabela 8).

Extrapolando-se para o estabelecimento de gerações no campo, pode-se aferir que se novas populações desta praga surgirem no período reprodutivo da cultura da soja, estas terão dificuldades para estabelecer populações capazes de causar danos significativos

à cultura. Porém, se populações surgirem na fase vegetativa da cultura, e não forem adequadamente controladas, e, portanto, se estabelecerem na área, poderão causar danos expressivos à produtividade da cultura.

Tabela 8. Período de incubação* (dias) e viabilidade de ovos (%) de *Helicoverpa armigera* nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, Goiânia, GO, 2015.

Tratamento	Período de incubação	Viabilidade
Folha (fase vegetativa)	$2,52 \pm 0,09$	45,15
Folha com flor (fase reprodutiva)	$2,42 \pm 0,00$	16,81

*Dados normais submetidos à ANOVA com um fator.

4.1.6 Deformação em pupas e adultos

De forma geral, ocorreu baixa porcentagem de deformação em pupas e em adultos de *H. armigera*, não havendo diferença entre os tratamentos (Tabela 9). Porém, no caso de fêmeas, não houve deformação no tratamento folha com flor (fase reprodutiva). Possivelmente, a alta mortalidade em todas as fases do inseto neste tratamento, tenha dificultado a observação desse dado, pois o número de indivíduos do tratamento folha com flor que chegaram à fase adulta (53 adultos no tratamento folha e 23 adultos no tratamento folha com flor) foi inferior quando comparado ao quantitativo do tratamento folha (fase vegetativa).

Tabela 9. Porcentagem de deformação em pupas (fêmeas e machos) e adultos (fêmeas e machos) de *Helicoverpa armigera* nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h.

Tratamento	Pupas		Adultos	
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos
Folha (fase vegetativa)	3,22	4,83	10,00	6,45
Folha com flor (fase reprodutiva)	2,85	5,71	0,00	8,33

4.1.7 Ciclo de ovo a adulto

A duração do ciclo de ovo a adulto de *H. armigera* no tratamento folha (fase vegetativa) foi menor que no tratamento folha com flor (fase reprodutiva), com 33,32 dias e 36,37, respectivamente (Tabela 10). Conforme já discutido, o período de desenvolvimento do inseto pode ser afetado pela presença de substâncias antinutricionais e condições do ambiente, o que ficou evidenciado em todas as fases da espécie em questão. Mesmo que não tenha havido diferença significativa entre os tratamentos em alguns dos estágios avaliados, o tratamento folha (vegetativo) apresentou duração numericamente inferior, o que, conseqüentemente, resultou em um ciclo mais curto.

Tabela 10. Duração do ciclo total (período de ovo - adulto) (dias) e viabilidade total (%) de *Helicoverpa armigera* nas fases vegetativa e reprodutiva da cultura da soja. Temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h.

Tratamento	Período de ovo - adulto	Viabilidade total
Folha (fase vegetativa)	33,20	17,10
Folha com flor (fase reprodutiva)	35,50	3,15

Em estudos realizados na cultura da soja, comparando diferentes variedades, o ciclo total de *H. armigera* variou de 34,21 a 42,71 dias, apresentando resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho (Naseri et al., 2009a). Complementarmente, o ciclo biológico de *H. armigera* já foi estudado em culturas como algodão, com 29,69 dias; milho, com 26,6 dias; feijão, com 27,96; e tomate, com 35,07 dias (Liu et al., 2004).

A viabilidade total foi superior no tratamento folha (vegetativo), apresentando 11% de viabilidade contra 2 % no tratamento folha com flor (fase reprodutiva). Em outras culturas de importância econômica, como algodão, milho, feijão e tomate, a viabilidade total pode ser de 33,2%, 11,7%, 5% e 3,3%, respectivamente (Liu et al., 2004).

4.2 TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA FASE VEGETATIVA DA SOJA

A construção da tabela de vida foi possível apenas para o tratamento folha (fase vegetativa), por não haver adultos suficientes para formação de casais no tratamento folha com flor (fase reprodutiva). Portanto, determinou-se, pela taxa líquida de reprodução (R_0), que esta espécie tem capacidade de aumento de 53 vezes a cada geração, em

laboratório, quando seus indivíduos foram alimentados com folhas de soja na fase vegetativa. Porém, este valor pode ser ainda superior, como encontrado por Naseri et al. (2009b) em diferentes cultivares de soja, com valores entre 89 e 355, mostrando que determinadas cultivares podem ser mais adequadas ao desenvolvimento de *H. armigera*, revelando um grande potencial dentro do MIP, com possível desenvolvimento de cultivares resistentes ou tolerantes a esta espécie (Kennedy et al., 1987).

Também foi determinado que a duração média da geração (T) de *H. armigera* foi de 48 dias, isto é, o tempo que decorre do nascimento dos pais ao nascimento dos seus descendentes. Com este valor pode-se sugerir que esta espécie é capaz de completar sete gerações em um ano, podendo concluir duas gerações em um único ciclo (safra) da cultura da soja, sendo iniciado já na fase vegetativa, onde há um potencial elevado de sobrevivência que incidirá de forma negativa, quando alcançarem a fase reprodutiva da cultura.

Entretanto, se esta população inicial ocorrer na fase reprodutiva, provavelmente a sobrevivência das lagartas ficará comprometida. Porém, deve-se estar atento, pois independente do porcentual de sobrevivência nesta fase, pode-se dizer que a expressividade dos números poderá não estar diretamente relacionada aos danos da praga, isto é, não são necessárias muitas lagartas para provocar perdas significativas de produtividade na lavoura. Entretanto, ao suplantarem o período inicial de produção de flores, possivelmente, esta lagarta encontrará ambiente propício para o seu desenvolvimento buscando, após os primeiros estágios, os grãos em desenvolvimento nas vagens (Xu et al., 1958; Meng et al., 1962; Qin et al., 1962, Wang & Li, 1984, Zalucki et al., 1986).

Com relação à razão finita de aumento (λ), esta foi de 1,04. Estes resultados indicam que, decorridos 48 dias (duração média da geração), pode-se esperar cerca de 53 fêmeas resultantes de cada fêmea em fase de reprodução, demonstrando, assim, o grande potencial de reprodução de *H. armigera* nas condições laboratoriais testadas. Porém, vale ressaltar que, no campo, a biologia do inseto pode ser alterada por fatores bióticos, através da ação de inimigos naturais, e abióticos, devido às mudanças ambientais, reduzindo, desta maneira, a sua descendência (Nava et al., 2004).

Na natureza vários fatores podem influenciar também a razão real de aumento (r) de um inseto. Porém, em condições de laboratório é possível excluir esses fatores e, assim, determinar a taxa intrínseca de aumento (r_m), que neste estudo foi 0,036. Em estudo realizado com aspargo e com milho doce este valor foi de 0,0765 e 0,0839,

respectivamente (Jha et al., 2014). Esta taxa é definida como a máxima razão de aumento obtido por uma população, em qualquer combinação particular dos fatores físicos do tempo, em condições ótimas de espaço, alimentação e sem a influência de outros fatores. No entanto, o valor da taxa intrínseca de aumento (r_m) não será o mesmo para climas e fontes de alimento diferentes (Andrewartha & Birch, 1954). Este valor é o principal dado que se obtém ao fazer-se uma tabela de vida de fertilidade (Pedigo & Zeiss, 1996), quanto maior o valor de r_m mais bem sucedida será a espécie (Andrewartha & Birch, 1954).

5 CONCLUSÃO

Nas condições em que o trabalho foi conduzido, pode-se concluir que:

- A espécie *H. armigera* apresenta melhor desenvolvimento quando alimentada de folha de soja na fase vegetativa, pois a viabilidade de todas as fases da praga é maior neste tratamento, bem como a fertilidade dos adultos, quando comparadas às folhas do estágio reprodutivo. Além disso, a fecundidade é afetada quando as lagartas se alimentam de folhas no estágio reprodutivo, sendo menor neste caso. Desta forma, o ciclo da praga foi menor na fase vegetativa da cultura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a obtenção destes dados sobre a biologia de *H. armigera* na cultura da soja, algumas considerações podem ser feitas a respeito do manejo da praga em questão. Inicialmente, esperava-se que o desenvolvimento desta praga na fase reprodutiva da cultura, quando estão presentes as estruturas reprodutivas preferidas pela lagarta, fosse maior, devido à sua preferência pelas partes reprodutivas da planta. (Reed, 1965; Wang & Li, 1984). Porém, esta pesquisa demonstrou que a fase vegetativa da cultura é, de fato, a mais importante para o estabelecimento do manejo desta praga.

É nesta fase que esta espécie parece se desenvolver melhor, estabelecendo, assim, grandes populações que se desenvolverão posteriormente na fase reprodutiva e que, mesmo sendo em menor número, devido à dificuldade de desenvolvimento e sobrevivência inicial observados neste trabalho, poderão causar danos irreversíveis na produção de grãos. Além disso, mesmo que se alimente das vagens, a lagarta necessita de se alimentar de folhas tenras nos primeiros ínstars. Sabendo disso, o cuidado deve ser redobrado nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, visando quebrar o ciclo desta praga para que ela não venha, em um segundo momento, causar danos significativos na cultura.

Nesta pesquisa também foi possível firmar melhor entendimento sobre planta hospedeira, pois nem toda planta considerada hospedeira é adequada ao desenvolvimento da praga, principalmente no caso de *H. armigera* que é conhecida por utilizar espécies para oviposição que não são adequadas ao desenvolvimento das larvas (Schneider et al., 1986, Zalucki et al., 1986; Walter & Benfield, 1994, Zalucki et al., 1994). Assim, uma planta hospedeira mais adequada é aquela na qual o inseto se desenvolve em menor tempo e apresenta maior reprodução (Van Lenteren & Noldus, 1990). No entanto, vale ressaltar que o desempenho na alimentação das larvas em plantas inteiras pode ser totalmente diferente quando estas se alimentam de partes dessas plantas (Bernays & Chapman, 1977), podendo resultar em alterações significativas na biologia do inseto.

Desta forma, a possível presença de substâncias ou compostos produzidos pelo mecanismo de defesa de uma planta, em determinada fase da mesma, pode ser um importante componente no controle de *H. armigera*, pois a identificação de mecanismos de resistência de plantas pode habilitar a seleção adequada de resistência de genótipos que podem ser utilizados em programas de melhoramento genético de plantas (Kranthi et al.,

2002). A resistência de plantas é um método de controle ambiental e economicamente favorável, porque não é prejudicial para o ambiente e pode reduzir os custos para os produtores (Li et al., 2004), sendo, portanto, uma alternativa no MIP.

7 REFERÊNCIAS

- ADJEI-MAAFO, I. K.; WILSON, L. T. Association of Cotton Nectar Production with *Heliothis punctigera* (Lepidoptera: Noctuidae) Oviposition. **Environmental Entomology**, v. 12, p. 1166-1170. 1983.
- AHMAD, M., M.I. ARIF & D.Z. AHMAD. Monitoring insecticide resistance of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Pakistan. **Journal of Economic Entomology**, v.88, n.4, p.771-776, 1995.
- ALBERNAZ, K. C.; SOARES, B. A. R.; BERNARDES, L. M.; MENDES, H. C. R.; FIGUEIREDO, L. L.; SIQUEIRA, I. G.; SOUSA, A. P.; CZEPAK, C. Multiplicadoras do mal. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, Caderno Técnico, v. 15, p. 03-05, 2013.
- ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba, FEALQ, 1998.
- 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. **Embrapa**, Circular Técnica nº 23, Dourados, 2013.
- ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH, L. C.. The innate capacity for increase in numbers. In: H. G. Andrewartha & L. C. Birch (eds.). **The distribution and abundance of animals**. Chicago, University of Chicago Press, 793 p., 1954.
- ARMES, N.J., D.R. JADHAV & K.R.A. SOUZA. Survey of insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* in Indian sub-continent. **Bulletin of Entomological Research**, n. 86, p.499-514. 1996.
- BAKER, H. Sustainable cotton growing: An Australian experience. In: INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE. **Growing cotton in a safe environment**. 50th Plenary Meeting of ICAC. Antalya, Turkey, p.4-8. 1991.
- BERNAYS, E.A.; CHAPMAN, R.E. The importance the of chemical inhibition of feeding in host plant selection by *Chorthippus parallelus* (Zetterstedt). **Acrida**, v. 4, p. 83-93, 1977.
- BOBROWSKI, V.L.; FIUZA, L.M.; PASQUALI, G.; BODANESE-ZANETTINI, M.H. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas (Genes from *Bacillus thuringiensis*: a strategy to confer insect resistance in plants). **Ciência Rural**, v. 34, p. 843-850, 2003.
- BORTOLOTTI, O.C.; BUENO, A.F.; BRAGA, K.; BARBOSA, G.C.; SANZOVO, A. Biological characteristics of *Heliothis virescens* fed with Bt-soybean MON 87701 × MON 89788 and its conventional isoline. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 2, 2014.
- BUENO, R. C. O. F., YAMAMOTO, P. T., CARVALHO, M. M., BUENO, N. M. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) on citrus in the state of Sao Paulo, Brazil. Comunicação científica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 520-523, 2014.
- BUILDING, B. M.; ARHABHATA, S. Status of insecticide resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner). **Journal of Central European Agriculture**, Zagreb, v. 8, n. 2, p. 171-182, 2007.
- BUTT, B.A.; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. Washington: USDA, 7 p., 1962.

CABI. **Data Sheets *Helicoverpa armigera***. CAB Internacional. Disponível em: <<http://www.cabi.org/isc/datasheet/26757>>. Acesso em 20 jul. 2014. 2014.

CAMPBELL, C.D.; WALGENBACH, J.F.; KENNEDY, G.G. Effect of parasitoids on lepidopterous pests in insecticide-treated and untreated tomatoes in western North Carolina. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 84, n. 6, p. 1662-1667, 1991.

CARNER, G.R. Sampling pathogens of soybean insect pests. In: M. Kogan & D.C. Herzog (eds.). **Sampling methods in soybean entomology**. New York: Springer, p. 559-574, 1980.

CHIARI, T.T. **Resistência de *Helicoverpa armigera* a inseticidas**. 2013. 22 f TCC (Trabalho de conclusão de curso) em Agronomia. Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí, Jataí, 2013.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2015/2016, Quinto levantamento, v. 3, n. 5. 2016. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_02_04_11_21_34_boletim_graos_fevereiro_2016_ok.pdf. Acesso em: 20 fev. 2016.

CORRÊA, B.S. & J.G. SMITH. *Nomuraea rileyi* attacking the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatilis* Hubner, in Paraná. **Florida Entomologist**, Homestead, v. 58, p. 280, 1975.

COSTA, V. H. D., SOARES, M. A., RODRÍGUEZ, F. A. D., ZANUNCIO, J. C., SILVA, I. M., VALICENTE, F. H. *Nomuraea rileyi* (Hymenoptera: Clavicipitaceae) in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Brazil. **Florida Entomologist**, Volume 98, nº 2, 2015.

CROFT, B.A. Developing a philosophy and program of pesticide resistance management. In: Roush, R.T; Tabashnik, B.E. (Ed.). **Pesticide resistance in arthropods**. New York: Chapman and Hall, 1990. p. 277-296. 1990.

CRUZ, I.; MONTEIRO, M.A.R. Controle Biológico da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. Comunicado Técnico 114, **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, 2004.

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**, London, v. 89, n. 3, p. 201-207, 1999.

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**, Goiânia, v.43, n. 1, p.110-113, 2013a.

CZEPAK, C; VIVAN, L. M; ALBERNAZ, K. C. Praga da vez. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 167, p- 20-27, 2013b.

DAMLE, M.S.; GIRI, A.P., SAINANI, M.N., GUPTA, V.S. Higher accumulation of proteinase inhibitors in flowers than leaves and fruits as a possible basis for differential feeding preference of *Helicoverpa armigera* on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill, Cv. Dhanashree). **Phytochemistry**, v. 66, p. 2659–2667, 2005.

DEGRANDE, P.E.; OLIVEIRA, M.A.; RIBEIRO, J.F.; BARROS, R.; NOGUEIRA, R.F.; RODRIGUES, A.L.L.; FERNANDES, M. G. Avaliação de métodos para quantificar predadores de pragas no algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 291-294, 2003.

DIEZ-RODRIGUEZ, G.I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) à lamba-cialotrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, p. 311-316, 2001.

DPI & Entomology. **Parasitoids: natural enemies of *Helicoverpa***. Queensland., 2005. 12p. (Agdex. nº 612). 2005. Disponível em: http://www.daff.qld.gov.au/data/assets/pdf_file/0003/64677/Insect-ParasitoidsNatural-enemies-helicoverpa.pdf. Acesso em: 21 jul. 2014.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Helicoverpa armigera* e outros desafios do manejo de pragas na cultura da soja - Folder. **Embrapa Soja**, Londrina, PR, 2013.

EPPO. EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION. **Data sheets on quarantine organisms**. nº 110: *Helicoverpa armigera*. Paris: EPPO, 1981 (Bulletin 11).

EPPO. EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION. *Helicoverpa zea*. In: SMITH, I. M. et al. (Eds.). **Quarantine pests for Europe**. 2. ed. Wallingford: CAB International, p. 1-6, 1996.

EPPO. EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION. **Reporting Service 2015. nº 7: Pests & Diseases**. Paris: EPPO, 2015. Disponível em: <http://archives.eppo.int/EPPOReporting/2015/Rse-1507.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2015.

FAO. **Database Resultes**. 2014. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 1 jul. 2014.

FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. **Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems**. Soybean - pest resistance. Cairo, p. 231-280. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5772/54522>. Acesso em 26 jun. 2014.

FITT, G. P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. **Annual Review. Entomology**, v. 34, p. 17-52, 1989.

FITT, G. P. Cotton Pest Management: Part 3. An Australian Perspective. **Annual Review. Entomology**, v. 39, p. 543-562, 1994.

FORRESTER, N. W.; CAHILLI, M.; BIRD, L. J.; LAYLAND, J. K. Management of pyrethroid and endosulfan resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia. **Bulletin of Entomological Research**, v. 1, p. 1-132, 1993.

FRANÇA, S.M.; OLIVEIRA, J.V.; PICANÇO, M.C.; LÔBO, A.P.; SILVA, E.M.; GONTIJO, P.C. Seleção de atrativos alimentares e toxicidade de inseticidas para o manejo da broca-pequena-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.6, p.561-568, 2009.

GUNNING, R.V.; EASTON, C.S. Resistance to organophosphate insecticides in *Helicoverpa armigera*. **Genetic Applied Entomology**, n.25, p.27-34, 1993.

GUNNING, R.V.; EASTON, C.S. 1994. Endosulfan resistance in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Austrália. **Journal Australian Entomology Society**, n.33, p.9-12.

GEORGIU, G.P. Management of resistance in arthropods. In: Georgiou, G.P., Saito, T. (Ed.). **Pest resistance to pesticides**. New York: Plenum, 1983. p. 769-792, 1983.

GRAVENA, S.; BENVENGA, S.R. 2003. **Manual práctico para manejo ecológico de plagas do tomate**. Jaboticabal: Gravena-ManEcol, 144p., 2003.

GREENE, G.L.; LEPPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 69, n. 4, p. 487-488, 1976.

GROSS, H. R.; YOUNG, J. R. Comparative development and fecundity of corn earworm reared on selected wild and cultivated early-season hosts common to the southeastern USA. **Annals of the Entomological Society of America**., v. 70, p. 63-65, 1977.

GUO, Y. Y. Progress in the researches on migration regularity of *Helicoverpa armigera* and relationships between the pest and its host plants. **Acta Entomologica Sinica**, v. 40, p. 1-6, 1997.

HEGDE, R.; LINGAPPA, S.; PATIL R. K.; RACHAPPA V.; RAMEGOWDA G. K. Ecological manipulation in rainfed cotton ecosystem to enhance the efficacy of *Nomurea rileyi* (Farlow) Samson. **Proc. Int. Symp. Strategies Sustain Cotton Prod. Global Vision**, v. 3, p. 230-232, 2004.

IGNOFFO, C.M. The fungus *Nomuraea rileyi* as a microbial insecticide. In: Burguers, H.D. (Ed.). **Microbial control of pests and plant diseases: 1970-1980**. London, Academic, p. 513-538, 1981.

JALLOW, M.F.A.; MATSUMURA, M. Influence of temperature on the rate of development of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 36, p. 427-430, 2001.

JHA, R.K.; TUAN, S-J.; CHI, H.; TANG, L-C.. Life table and consumption capacity of corn earworm, *Helicoverpa armigera*, fed asparagus, *Asparagus officinalis*. **Journal of Insect Science** v. 14, p. 1-17, 2014.

JOHNSON, M. W., STINNER, R. E., RABB, R. L. Ovipositional response of *Heliothis zea* to its major hosts in North Carolina. **Environmental Entomology**., v. 4, n. 29, p. 1-97, 1975.

KAY, I.R. The incidence and duration of pupal diapause in *Heliothis armigera* (Noctuidae) insoutheast Queensland. **Journal of the Australian Entomological Society**, v. 21, p. 263-266, 1982.

KARIM, S. Management of *Helicoverpa armigera*: a review and prospectus for Pakistan. **Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 3, p. 1213-1222, 2000.

KENNEDY, G.G.; GOULD, F.; DEPONTI, O.M.B.; STINNER, R.E. Ecological, agricultural and commercial considerations in the deployment of insect resistant King ABS (1994) *Heliothis/Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae. In: MATHEWS, G.A.; TUNSTALL, J.P. (Eds) **Insect Pests of Cotton**, p. 39-106. CAB International, Wallingford, UK. 1987.

KIM, D. S.; LEE, J. H. Egg and larval survivorship of *Carposina sasakii* (Lepidoptera: Carposinidae) in apple and peach and their effects on adult population dynamics on orchards. **Environmental Entomology**, v. 31, p. 686-692, 2002.

KING, E.G.; JACKSON, R.D. (eds). **Proceedings of the Workshop on biological control of *Heliothis***: Increasing the effectiveness of natural enemies november 1985, New Delhi. Neu Delhi, India: Far Eastern Regional Research Office, US Department of Agriculture. 1989.

KRANTHI, S.; KRANTHI, K.R.; WANJARI, R.R. Wound inducible defense related proteins in cotton against *Helicoverpa armigera*. **Indian Journal of Entomology**, v. 64, p. 73-79. 2002.

- LAMMERS, J. W.; MACLEOD, A. **Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera*** (Hübner, 1808). 2007. Disponível em: <https://secure.fera.defra.gov.uk/phiw/riskRegister/plant-health/documents/helicoverpa.pdf> Acesso em: 10 jul. 2014.
- LECUONA, R.E. El control microbiano como regulador poblacional de insectos plagas. **Castelar: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária**, 1990. 24 p. 1990. (Serie Agricultura Sostenible, 4).
- LI, Y., HILL, C. B.; HARTMAN, G. L. Effect of three resistant soybean genotypes on the fecundity, mortality and maturation of soybean aphid (Homoptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology**, v. 97, p. 1106-1111. 2004.
- LIU, Z., LI, D., GONG, P. Y.; WU, K. J. Life Table studies of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), on different host plants. **Environmental Entomology**, v. 33, p. 1570-1576, 2004.
- MAIA, H.N.M.; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.93, n.2, p-511-518, 2000.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Combate à praga *Helicoverpa armigera*. MAPA, Brasília, Brazil, 2014.
- MARTINELLI, S. **Suscetibilidade a deltametrina e variabilidade molecular em populações de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) coletadas nas culturas do algodão e milho no Brasil**. 111 f. Tese (Doutorado em Entomologia)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.
- MATTHEWS, M. **Heliothine moths of Australia: a guide to pest bollworms and related noctuid groups**. Melbourne: CSIRO, 1999.
- MENG, H.L.; CHANG, G.S.; REN, S.Z. Further studies on the cotton bollworm, *Heliothis armigera* (Hübner). **Acta Entomologica Sinica**, v. 11, p. 73-81, 1962.
- MINISTERIAL GMO INDUSTRY REFERENCE GROUP. **GM cotton in the Ord River irrigation area discussion paper**. Austrália. Disponível em: http://archive.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/fcp/gmcrops/gmcottondiscussionaugust2007.pdf. Acesso em: 11 jul. 2014. 2007.
- MORAL GARCIA F. J. Analysis of the spatiotemporal distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in a tomato field using a stochastic approach. **Biosystems Engineering**, v. 93, p. 253-259, 2006.
- MOSCARDI, F.; BARFIELD, C. S.; ALLEN, G. E. Consumption and development of velvetbean caterpillar as influenced by soybean phenology. **Environmental Entomology**, v. 10, p. 880-884, 1981.
- MURRAY, D.A.H.; MONSOUR C.J.; TEAKLE, E. R.; RYNNE, K P.; BEAN, J.A. Interactions between nuclear polyhedrosis virus and three larval parasitoids of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Australian Journal of Entomology**, v. 34, n. 4, p. 319–322, 1995.
- MURÚA, M. G.; SCALORA, F. S.; NAVARRO, F. R.; CAZADO, L. E.; CASMUZ, A.; VILLAGRÁN, M. E.; LOBOS, E.; GASTAMINZA, G. First record of *Helicoverpa armigera*

(Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**, Florida, v. 97, n. 2, p. 854-856, 2014.

NADGAUDA, D.; PITRE, H. Development, fecundity, and longevity of the tobacco bud worm (Lepidoptera: Noctuidae) fed soybean, cotton, and artificial diet at three temperatures. **Environmental Entomology**, v. 1, n. 2, p. 582-586, 1983.

NAPPO. North American Plant Protection Organization. **Detection of Old World Bollworm (*Helicoverpa armigera*) in Puerto Rico**. 2014. Disponível em: <http://www.pestalert.org/oprDetail.cfm?oprID=600>. Acesso em: 20 ago. 2015.

NASCIMENTO, A.S.; CARVALHO, R.S.; MALAVASI, A. Monitoramento populacional. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, p.109-112, 2000.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative life history and fecundity of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on different soybean varieties. **Entomological Science**, v. 12, p. 147-154, 2009a.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative reproductive performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on thirteen soybean varieties. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 13, p. 17-26, 2011.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Life table parameters of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on different soybean cultivars **Journal of Entomological Society of Iran**, v. 29, n. 1, p. 25-40, 2009b.

NATION, J.L. Nutrition. In: NATION, J.L. (Ed.). **Insect physiology and biochemistry**. Boca Raton: CRC Press, p.65-87, 2002.

NAVA, D.E.; NEVES, A.D.; DIEZ-RODRÍGUEZ, G.I.; GONÇALVES, J.C.; PARRA, J.R.P. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Deuterollyta majuscula* (Lepidoptera: Pyralidae) em abacateiro (*Persea americana* Mill.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 2, p. 234-236, 2004.

PAINTER, R.H. **Insect resistance in crop plants**. New York, The Macmillan Company, 520 p., 1951.

PANIZZI, A.R., PARRA, J.R.P. **Bioecologia e nutrição de insetos**: base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa, 2009.

PARRA, J. R. P. A biologia de insetos e o manejo de pragas: Da criação em laboratório a aplicação em campo. In: GUEDES, J. V. C., COSTA, I. D. DA; CASTIGLIONI, E. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, p.1-29, 2000.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programa de controle biológico**. 6º ed., Piracicaba, FEALQ, 134p. 2001.

PARSONS, F. S. Investigations on the cotton bollworm, *Heliothis armigera*, Hubn. Part III. Relationships between oviposition and the flowering curves of food-plants. **Bulletin of Entomological Research**, v. 31, p. 147-77, 1940.

- PAWAR C. S.; BHATNAGAR V. S.; JADHAV D. R. *Heliothis* species and their natural enemies with their potential for biological control. **Proceedings of Indian Academy of Sciences (Animal Sciences)**, p. 697-703, 1986.
- PEDGLEY, D. E. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to the British Isles. **Entomologist's-Gazette**, v. 36, n. 1, p. 15-20, 1985.
- PEDIGO, L. P.; ZEISS, M. R. Developing a degree-day model for predicting insect development, p. 67-74. In: L. P. Pedigo & M. R. Zeiss (eds.). **Analyses in insect ecology and management**. Ame Iowa State University Press, 168 p., 1996.
- 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**, Lexington, v. 97, n. 6, p. 1222-1226, 2004.
- PORTES, T.A.; ARAÚJO, B.R.B. Comparison of the allocation of phytomass in soybean and bean and its potential role in biological nitrogen fixation. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 285-292, 2012.
- PRAÇA, L.B.; SILVA NETO, S.P.; MONNERAT, R.G. *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae). Biologia, amostragem e métodos de controle. Brasília: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 18p., 2006.
- QIN, J.D., LI, L.Y.; WEI, D.Y.; WANG, Z.D. Characteristics of phytophagalism and nutrient of cotton bollworm, *Heliothis armigera*. **Acta Entomologica Sinica**, v. 11, p. 327-338, 1962.
- REED, W. *Heliothis armigera* (Hb.) (Noctuidae) in western Tanganyika. II. Ecology and natural and chemical control. **Bulletin Entomological Research**, v. 56, p. 127-140, 1965.
- REIGADA, C.; GUIMARÃES, K.F.; PARRA, J.R.P. Relative fitness of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on seven host plants: A perspective for IPM in Brazil. **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 01, p. 1-5, 2016.
- ROMEIS, J.; SHANOWER, T.G. Arthropod natural enemies of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in India. **Biocontrol Science and Technology**, v. 6, n. 4, p. 481-508, 1996.
- ROOME, R. E. Activity of adult *Heliothis armigera* (Hb) (Lepidoptera: Noctuidae) with reference to the flowering of sorghum and maize in Botswana. **Bulletin Entomological Research**, v. 65, p. 523-530, 1975.
- ROURKE, K. **Has your pupae busting been effective ? Information sheet**. Australian Cotton Cooperative Research Centre. 2002. Disponível em: <http://www.cotton.crc.org.au/Publicat/Pest>. Acesso em: 15 mar. 2014.
- SARAN, P. E.; THOMAZINI, D.; Serra, A. P.; DEGRANDE, P. E. **Manual dos insetos benéficos do algodoeiro**. FMC. 2007.
- SCHNEIDER, J. C.; BENEDICT, J. H.; GOULD, F.; MEREDITH, W. R.; SHUSTER, M. F.; et al. Interaction of *Heliothis* with its host plants. **See Ref.** v. 84, p. 3-21, 1986.
- SCRIBER, J.M.; SLANSKY, F. The nutritional ecology of immature insects. **Annual Review of Entomology**, v. 26, p. 183-211, 1981.

SENAVE. **Reportan presença de perigosa praga em nuestro país.** 2013. Disponível em: <http://www.senave.gov.py/noticias-50-SENAVE-Reportan-presencia-de-peligrosa-praga-en-nuestro-pais.html>. Acesso em: 12 jun. 2014.

SHARMA, H.C.; ARORA, R.; PAMPAPATHY, G. Influence of transgenic cottons with *Bacillus thuringiensis* cry1Ac gene on the natural enemies of *Helicoverpa armigera*. **BioControl**, v. 52, n. 4, p. 469–489, 2007.

SHARMA, H. C.; DHILLON, M. K.; ARORA, R. Effects of *Bacillus thuringiensis* $\delta\delta$ -endotoxin-fed *Helicoverpa armigera* on the survival and development of the parasitoid Campoletis chloridae. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 126, n. 1, p. 1-8, Jan. 2008.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 419 p. 1976.

SINGH, A. K.; MULLICK, S. Effect of leguminous plants on the growth and development of gram pod borer, *Helicoverpa armigera*. **Indian Journal of Entomology**, v. 59, p. 209-214. 1997.

SLANSKY, F.; SCRIBER, J. M. Food consumption and utilization. In: KERKUT, G. A., GILBERT, L. I. (Ed.) **Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology**. Oxford: Pergamon Press, p.87-163, 1985.

SMITH, C.W. History and status of host plant resistance in cotton to insects in the United States In: SPARKS, D.L. (Ed). "**Advances in Agronomy**", Academic Press, Sandiego, v. 48, p. 251-296, 1992.

SOSA-GÓMEZ, D. R., CORRÊA-FERREIRA, B. S., HOFFMANN-CAMPO, C. B., CORSO, I. C., OLIVEIRA, L. J. (IN MEMORIAM), MOSCARDI, F. (IN MEMORIAM), PANIZZI, A. R., BUENO, A. F., HIROSE, E., ROGGIA, S. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Londrina – PR, Embrapa Soja, 3ª edição, 2014. (Documentos, 269).

TANG, L. C.; HOU, R. F. Effects of environmental factors on virulence of the entomopathogenic fungus, *Nomuraea rileyi*, against the corn earworm, *Helicoverpa armigera* (Lep., Noctuidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 125, p. 243-248, 2001.

THOMPSON, S.N.. Nutrition and culture of entomophagous insects. **Annual Review of Entomology**, v. 44, p. 561-92, 1999.

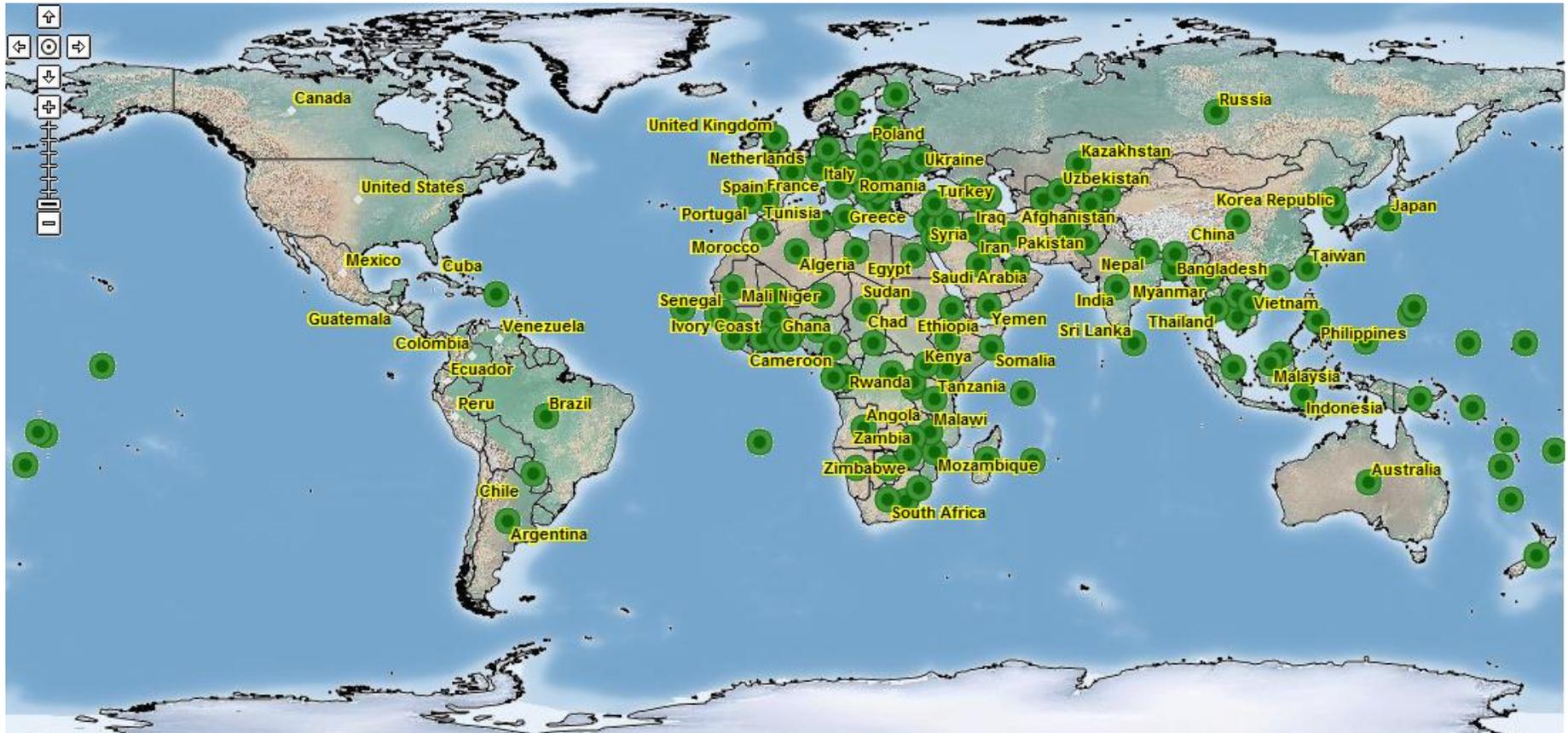
TSAI, J. H.; WANG, J. J. Effects of host plants on biology and life table parameters of *Aphis spiraecola* (Homoptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, v. 30, p. 45-50. 2001.

USDA. United States Department of Agriculture. **10º levantamento USDA da safra 2015/16 - Fevereiro/16**. 2016. Disponível em: http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2016/02/boletim_soja_fevereiro2016.pdf. Acesso em: 20 fev. 2016.

USDA. **United States Department of Agriculture. pest alert: old world bollworm (*Helicoverpa armigera*)**. 2014. Disponível em: http://www.aphis.usda.gov/publications/plant_health/2014/alert_old_world_bollworm.pdf. Acesso em: 20 ago. 2015.

VAN DEN BERG, H.; COCK, M.J.W. Stage-specific mortality of *Helicoverpa armigera* in three small holder crops in Kenya. **Journal of Applied Ecology**, v. 30, n. 3, p. 604-653, 1993.

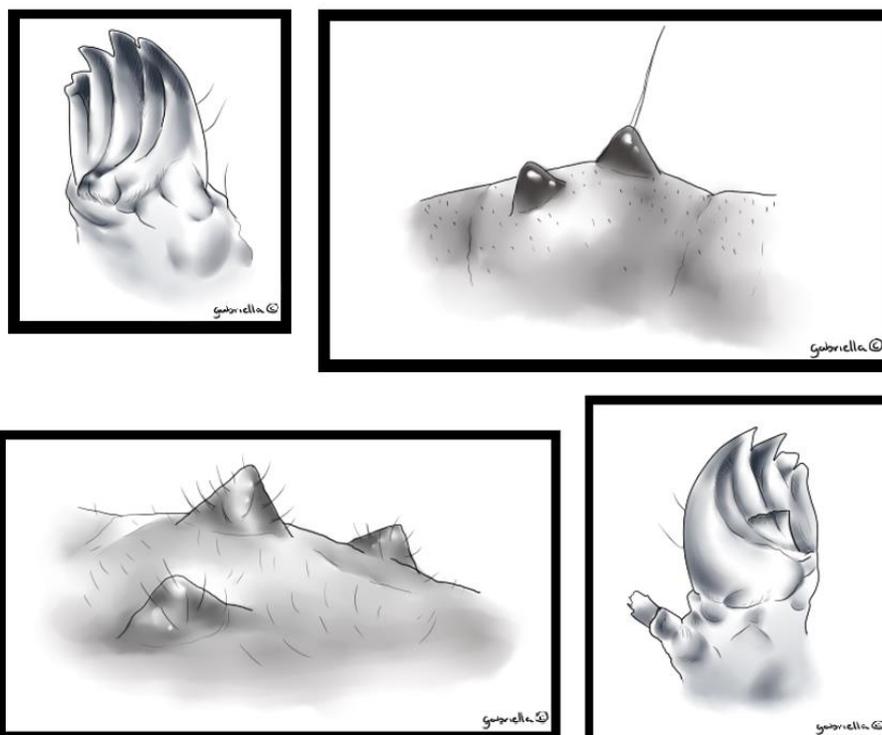
- VAN DEN BERG; H., WAAGE, J.K.; COCK, M.J.W. **Natural enemies of *Helicoverpa armigera* in Africa a review**. Ascot, Berks, UK, CAB International Institute of Biological Control, 81 p. 1988.
- VAN DRIESCHE, R.G.; BELLOWS, T.S. **Biological Control**. Chapman & Hall, New York, 1996.
- VAN LENTEREN J.C., NOLDUS L.P.J.J. Whitefly-plant relationship: behavioral and biological aspects. In: Gerling D (ed.) **Whitefly: Their Bionomics, Pest Status and Management**, p. 47–89, Intercept, Andover. 1990.
- VEENSTRA, K.H.; PASHLEY, D.P.; OTTEA, J.A. Host-plant adaptation in fall armyworm host strains: comparison of food consumption, utilization, and detoxication enzyme activities. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 88, n. 1, p. 80-91, 1995.
- WALTER, G.H. **Insect Pest Management and Ecological Research**. Cambridge University Press, Cambridge, UK., 2003.
- WALTER, G.H.; BENFIELD, M.D. Temporal host plant use in three polyphagous Heliothinae with special reference to *Helicoverpa punctigera* (Wallengren) (Lepidoptera: Noctuidae). **Australian Journal of Ecology**, v. 19, p. 458-465, 1994.
- 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**, Taian, n. 1-2, p. 13-25, 1984.
- WAJNBERG E.; HASSAN, S.A. **Biological control with egg parasitoids**. CAB International, Wallingford, 1994.
- XU, M.X., ZHANG, G.X.; ZHU, H.F. Research of cotton bollworm. **Acta Entomologica Sinica**, v. 1, n. 1, p. 18-29, 1958.
- YAN, Z-G.; WANG, C-Z. Similar attractiveness of maize volatiles induced by *Helicoverpa armigera* and *Pseudaletia separata* to the generalist parasitoid *Campoletis chloridae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 118, n. 2, p. 87–96, 2006.
- YU, S.J. Insecticide resistance in the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 39, p. 94-91, 1991.
- YU, H. L.; YUN, H. L.; KONG, M. W. Risk assessment and ecological effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* crops on non-target organisms. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 53, p. 520-538, 2011.
- ZALUCKI, M. P.; DAGLISH, G.; FIREMPONG, S.; TWINE, P. H. The biology and ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what we know? **Australian Journal of Zoology**, Melbourne, n. 34, p. 779–814, 1986.
- ZALUCKI, M.P.; MURRAY, A.H.; GREGG, P.C.; FITT, G.P.; TWINE, P.H.; JONES, C. Ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* (Wallengren) in the Inland of Australia: larval sampling and host plant relationships during winter and spring. **Australian Journal Zoology**, Melbourne, v. 42, p. 329–346, 1994.



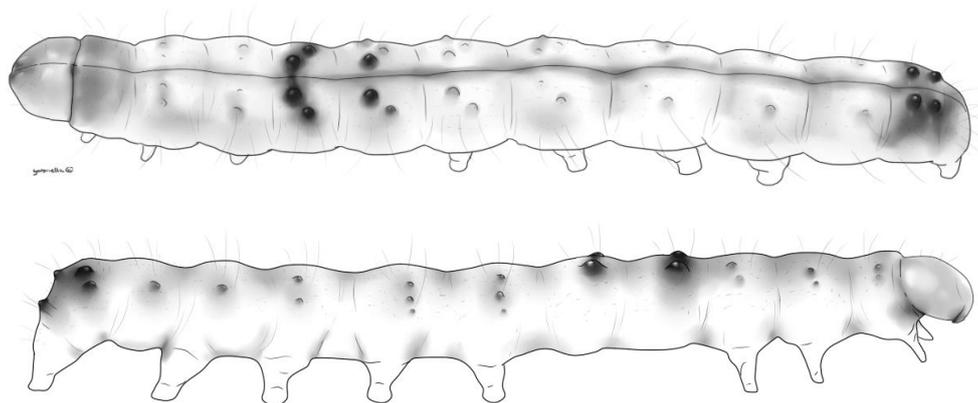
Anexo A. Distribuição geográfica de *Helicoverpa armigera* no mundo. Fonte: Map-Plantwise

Instar	Aspecto larval	Comprimento larval Real (mm)	Categoria de tamanho
Primeiro		1-3	muito pequeno
Segundo		4-7	pequeno
Terceiro		8-13	pequeno/medio
Quarto		14-23	medio/grande
Quinto		24-28	grande
Sexto		29-30+	grande

Anexo B. Período larval de *Helicoverpa armigera*, constituído de seis ínstares. Arte: Gabriella Czepak Gaston, 2016.



Anexo C. *Helicoverpa armigera*: (A) ausência de placa dentada na face interna da mandíbula e (B) ausência de microespinhos na pinácula; (C) *Chloridea virescens*: presença de microespinhos na pinácula e (D) presença de placa dentada na face interna da mandíbula. Arte: Gabriella Czepak Gaston, 2016.



Anexo D. Formato de “sela” no quarto segmento a partir do 4º ínstar em lagartas de *Helicoverpa armigera*, devido à presença de tubérculos abdominais escuros e bem visíveis. Arte: Gabriella Czepak Gaston, 2016.



Anexo E. Adultos de *Helicoverpa armigera*: (A) Detalhes das asas anteriores e posteriores; (B) Acentuado dimorfismo sexual. Fotos: Cecilia Czepak, 2016.