



UFAL

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



CECA

**MONITORAMENTO, BIOECOLOGIA E CONTROLE MICROBIANO DE
Helicoverpa armigera (HUBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NO ESTADO
DE ALAGOAS, BRASIL**

LETICE SOUZA DA SILVA

**Rio Largo - AL
2017**

LETICE SOUZA DA SILVA

**MONITORAMENTO, BIOECOLOGIA E CONTROLE MICROBIANO DE
Helicoverpa armigera (HUBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NO ESTADO
DE ALAGOAS, BRASIL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Alagoas, para obtenção do título de Doutora em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientadora: Prof^a Dr^a Sônia Maria Forti Broglio
Coorientadores: Prof. Dr. Elio César Guzzo
Prof^a Dr^a Roseane Cristina Predes Trindade

**Rio Largo - AL
2017**

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário Responsável: Janis Christine Angelina Cavalcante

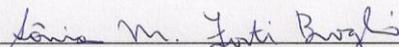
S586m	<p>Silva, Letice Souza da. Monitoramento, bioecologia e controle microbiano de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) no estado de Alagoas, Brasil. / Letice Souza da Silva. – 2017. 92 f. : il.</p> <p>Orientadora: Sônia Maria Forti Broglio. Coorientador: Elio César Guzzo e Roseane Cristina Predes Trindade. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção vegetal) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2017.</p> <p>Bibliografia: f.91-92.</p> <p>1. Agronomia. 2. Heliothinae. 3. Dieta artificial. 4. <i>Albelmoschus esculentus</i> L. 5Agentes entomopatogênicos. 6. Controle biológico de pragas – Alagoas. I. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 632.93</p>
-------	--

TERMO DE APROVAÇÃO

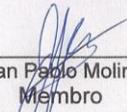
LETICE SOUZA DA SILVA
(Matricula 14140067)

"MONITORAMENTO, BIOECOLOGIA E CONTROLE MICROBIANO DE *Helicoverpa armigera* (HUBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NO ESTADO DE ALAGOAS, BRASIL"

Tese apresentada e avaliada pela banca examinadora em trinta e um de agosto de 2017, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS.



Prof.^a Dr.^a Sônia Maria Forti Broglio
Presidente



Prof. Dr. Juan Pablo Molina Acevedo
Membro



Dr.^a Jakeline Maria dos Santos
Membro

Rio Largo - AL
Agosto-2017

DEDICO

A Deus, meu guia, pela força, luz e paz.

Ao meu pai, José Ferreira da Silva (in memoriam), por toda dedicação, amor e sacrifício, a quem amo infinitamente. Devo tudo que sou a esse exemplo de pai maravilhoso.

À minha mãe, Silvia Silva de Souza pelo amor incondicional, sacrifício, incentivo e motivação para que eu prossiga em busca da realização dos meus sonhos. Devo essa etapa que se conclui a essa pessoa que tanto amo.

Aos meus irmãos Lucas Souza da Silva e Larice Souza da Silva pelo carinho, ajuda e apoio.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, sabedoria, força e por sempre guiar e iluminar a minha vida.

Aos meus pais José Ferreira da Silva (in memoriam) e Silvia Silva de Souza pela dedicação, apoio incondicional e incentivo para buscar sempre meu melhor.

Aos meus irmãos e toda a minha família pela torcida e orações realizadas para que eu continuasse a buscar meus objetivos.

À Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e à Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias (CECA) pela possibilidade de ingresso no curso de graduação em Agronomia.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia pela oportunidade de obtenção do título de doutora.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias (CECA-UFAL), pelo grande aprendizado obtido durante as disciplinas cursadas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos, vital para a realização deste trabalho.

À minha orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Sônia Maria Forti Broglio, pela confiança depositada em minha capacidade de trabalhar e força de vontade em aprender, pelos seus ensinamentos, auxílio, compreensão, disponibilidade e por sempre me incentivar a crescer como profissional.

Aos Profs. Drs. Elio César Guzzo e Roseane Cristina Predes Trindade pela coorientação, confiança e por todo o suporte necessário para a realização deste trabalho.

À Dr^ª Jakeline Maria dos Santos pela disponibilidade e grande ajuda no monitoramento da praga e durante todo o decorrer do trabalho.

Aos membros da banca, Prof^ª. Dr^ª Sônia Maria Forti Broglio, Prof. Dr. Juan Pablo Molina Acevedo e Dr^ª. Jakeline Maria dos Santos por terem se disponibilizado a participar da avaliação deste trabalho, aperfeiçoando-o através dos seus conhecimentos.

Aos estagiários e funcionários da Universidade Federal de Alagoas pela contribuição para a realização deste trabalho.

Aos amigos do CECA pela amizade e companheirismo em momentos importantes.

Aos colegas de Turma do doutorado pela união diante das dificuldades encontradas no decorrer do curso.

A todas as pessoas que diretamente ou indiretamente contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Meus sinceros agradecimentos.

*Semeia um pensamento, colhe um ato.
Semeia um ato, colhe um hábito.
Semeia um hábito, colhe um caráter.
Semeia um caráter, colhe um destino.*

Marion Laurence

RESUMO

Considerada uma praga extremamente polífaga e com ampla distribuição geográfica, a lagarta das vargens, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) foi identificada no Brasil em 2013 atacando as culturas de soja e algodão, comprometendo aproximadamente 100% da produção. Diante do seu ataque devastador, o uso de inseticidas químicos foi a alternativa adotada por vários produtores no país, sendo aplicado, na maioria das vezes de forma desordenada. Diante do exposto, o objetivo do estudo foi monitorar a ocorrência da praga em alguns municípios alagoanos, avaliar sua biologia em dietas natural à base de quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.) (Malvaceae) e artificial e seu controle com produto à base da bactéria *Bacillus thuringiensis* (DimyPel[®]) e de vírus (Gemstar[®] - ingrediente ativo VPV-HzSNPV) em condições de laboratório. Para o monitoramento, foram utilizadas armadilhas adesivas do tipo delta com feromônio sexual em 32 pontos de coleta, distribuídos em nove municípios durante os meses de julho de 2013 a agosto de 2014. Os pisos das armadilhas foram substituídos quinzenalmente e encaminhados ao Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Alagoas para identificação e contagem dos insetos adultos. Para o experimento de desempenho biológico, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e 80 repetições. Foram utilizadas lagartas recém-eclodidas, individualizadas e alimentadas com as dietas natural e artificial até a fase de pupa. Após 24 horas, as pupas foram pesadas, sexadas e acondicionadas em casais em gaiolas de PVC para emergência dos adultos. As variáveis avaliadas foram mortalidade (%), duração larval e pupal (dias), viabilidade larval e pupal (%), razão sexual, fecundidade (ovos/fêmea) (diária e total), fertilidade (%), longevidade dos adultos (dias), períodos de pré-oviposição, oviposição e incubação (dias). Em relação à tabela de vida, avaliou-se a taxa líquida de reprodução (R₀), duração média de uma geração (T) (dias), capacidade inata de aumentar em número (r_m) e razão finita de aumento (λ). Para o controle, foram utilizadas as concentrações 0,0625; 0,125; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 mL e 0,03; 0,0625; 0,125; 0,25; 0,5; 0,75 mL, para bactéria e vírus, visando estimar as concentrações subletal e letal. Após os ajustes, 50 lagartas de 2º instar foram individualizadas e alimentadas com seções transversais de quiabo pulverizados com as CL₁₀, CL₅₀ e CL₉₉ (0,035; 0,154 e 2,18 mL e 0,017; 0,196 e 2,23 mL) dos produtos Dimy Pel[®] e Gemstar[®], respectivamente. As variáveis avaliadas foram mortalidade (%), sobrevivência (dias), duração larval e pupal (dias), viabilidade larval e pupal (%), fecundidade (ovos/fêmea), fertilidade (%), longevidade dos adultos (dias), razão sexual e período de oviposição (dias). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com sete tratamentos e 50 repetições. Os dados obtidos foram analisados pelo programa estatístico SAS e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A praga foi predominante em Alagoas na região Agreste, sendo capturados 796 exemplares no município de Arapiraca. A dieta artificial interferiu na duração larval da praga com 14,02 dias, não influenciando nas demais variáveis. A taxa líquida de reprodução e a razão finita de aumento foram de 443,72 e 1,25 para dieta natural, e de 445,20 e 1,24 para dieta artificial. Os agentes entomopatogênicos se mostraram eficientes na mortalidade das lagartas, com 52% e 62% na CL₅₀ para bactéria e vírus, respectivamente. Para as demais variáveis avaliadas, o produto Gemstar[®] se destacou na CL₅₀ pela interferência na biologia da praga. Diante dos resultados obtidos, as dietas artificial e natural são apropriadas para criação de *H. armigera* em laboratório. Para o controle, o produto Gemstar[®] interfere em todas as fases do ciclo biológico da praga na concentração 0,196 mL.

Palavras-chave: Heliothinae, biologia, dieta artificial, *Abelmoschus esculentus* L., agentes entomopatogênicos.

ABSTRACT

Considered an extremely polyphagous pest and with wide geographic distribution, the species *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) was identified in Brazil in 2013 attacking soybean and cotton crops, compromising approximately 100% of production. Due to its devastating attack, the use of chemical insecticides was the alternative adopted by many producers in the country, being applied, most of the time in a disorderly way. Thus, the objective of this study was to evaluate the biology of the pest in natural (*Abelmoschus esculentus* L.) (Malvaceae) and artificial diet and its control with products based on bacterium *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (DimyPel[®]) and viruses (Gemstar[®] - Virus VPN-HzSNPV) under laboratory conditions. For the monitoring, delta adhesive traps with sexual pheromone were used in 32 collection points, distributed in nine municipalities during the months of July 2013 to August 2014. Trap flooring was replaced every fortnight and sent to the Laboratory of Entomology of Federal University of Alagoas for identification and counting of adults. For the biological performance, the experimental design was completely randomized design with two treatments and 80 replicates. Newly hatched caterpillars were individualized and fed with natural and artificial diets, until stage of pupa. After 24 hours of their formation, pupae were weighed, sexed and conditioned in pairs in PVC cages for emergence of the adults. The variables evaluated were mortality (%), duration of larval and pupal stage (days), larval viability and pupa (%), sex ratio, fecundity (eggs/female) (daily and total), fertility (%), adult longevity (days), periods of pre-oviposition, oviposition and incubation (days). In relation to the life table, the net reproduction rate (Ro), average duration of one generation (T) (days), innate capacity to increase in number (rm) and finite ratio of increase (λ) were evaluated. For the control, the concentrations used were 0.0625; 0.125; 0.25; 0.5; 0.75; 1.0 mL and 0.03; 0.0625; 0.125; 0.25; 0.5; 0.75 mL, for bacteria and viruses, aiming to estimate the sublethal and lethal concentrations. After the adjustments, 50 2nd instar caterpillars were individualized and fed with cross sections of okra (*A. esculentus* L.) sprayed with the LC₁₀, LC₅₀ and LC₉₉ (0.035, 0.154 and 2.18 mL and 0.017, 0.196 and 2.23 mL) of the products DimyPel[®] and Gemstar[®], respectively. The variables evaluated were mortality (%), survival (days), duration of larval and pupal stages (days), larval and pupal viability (%), fecundity (eggs/female), fertility (%), adult longevity (days), sex ratio and period of oviposition (days). The experimental design was a completely randomized with seven treatments and 50 replications. The data obtained were analyzed by the statistical program SAS and means compared by Tukey's test at 5% probability. The pest was predominant in the Agreste region of Alagoas, where 796 specimens were captured in the municipality of Arapiraca. The artificial diet interfered in the larval duration with 14.02 days, not influencing the other variables. The net reproduction rate and the finite rate of increase were 443.72 and 1.25 for the natural diet, and 445.20 and 1.24 for the artificial diet. The entomopathogenic agents shown to be effective in the mortality of larvae with 52% and 62% in LC₅₀ for bacterium and viruses, respectively. For the other variables evaluated the product Gemstar[®] stood out in the LC₅₀ by interfering on the biology of the pest. Based on the results obtained, the artificial and natural (*A. esculentus* L.) diets are appropriate for creation of *H. armigera* in laboratory. For the control, the product Gemstar[®] interferes in all stages of the biological cycle of the pest in the concentration of 0.196 mL.

Keywords: Heliiothinae, biology, artificial diet, *Abelmoschus esculentus*, entomopathogenic agents.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Filogenia de Heliothinae.....	21
FIGURA 2 - Ovos de <i>Helicoverpa armigera</i>	24
FIGURA 3 – Variação de cores em lagartas de <i>Helicoverpa armigera</i>	25
FIGURA 4 - Tubérculos abdominais dispostos em forma de sela.....	26
FIGURA 5 - Pupas de <i>Helicoverpa armigera</i> : A) Pupa recém-formada; (B) Pupas com 24 horas.....	26
FIGURA 6 - Adultos de <i>Helicoverpa armigera</i> : (A) Fêmea; (B) Macho.....	27
FIGURA 7 - Ciclo biológico da <i>Helicoverpa armigera</i>	27
FIGURA 8 - Mapa da ocorrência de <i>Helicoverpa armigera</i> no Estado de Alagoas, Brasil..	54
FIGURA 9 - Número de adultos de <i>Helicoverpa armigera</i> capturados por armadilhas delta com feromônio sexual, durante os meses de julho de 2013 a janeiro de 2014 em diferentes municípios do estado de Alagoas, Brasil.....	56
FIGURA 10 - Número de adultos de <i>Helicoverpa armigera</i> capturados por armadilhas delta com feromônio sexual, durante os meses de fevereiro a agosto de 2014 em diferentes municípios do estado de Alagoas, Brasil.....	56
FIGURA 11 - Mapa da densidade de <i>Helicoverpa armigera</i> no Estado de Alagoas, Brasil.....	57
FIGURA 12 - Coleta e estabelecimento da criação de <i>Helicoverpa armigera</i> em laboratório: (A) Lagartas em campo em flores de quiabo; B) Individualização das lagartas em recipientes plásticos; C) Pupa recém-formada; D) Acondicionamento das pupas nas gaiolas de PVC; E) Adultos recém-emergidos; F) Acondicionamento dos ovos em placa de Petri.....	80
FIGURA 13 - Instalação do experimento: A) Preparo das concentrações do produto Dimy Pel [®] ; (B) preparo das concentrações do produto Gemstar [®] ; (C) Secções de quiabo com dois cm de diâmetro; (D) Pulverização dos produtos em Torre de Potter; (E);(F) Lagartas acondicionadas em potes plásticos com o quiabo pulverizado.....	81
FIGURA 14 - Avaliação do experimento: (A) Lagarta com sintoma de vírus; (B) Lagarta morta decorrente da ação da bactéria; (C) Pesagem das pupas; (D) Adultos acondicionados em gaiolas; (E) Contagem dos ovos.....	82
FIGURA 15 - Sobrevivência de lagartas de <i>Helicoverpa armigera</i> alimentadas com quiabo pulverizado com bactéria entomopatogênica <i>Bacillus thuringiensis</i>	85

FIGURA 16 - Sobrevivência de lagartas de *Helicoverpa armigera* alimentadas quiabo pulverizado com vírus entomopatogênico Baculovírus..... 86

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Paisagem agrícola dos pontos de coleta de adultos de <i>Helicoverpa armigera</i> no estado de Alagoas.....	53
TABELA 2 - Composição da dieta artificial utilizada para criação de <i>Helicoverpa armigera</i> (modificada de GREENE et al., 1976).....	65
TABELA 3 - Duração, viabilidade das fases imaturas e biomassa de pupas (g) de <i>Helicoverpa armigera</i> alimentadas com dieta natural e artificial em condições de laboratório.....	66
TABELA 4 - Parâmetros biológicos da fase adulta de <i>Helicoverpa armigera</i> oriunda de lagartas alimentadas com dieta natural e artificial em condições de laboratório.....	69
TABELA 5 - Fecundidade diária de <i>Helicoverpa armigera</i> oriunda de lagartas alimentadas com dieta natural e artificial em condições de laboratório.....	70
TABELA 6 - Taxa líquida de reprodução (R_0), duração média de uma geração (T), capacidade inata de aumentar em número (rm) e razão finita de aumento (λ) ($\pm EP$) de <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae), em dieta natural e artificial. Temperatura: 25 \pm 1° C; UR: 70 \pm 15%; Fotofase: 12 horas.....	71
TABELA 7 - Concentrações subletais e letal (CLs) dos produtos comerciais Dimy Pel [®] e Gemstar [®] sobre lagartas de <i>Helicoverpa armigera</i>	83
TABELA 8 - Mortalidade de lagartas de <i>Helicoverpa armigera</i> alimentadas com quiabo tratado com bactéria e vírus entomopatogênicos, <i>B. thuringiensis</i> e Baculovírus.....	84
TABELA 9 - Duração e viabilidade do período larval de <i>Helicoverpa armigera</i> alimentada com quiabo pulverizado com bactéria e vírus entomopatogênicos, <i>B. thuringiensis</i> e Baculovírus.....	86
TABELA 10 - Peso de pupas de <i>Helicoverpa armigera</i> com 24 horas após a formação....	87
TABELA 11 - Duração e viabilidade pupal de <i>Helicoverpa armigera</i> oriunda de lagartas alimentadas com quiabo pulverizado com bactéria e vírus entomopatogênicos, <i>B. thuringiensis</i> e Baculovírus.....	88
TABELA 12 - Fecundidade e fertilidade de adultos de <i>Helicoverpa armigera</i> oriundos de lagartas alimentadas com quiabo pulverizado com bactéria e vírus entomopatogênicos, <i>B. thuringiensis</i> e Baculovírus.....	88
TABELA 13 - Período de oviposição de fêmeas de <i>Helicoverpa armigera</i> oriundas de lagartas alimentadas com quiabo pulverizado com bactéria e vírus entomopatogênicos, <i>B. thuringiensis</i> e Baculovírus.....	89

TABELA 14 - Razão sexual e longevidade de adultos de *Helicoverpa armigera* oriundos de lagartas alimentadas com quiabo pulverizado com bactéria e vírus entomopatogênicos, *B. thuringiensis* e Baculovírus..... 89

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 - Agricultura no Brasil.....	19
2.2 - Família Noctuidae.....	20
2.2.1 - Subfamília Heliiothinae.....	21
2.3 - <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805).....	22
2.3.1 - Sinonímias.....	22
2.3.2 - Distribuição geográfica e importância econômica.....	23
2.3.3 - Aspectos biológicos e comportamentais.....	24
2.3.3.1 - Características morfológicas.....	24
2.3.3.2 - Ciclo de vida de <i>Helicoverpa armigera</i>	27
2.4 - Primeiro registro de <i>Helicoverpa armigera</i> em Alagoas.....	28
2.5 - Métodos de controle.....	29
2.5.1 - Controle comportamental.....	29
2.5.2 - Controle cultural.....	31
2.5.3 - Controle químico.....	31
2.5.4 - Controle biológico.....	32
2.5.4.1 - Inimigos naturais.....	32
2.5.4.2 - Parasitoides.....	33
2.5.4.3 - Predadores.....	34
2.5.4.4 - Bactérias.....	35
2.5.4.5 - Vírus.....	36
2.5.4.6 - Fungos.....	37
2.5.4.7 - Nematoides.....	38
2.6 - Controle legislativo.....	39

REFERÊNCIAS.....	40
3 MONITORAMENTO E DENSIDADE POPULACIONAL DE <i>Helicoverpa armigera</i> (HUBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NO ESTADO DE ALAGOAS.....	49
RESUMO.....	49
ABSTRACT.....	50
3.1 - INTRODUÇÃO.....	51
3.2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	52
3.2.1 – Local de execução.....	52
3.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
3.4 - CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS.....	59
4 ASPECTOS BIOLÓGICOS E TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE DE <i>Helicoverpa armigera</i> (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM DIETA NATURAL E ARTIFICIAL.....	61
RESUMO.....	61
ABSTRACT.....	62
4.1 - INTRODUÇÃO.....	63
4.2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	64
4.2.1 - Local de execução.....	64
4.2.2 - Estabelecimento da criação em laboratório.....	64
4.2.3 - Desempenho biológico de <i>H. armigera</i> em dieta artificial e natural.....	65
4.2.4 - Tabela de vida de fertilidade de <i>H. armigera</i>	66
4.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
4.4 - CONCLUSÕES.....	72
REFERÊNCIAS.....	73
5 AÇÃO DE AGENTES ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE DE <i>Helicoverpa armigera</i> (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).....	75
RESUMO.....	75

ABSTRACT	76
5.1 - INTRODUÇÃO	77
5.2 - MATERIAL E MÉTODOS	79
5.2.1 - Local de execução.....	79
5.2.2 - Manutenção da criação em laboratório.....	79
5.2.3 - Toxicidade dos produtos Dimy Pel [®] e Gemstar [®] para lagartas de <i>H. armigera</i>	80
5.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
5.4 - CONCLUSÕES	90
REFERÊNCIAS	91

1 INTRODUÇÃO

A lagarta-do-velho-mundo, *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) é referida como uma das mais importantes pragas da agricultura no mundo por atacar várias espécies hospedeiras de importância econômica como algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (Malvaceae); leguminosas em geral, sorgo (*Sorghum bicolor* L.) e milho (*Zea mays* L.) (Poaceae); tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (Solanaceae), dentre outras, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie que apresenta elevada resistência a inseticidas (ALVI et al., 2012; DEGRANDE e OMOTO, 2013; CZEPAK et al., 2013a; EMBRAPA, 2013; CUNNINGHAM e ZALUCKI, 2014). Isso é devido ao uso indiscriminado dos agroquímicos para seu controle. A ampla utilização desses produtos, tornou-se uma grande preocupação ambiental, além dos efeitos causados aos organismos não-alvos, como os inimigos naturais (FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013).

As lagartas de *H. armigera* alimentam-se de folhas, frutos e caules das plantas, causando danos diretos e indiretos em mais de 200 espécies de plantas cultivadas e silvestres, pertencentes a diferentes famílias, incluindo Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae e Solanaceae (FITT, 1989; POGUE, 2004; ALI; CHOUDHURY, 2009). No Brasil, esta espécie já foi encontrada alimentando-se de algodão (*G. hirsutum* L.) (Malvaceae); soja (*Glycine max* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris*) (Fabaceae); milho (*Z. mays* L.), sorgo (*S. bicolor* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.) (Poaceae); tomate (*S. lycopersicum* L.) (Solanaceae); crotalaria e algumas plantas daninhas (ÁVILA et al., 2013).

Também é conhecida por sua facilidade de adaptação nas mais diversas regiões e climas, sendo responsável por grandes perdas econômicas, devido ao seu hábito polífago, mobilidade dos adultos, fecundidade elevada e diapausa facultativa, sendo essas as características fisiológicas mais importantes responsáveis por facilitar a sobrevivência dessa espécie (ZALUCKI et al., 1986; FITT, 1989; GUO, 1997; NIBOUCHE et al., 1998; GUOQING et al., 2001; SEKULIC et al., 2004; CHOUGULE et. al., 2005; RAJAPAKSE; WALTER, 2007).

Devido à importância da praga para a agricultura mundial e a utilização desordenada de agroquímicos para seu controle, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) visa diminuir o uso indiscriminado dos inseticidas e preservar o meio ambiente e a saúde humana. Essa ferramenta considera medidas que permitem manter a praga abaixo do nível de dano

econômico, considerando critérios ecológicos, sociais e econômicos (GALLO et al., 2002; NORRIS; CASWELL-CHEN; KOGAN, 2003).

Atualmente, o público consumidor está mais exigente em relação a aquisição de alimentos mais saudáveis, levando os agricultores a buscar medidas alternativas aos agrotóxicos (KARIM et al., 2000; GLARE; O'CALLAGHAN, 2000; BOBROWSKI et al., 2003; POLANCZYK; ALVES, 2003; BRAVO et al., 2011). O controle microbiano de insetos é considerado uma alternativa eficiente e segura, que pode ser utilizada para o controle de importantes pragas agrícolas (MOINO JÚNIOR, 2000). Entre os agentes de controle microbiano a bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) Berliner (Bacillales: Bacillaceae) e o baculovírus (vírus VPN HzSNPV) são os mais estudados e utilizados para o controle de diversas pragas. O baculovírus tem sido bastante utilizado no controle de pragas por ser específico e restrito a invertebrados, sendo considerado um agente seguro de controle biológico (CASTRO et al., 1999).

Alguns trabalhos foram desenvolvidos com esses agentes entomopatogênicos para o controle de *H. armigera*. Para bactéria, Kuss et al. (2016), avaliaram o controle dessa praga com inseticidas químicos e biológicos em soja, obtendo 40% de mortalidade para *B. thuringiensis* e 30% para baculovírus (vírus VPN HzSNPV). Agostini (2014) também avaliou a susceptibilidade de *H. armigera* a *B. thuringiensis* em duas populações com o produto Dipel[®] obtendo mortalidade de 58% e 37%.

Sendo assim, faz-se necessário o conhecimento da biologia dessa espécie nas diferentes espécies hospedeiras, para entender seu desempenho biológico e buscar métodos alternativos ao químico, sendo o controle microbiano uma alternativa ecológica e economicamente viável no combate dessa importante praga.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agricultura no Brasil

A agricultura sempre exerceu um papel de destaque na geração de riquezas no Brasil. O estabelecimento da agricultura como âncora do processo de estabilização dos preços causou uma série de problemas, principalmente para a agricultura familiar. Os principais problemas enfrentados foram o aumento forçado das escalas de produção, o acréscimo dos custos acima das receitas, a redução dos preços, a diminuição da renda agrícola e a queda da renda da população consumidora (NUNES, 2007).

Atualmente, a agricultura brasileira tem crescido de forma sustentável, fortemente ancorada por aumentos crescentes de produtividade. A produção brasileira de grãos quase triplicou em duas décadas, atingindo 188,7 milhões de toneladas em 2013. Na safra 2013/14, apesar das adversidades climáticas que atingiram importantes regiões agrícolas, o Brasil colheu aproximadamente 193,5 milhões de toneladas de grãos. A safra 2016/2017 deve chegar a 214,8 milhões de toneladas, um aumento de 28,4 milhões de toneladas em relação a safra 2015/2016, que alcançou 186,4 milhões de toneladas (CONAB, 2016).

Na região Nordeste, a agricultura praticada é bastante variada, no que diz respeito aos cultivos e ao nível de tecnologia empregada na produção. A cana-de-açúcar é o principal produto agrícola da região, produzido principalmente por Alagoas, seguido por Pernambuco e Paraíba. Destacam-se também os plantios de algodão nos estados do Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte; milho e tabaco na Bahia e soja na Bahia e Maranhão. Nos vales dos rios São Francisco (Bahia) e Açú (Rio Grande do Norte), existe o cultivo irrigado de frutas destinadas à exportação. No sertão, predomina a agricultura de subsistência, fortemente prejudicada pela estiagem. Devido ao ecossistema frágil, existem diversos fatores que limitam o desenvolvimento da agricultura no Nordeste brasileiro, sendo a principal limitação referente à questão ambiental. A maioria das atividades agrícolas se desenvolve com limitações de ordem edafo-climática (CASTRO, 2013).

Em Alagoas, no ano de 2016, a produção foi prejudicada pela seca que atingiu diversos municípios do estado afetando diretamente as lavouras da região, principalmente no segundo semestre. Em agosto, que é justamente o período de enchimento de grãos, alguns municípios ficaram em torno de 25 dias sem chuvas, prejudicando os cultivos de soja, milho e feijão. Em Arapiraca e municípios vizinhos, a perda foi de aproximadamente 80% na

produção. Devido à essa queda, os agricultores foram obrigados a subir os preços no mercado (SINC, 2016).

Além dos problemas com a estiagem, se não houver um planejamento adequado para o controle de pragas de várias culturas e uma fiscalização incessante no transporte de material vegetal, que pode introduzir novas espécies de pragas em regiões onde não se tinha relato, o quadro de otimismo em relação à produção pode mudar drasticamente, havendo grandes perdas para o produtor. Um cenário como este foi visto em 2013, no estado de Alagoas, com o aparecimento da praga *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae), que dizimou cultivos de feijão, levando ao desespero vários produtores.

2.2. Família Noctuidae

A ordem Lepidoptera é considerada a segunda maior em relação à diversidade, com aproximadamente 160.000 espécies, distribuídas em 47 superfamílias e 124 famílias (KRISTENSEN et al., 2007).

A família Noctuidae representa um dos principais grupos de mariposas devido à sua grande diversidade (HEPPNER, 1991). Seus representantes vivem em diferentes ambientes. Na fase imatura, alimentam-se de folhas, caule, frutos, sendo algumas consideradas pragas de extrema importância econômica por se alimentarem de plantas cultivadas. Por serem comuns, são popularmente conhecidas como lagarta rosca, do milho, do trigo, da soja, entre outros nomes (HOLLOWAY et al., 1992).

Essa família é composta por mariposas de hábito noturno, de corpo robusto e asas anteriores densamente escamosas. Como características morfológicas, apresentam antenas filiformes, espirotromba bem desenvolvida, porém em algumas espécies encontra-se reduzida ou abortada, e não possuem maxilas. O tórax é robusto, apresentando tufo de escamas. As asas anteriores são revestidas de escamas de várias cores, sendo geralmente escuras e formando desenhos. Não são largas e a nervura M_2 , na sua origem, é mais próxima da M_3 do que da M_1 . As asas posteriores são mais claras, mas podem apresentar áreas com cores bem vistosas. Possuem frênulo Sc afastada de Rs na base. Apresenta pernas com esporões tibiais e ápice dos tarsos distintos; abdômen com ápice excedendo o ângulo anal das asas posteriores quando abertas; na base apresenta órgão timpânico mais ou menos desenvolvido. As lagartas são eruciformes e apresentam coloração escura uniforme ou cores pouco vistosas. A maioria apresenta um número normal de pernas abdominais. Porém, algumas não possuem pernas nos segmentos três e quatro, ou são reduzidas no início do desenvolvimento. Isso as obriga a

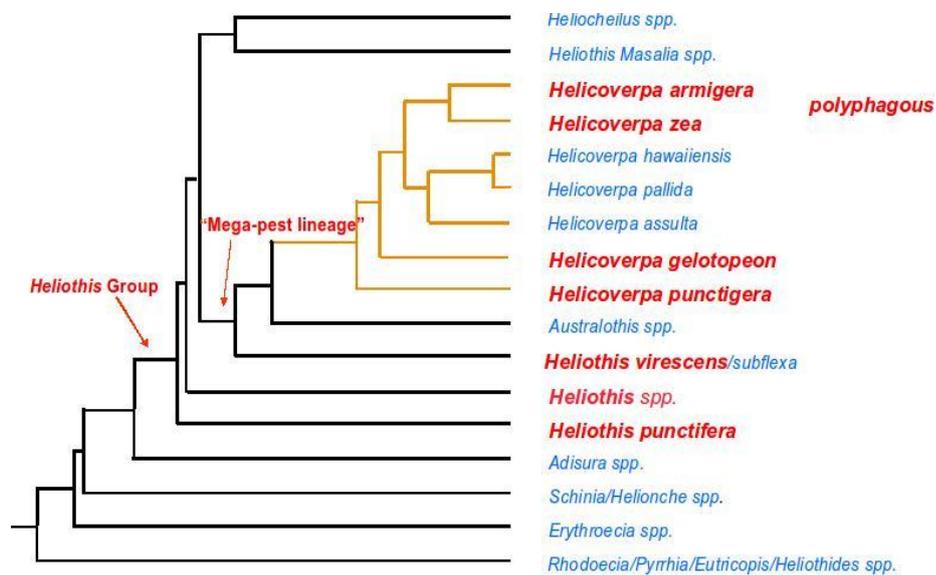
andar de maneira semelhante às lagartas mede-palmo. No Brasil, existem cerca de 7.090 espécies registradas de Noctuidae, distribuídas em 34 subfamílias (DUARTE et al., 2012).

2.2.1 Subfamília Heliiothinae

Uma das subfamílias de Noctuidae que mais causam danos às plantas cultivadas é Heliiothinae, com aproximadamente 365 espécies (MATTEWS, 1999), muitas das quais são extremamente polífagas.

A filogenia é uma ferramenta indispensável. Hardwick (1965) realizou uma série de estudos morfológicos para tentar compreender a sistemática dessa subfamília. Entretanto, sua simplificada morfologia, torna os caracteres informativos difíceis de serem encontrados (MITTER et al., 1993). Devido a isso, faz-se necessário recorrer à análise de genes. (Figura 1).

Figura 1 - Filogenia de Heliiothinae



Fonte: (CHO et al., 2008)

Essa subfamília teve sua taxonomia reconhecida formalmente por Boisduval, em 1928 (MATTEWS, 1991; 1999). Sua monofilia é suportada pela disposição transversal das cerdas L1 e L2 no protórax das lagartas e pela pele espinhosa (HARDWICK, 1970).

Dentre os gêneros de Heliothinae, os que causam grandes problemas para a agricultura são *Helicoverpa* (Hardwick, 1965) e *Heliothis* (LIU et al., 2004). As espécies mais importantes para o Brasil são *H. armigera*, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781), sendo consideradas por CHO et al. (2008) como “mega-pragas”.

O gênero *Helicoverpa* é formado por aproximadamente 18 espécies, sendo *H. armigera* a espécie com maior distribuição geográfica (ZALUCKI et al., 1986; GUO, 1997; CZEPAK et al., 2013a).

2.3 *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805)

A agricultura familiar no Brasil representa um setor de grande importância devido à geração de emprego e renda por meio da produção de alimentos para a venda ou consumo familiar. Entretanto, os agricultores vêm enfrentando diversos problemas relacionados às pragas (QUINTELA et al., 2007). Em Alagoas, os pequenos produtores têm sofrido sérios prejuízos devido ao ataque devastador de *H. armigera*.

É uma praga extremamente polífaga, o que pode ser verificado pelos muitos nomes populares pelos quais é conhecida ao redor do mundo (lagarta da maçã do algodão, lagarta do broto do tabaco, lagarta da espiga do milho, lagarta do tomate, lagarta das vagens, além de lagarta do velho mundo e outros) (CABI, 2016). A praga já foi registrada em mais de 200 espécies de plantas hospedeiras, causando danos em diversas culturas de importância econômica (CUNNINGHAM; ZALUCKI, 2014).

2.3.1 Sinonímias

Na nomenclatura científica, a sinonímia ocorre quando um mesmo e único táxon recebe duas denominações diferentes, propostas por dois pesquisadores, sendo a primeira considerada válida e, a segunda denominação perde sua validade devido a "Lei da Prioridade", sendo citada como um sinônimo do táxon válido (PAPAVERO, 1994).

A espécie *H. armigera* apresenta os seguintes sinônimos: *Bombyx obsoleta*, *Chloridea armigera*, *Chloridea obsoleta*, *Helicoverpa communi*, *Helicoverpa obsoleta*, *Heliothis armigera*, *Heliothis conferta*, *Heliothis fusca*, *Heliothis obsoleta*, *Heliothis pulverosa*, *Heliothis rama*, *Heliothis uniformis*, *Noctua armigera* e *Noctua barbara* (USDA, 2016).

2.3.2 Distribuição geográfica e importância econômica

É considerada uma das pragas agrícolas mais importantes no mundo, devido à sua ampla distribuição geográfica, e por ser extremamente polífaga, sendo registrada na Europa, Ásia, África, Oceania e América (BEHERE et al., 2013). Teve sua ocorrência relatada no continente americano, primeiramente no Brasil (CZEPAK et al., 2013a) e, posteriormente, no Paraguai (PARAGUAY, 2013) e na Argentina (MURÚA et al., 2014).

No Brasil, foi identificada em 2013, nos estados da Bahia (tiguera de soja), Goiás (soja) e Mato Grosso (algodão) (ÁVILA et al., 2013; CZEPAK et al., 2013a; SPECHT et al., 2013). No Sul do país, foi relatada sua ocorrência em soja e milho, espigas de trigo, siliques de canola (*Brassica napus* L.) (Brassicaceae) e cápsulas de linho. Seu relato também se estende a espécies de plantas espontâneas, como nabo (*Brassica rapa* L.) (Brassicaceae) e aveia-preta (*Avena strigosa*) (Poaceae) (GUEDES et al., 2013; ARNEMANN et al., 2014; SALVADORI; SUZANA, 2014).

Sua ocorrência já foi registrada em mais de 200 espécies de plantas hospedeiras entre cultivadas e silvestres, sendo a maioria pertencente a aproximadamente 67 famílias, incluindo Asteraceae, alface (*Lactuca sativa* L.); Fabaceae, feijão (*Phaseolus vulgaris* L.); soja (*Glycine max* L.); ervilha (*Pisum sativum* L.); Malvaceae, quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.); Poaceae, milho (*Zea mays*) e Solanaceae, tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (POGUE, 2004; SHARMA et al., 2005; ALI; CHOUDHURY, 2009).

Considerada um recurso para a sobrevivência de insetos fitófagos, a polifagia assume papel muito importante no que diz respeito ao desempenho biológico e à dinâmica populacional de pragas. Devido a isso, espécies polípagas podem ser pragas de uma ou mais culturas na mesma região, ou podem adotar a estratégia de se manter em baixa densidade em várias plantas hospedeiras, até encontrarem alimento suficiente para seu completo desenvolvimento (MOSCARDI et al., 2012).

As lagartas de *H. armigera* se alimentam de folhas e caules, tendo preferência pelos brotos, inflorescências, frutos e vagens (REED, 1965; WANG; LI, 1984), causando danos nas partes vegetativas e reprodutivas das plantas.

2.3.3 Aspectos biológicos e comportamentais

2.3.3.1 Características morfológicas

H. armigera é um inseto que possui metamorfose completa, com seu desenvolvimento biológico passando pelos estágios de ovo, lagarta, pré-pupa, pupa e adulto. Os ovos possuem coloração branco-amarelada, com aspecto brilhante logo após a fêmea fazer sua deposição no substrato. Próximos ao momento da eclosão adquirem coloração marrom-escura (Figura 2). Em relação às dimensões, apresentam comprimento e largura variando de 0,42 a 0,60 mm e de 0,40 a 0,55 mm, respectivamente. Possuem a porção apical lisa, tendo nervuras longitudinais no restante de sua superfície (Figura 2). Por possuírem hábito noturno, as fêmeas realizam a oviposição normalmente durante esse período e colocam seus ovos de forma isolada ou em pequenos grupos, na face adaxial das folhas ou sobre talos, flores, frutos e brotações (MENSAH, 1996). O período de incubação dos ovos é, em média, de 3,3 dias (ALI; CHOUDHURY, 2009).

Figura 2 - Ovos de *Helicoverpa armigera*.



Foto: Autora, 2017

Após a eclosão, as lagartas passam por seis ínstares para completar seu desenvolvimento. Nos primeiros ínstares, apresentam coloração variando de branco-amarelada a marrom-avermelhada, com cápsula cefálica entre marrom-escuro a preto, alimentam-se inicialmente das partes mais tenras das plantas, onde podem produzir um tipo de teia. À medida que as lagartas se desenvolvem, as mesmas começam a apresentar coloração variando do amarelo-palha ao verde, com listras marrons lateralmente no tórax,

abdome e na cabeça. O tipo de alimentação utilizado pela lagarta pode influenciar na sua coloração (ALI; CHOUDHURY, 2009) (Figura 3).

Figura 3 – Variação de cores em lagartas de *Helicoverpa armigera*



Foto: Jakeline Maria dos Santos, 2013

Para identificar a espécie na fase de lagarta, deve-se observar a cápsula cefálica que apresenta coloração parda com linhas laterais brancas e finas, além da presença de pelos. A partir do quarto ínstar, as lagartas apresentam tubérculos abdominais escuros e bem visíveis na região dorsal do primeiro segmento abdominal, os quais são dispostos de forma semelhante a uma sela, sendo esta uma característica determinante para a identificação nessa fase de desenvolvimento (MATTHEWS, 1999) (Figura 4). Outra característica importante é a textura do tegumento, que se apresenta com aspecto levemente coriáceo, o que a difere das demais espécies de Heliothinae que ocorrem no Brasil (CZEPAK et al., 2013a).

Figura 4 - Tubérculos abdominais dispostos em forma de sela

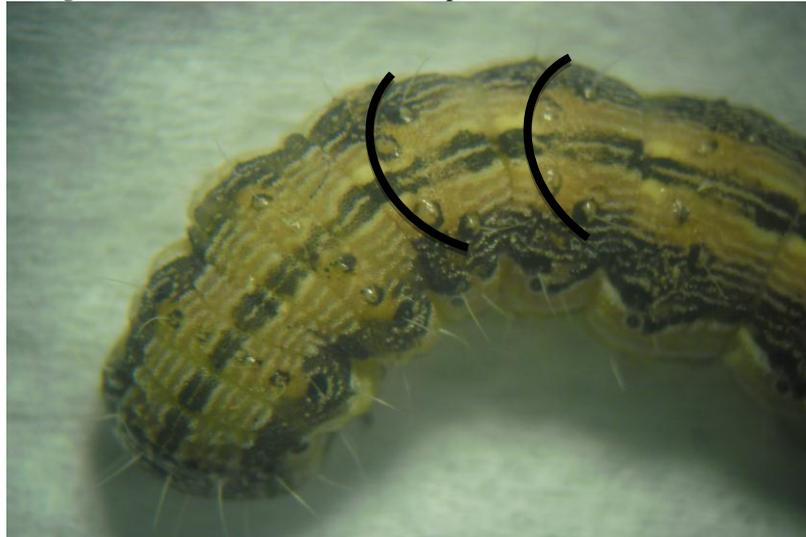


Foto: Jakeline Maria dos Santos, 2014

As lagartas dessa espécie, quando são perturbadas, apresentam o hábito de encurvar a cápsula cefálica em direção à região ventral do primeiro par de falsas pernas, provavelmente esse comportamento pode ser classificado como de defesa (CZEPAK et al., 2013a).

No final do último ínstar, a lagarta entra na fase de pré-pupa, onde cessa sua alimentação e se desloca para o solo à procura de condições ambientais adequadas para avançar à fase de pupa. Já no estágio de pupa, a mesma apresenta-se verde-clara no início, mas ao fim de 24 horas, o exoesqueleto esclerotiza-se completamente, adquirindo cor castanha (Figura 5). Nessa fase já é possível fazer a distinção do sexo por meio da observação da genitália externa (ARAÚJO, 1990).

Figura 5 - Pupas de *Helicoverpa armigera* após a formação: (A) Pupa recém-formada; (B) Pupas com 24 horas

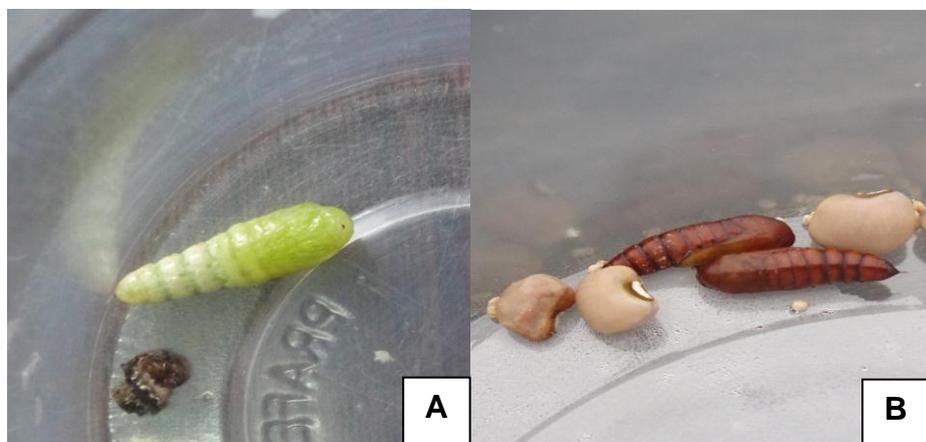


Foto: Autora; 2017

Nos adultos, pode-se observar uma linha com sete ou oito manchas sobre as margens das asas anteriores. Logo acima, observa-se também uma faixa marrom ampla, contendo na parte central uma marca em forma de vírgula. As asas posteriores apresentam-se mais claras, com extremidade contendo uma borda marrom-escura com uma mancha clara no centro. Para diferenciar o sexo analisando os adultos, observa-se a coloração do primeiro par de asas. Nos machos, a coloração é cinza-esverdeada e, nas fêmeas, pardo-alaranjada (EPPO, 1996) (Figura 6).

Figura 6 - Adultos de *Helicoverpa armigera*: (A) Fêmea; (B) Macho.

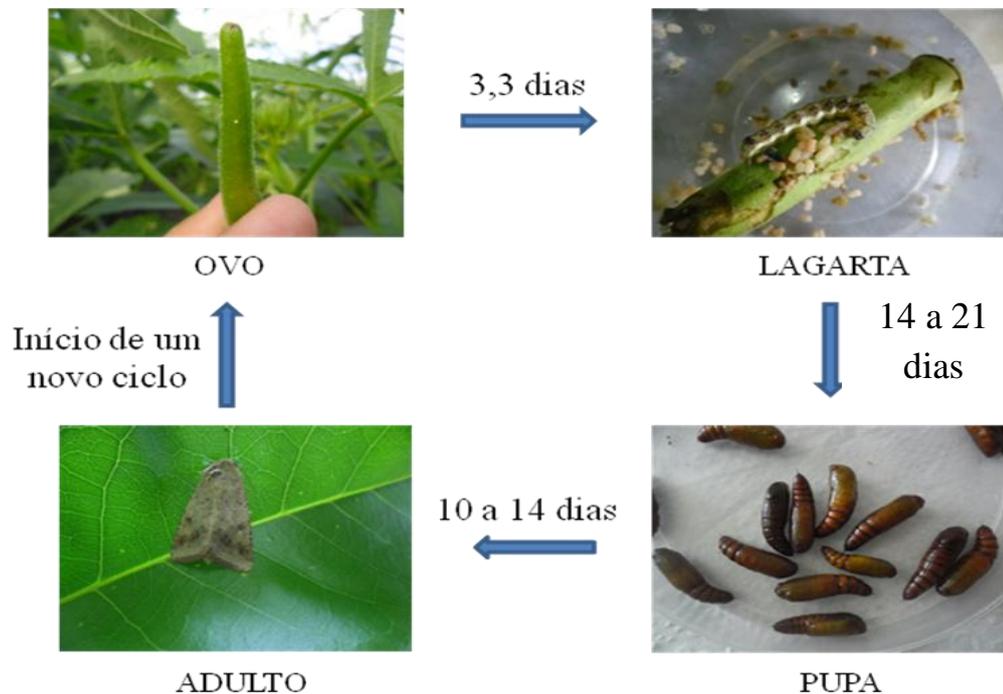


Foto: Czepak, 2013

2.3.3.2 Ciclo de vida de *H. armigera*

O ciclo de vida da espécie depende muito da temperatura. Em condições ótimas 25 a 27°C, a duração total do ciclo compreende de 35 a 40 dias (Figura 7), podendo apresentar três a quatro gerações, dependendo do ciclo da cultura (CZEPAK et al., 2013). Inicialmente, a fêmea pode chegar a ovipositar aproximadamente de 1.000 até 2.000 ovos sobre as plantas hospedeiras (NASERI et al., 2011)

Figura 7 - Ciclo biológico da *Helicoverpa armigera*.



Fotos: Jakeline Maria dos Santos, 2014

2.4 Primeiro registro de *Helicoverpa armigera* em Alagoas

Para atender a necessidade de um agricultor, no tocante à verificação específica de lagartas que vinham dizimando um plantio de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Fabaceae) no estado de Alagoas, e também verificar se o ataque abrangia culturas vizinhas, bem como a ocorrência de inimigos naturais no material coletado, em novembro de 2013, foi realizada uma visita técnica ao município de Limoeiro de Anadia - AL, Povoado Camadanta (09°47'18''S e 36°31'32,8''O). Na lavoura de dez hectares, todas as plantas estavam atacadas, mesmo após várias tentativas de controle realizadas pelo proprietário, com diversos agrotóxicos. Verificou-se também ataque da praga nas culturas de pimentão (*Capsicum annuum* L., Solanaceae), amendoim (*Arachis hypogaea* L., Fabaceae) e quiabo (*Albemoschus esculetus* L., Malvaceae) em plantios vizinhos ao de feijão.

Nessa visita, coletaram-se lagartas juntamente com folhas e vagens de feijão-de-corda, sendo posteriormente enviadas ao Laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, acondicionadas individualmente em recipientes plásticos transparentes e mantidas em condição ambiental. Os adultos de *H. armigera*

emergidos foram mortos, montados, fotografados e conservados em caixas entomológicas. Acondicionaram-se os parasitoides em álcool a 70%, sendo posteriormente enviados ao Prof. Dr. Silvio Shigueo Nihei, do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências, da Universidade de São Paulo.

Através de exames comparativos dos exemplares, verificou-se que a praga se tratava de *H. armigera*, com a confirmação da identidade taxonômica da espécie realizada pelo Prof. Dr. Sinval Silveira Neto (Museu de Entomologia da Esalq-USP). Concomitantemente, o material biológico foi encaminhado pelo Ministério de Agricultura ao Laboratório Agrônômica (Diagnóstico Fitossanitário e Consultoria, localizado em Porto Alegre, RS), sob número 0135/2014. A identificação foi baseada na genitália dos machos, em exame direto em estereomicroscópio e microscópio óptico.

2.5 Métodos de controle

2.5.1 – Controle comportamental

Esse método fundamenta-se em técnicas que alteram o comportamento dos insetos com o propósito de diminuir suas populações. No controle por comportamento os principais processos empregados são o uso de hormônios (endócrinos, neuro-hormônios e feromônios), sejam eles, atraentes e repelentes, destacando o uso de armadilhas com feromônio sexuais utilizadas no monitoramento de pragas (COSTA et al., 2008)

O monitoramento populacional de uma praga é uma ferramenta bastante importante, visto que é o ponto de partida para determinar sua época de ocorrência e picos populacionais, auxiliando na definição das épocas de maior ou menor probabilidade de infestações e danos econômicos (ALUJA, 1994).

O levantamento de insetos-praga pode ser realizado através da amostragem direta ou por meio de armadilhas. A amostragem direta consiste em inspecionar as plantas para estimativa da densidade populacional da praga na lavoura. Essa inspeção deve ser direcionada para estruturas como brotos novos, flores e outras estruturas reprodutivas onde a praga é encontrada mais frequentemente (EMBRAPA, 2013). O uso de armadilhas é o meio mais fácil e menos oneroso para monitorar a maioria das pragas. Para determinar o tipo de armadilha a ser utilizada, é necessário ter conhecimento da sua finalidade, mecanismo de funcionamento e atração, levando em consideração também o hábito do inseto alvo (NAKANO; LEITE, 2000).

Vale salientar que os dados do monitoramento devem ser correlacionados com os das condições climáticas da região para verificar se as mesmas oscilam de forma significativa ao longo dos anos a ponto de influenciar nos picos populacionais da praga.

Para a instalação das armadilhas de feromônio, deve-se ficar atento às recomendações do fabricante para sua utilização em cada cultura. Tomando-se como exemplo a cultura do milho, é recomendado instalar uma armadilha para cada cinco hectares, sendo necessário observar os procedimentos de instalação, frequência de inspeção e substituição das armadilhas no campo (EMBRAPA, 2013).

O monitoramento efetivo das formas imaturas e dos adultos de uma determinada praga é considerado o fator chave para indicar com êxito a estratégia de manejo adequada. Tendo conhecimento dessas informações, as decisões ou as táticas de controle serão definidas, podendo citar como exemplo, a necessidade ou não de aplicar o controle químico em um determinado momento, bem como a escolha do produto e sua respectiva dosagem, ou ainda, indicar o momento mais adequado para a liberação de parasitoides de ovos como *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), para uma maior eficiência do controle biológico. Os adultos podem ser monitorados utilizando-se armadilhas luminosas, como também armadilhas delta iscadas com o seu feromônio sexual. Nas armadilhas luminosas são coletados machos e fêmeas da praga, enquanto nas armadilhas com feromônio, são capturados apenas machos. Para *H. armigera*, o feromônio sexual também pode ser indicado como estratégia de controle dessa praga através da técnica de confundimento de machos. A aplicação do feromônio sexual em vários pontos da lavoura a qual se deseja proteger, e em doses elevadas, faz com que o macho fique desorientado enquanto faz sua busca para encontrar a fêmea para o acasalamento (CZEPAK et al., 2013).

Outra técnica, conhecida como “Push and Pull”, tem sido utilizada para o controle de *H. armigera*, principalmente em cultivos de algodão na Austrália. Esta se baseia na manipulação do comportamento da praga por meio de estímulos visuais e de compostos voláteis emitidos pela planta hospedeira com a finalidade de reduzir a oviposição e/ou alimentação do inseto. É um sistema construído de uma cultura principal, a qual se deseja proteger da ação da praga, e de uma cultura armadilha, onde a praga será atraída e, posteriormente, controlada (FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013).

2.5.2 Controle cultural

O controle cultural visa manipular o ambiente ou o solo onde está instalada a cultura, de maneira que estes se apresentem desfavoráveis para o desenvolvimento da praga e que facilite a ação dos inimigos naturais (FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013).

A espécie *H. armigera* é considerada de elevada capacidade reprodutiva e que apresenta uma ampla gama de hospedeiros. A presença de “pontos verdes” no período da entressafra de culturas de importância econômica como milho, soja e algodão, facilita a sobrevivência das lagartas, favorecendo as infestações em cultivos futuros.

2.5.3 Controle químico

O controle de *H. armigera* com inseticidas químicos tem sido utilizado nos ambientes em que a praga ocorre, por ser considerado muitas vezes uma alternativa de controle de ação rápida, confiável e econômica (BUILDING; ARHABHATA, 2007).

Comparada com as demais pragas, o principal diferencial da *H. armigera* é a capacidade de resistência aos produtos químicos utilizados para seu controle. A dosagem desses produtos, para uma ação mais efetiva, geralmente é bastante elevada, o que onera os custos, dificultando o controle. O uso indiscriminado desses produtos faz com que a praga adquira alto nível de resistência. Além disso, podem eliminar as populações de inimigos naturais presentes na região por não serem seletivos (FROZZA, 2013).

Em 2013, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) autorizou a aplicação de produtos químicos para controlar *H. armigera*. Essa autorização permitia produtos que tivessem como ingrediente ativo único a substância Benzoato de Emamectina, e que estivessem registrados em outros países (MAPA, Portaria 1059/2013).

Atualmente, os produtores estão aplicando no Brasil alguns inseticidas sintéticos como cipermetrina, lambda-cialotrina, deltametrina, profenofós, carbaril, endulfan, espinosade, sendo esses os mais utilizados (BABARYA et al., 2010; FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013). Alguns produtos foram registrados para o controle de *H. armigera* com os ingredientes ativos oxadiazina, metomil, midacloriprida, metoxifenoazida, clorfluazurom, clorpirifós e zeta-cipermetrina (AGROFIT, 2017).

2.5.4 Controle biológico

O início da utilização de micro-organismos para o controle biológico de pragas e insetos vetores ocorreu no século 19, com observações da ação do fungo *Beauveria bassiana* (Berliner, 1915) em *Bombyx mori* L., 1758 (Lepidoptera: Bombycidae). Isso impulsionou a utilização de fungos entomopatogênicos para o controle de diversas pragas, porém a produção em larga escala desses agentes de controle é bem recente (SCHRANK; VAINSTEIN, 2010).

Os principais organismos entomopatogênicos são fungos, bactérias, vírus e nematoides, podendo-se citar como exemplos de sucesso em utilização comercial o fungo *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff, 1879) Sorokin, 1883 para o controle das cigarrinhas das pastagens (Hemiptera: Cercopidae), *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Berliner, 1915) para lagartas desfolhadoras em culturas como o milho e algodão (MARTINS et al., 2008), nematoides para o controle de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) (ALMEIDA et al., 2007) e vírus da poliedrose nuclear (*Baculovirus anticarsia*) para o controle da lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Erebidae) (SZEWCZYK et al., 2006).

O controle de pragas utilizando organismos entomopatogênicos é uma prática bastante vantajosa, isso é devido a uma série de fatores, tais como a especificidade e a seletividade, elevada capacidade de multiplicação e dispersão no ambiente, as próximas gerações da praga podem sofrer alguma alteração com os efeitos secundários, ser empregado de forma conjunta com inseticidas seletivos, ausência ou redução da poluição no ambiente e toxicidade ao homem e outros organismos não-alvo (TANADA; KAYA, 1993; ALVES, 1998).

2.5.4.1 Inimigos naturais

Em países como Quênia, Índia, China e Austrália, onde *H. armigera* ocorre há vários anos tem sido bastante observada a diversidade de inimigos naturais, principalmente parasitoides e predadores (MURRAY et al., 1995).

Na Índia, já foram registradas mais de 60 espécies de predadores, sendo os pertencentes à família Chrysopidae (ordem Neuroptera) os mais importantes, devido à elevada capacidade de predação de *H. armigera* na fase larval (ROMEIS; SHANOWER, 1996).

Em relação aos parasitoides, os de ocorrência natural representam uma importante contribuição no controle de *H. armigera*. Van Den Berg et al. (1990) relataram na África 83 parasitoides identificados ao nível de espécie e 93 até gênero. Os mesmos autores afirmaram que, no continente africano, espécies da ordem Hymenoptera são os parasitoides larvais

observados com maior frequência, seguidos pelos pertencentes à ordem Diptera. Há também relatos de microhimenópteros parasitoides de ovos (VAN DEN BERG, 1993).

Na Austrália, diversos parasitoides foram relatados pelo Departamento de Pesca e Indústria Primária. Entre eles, espécies de *Trichogramma* e de *Telenomus* foram identificadas parasitando ovos de *H. armigera*. Esses gêneros já são bastante conhecidos no Brasil, parasitando ovos de *H. zea*, em milho (ASSUMPCÃO FILHO et al., 2002; FERNANDES et al., 2007). Além desses, a ocorrência de dípteros, especialmente os da família Tachinidae, também é relatada na Austrália, parasitando lagartas (VAN DEN BERG, 1993).

O mecanismo utilizado para atacar seus hospedeiros é bastante variado, podendo-se citar: oviposição próxima à fonte de alimentação da praga, onde logo após a eclosão, sua larva se fixa sobre o tegumento da praga; oviposição diretamente na cutícula da praga ou; oviposição na superfície da folha da planta hospedeira que será ingerida pela praga durante o processo de alimentação (SÁ; PARRA, 1994).

Fathipour e Sedaratian (2013) relataram 36 parasitoides, 23 predadores e nove patógenos associados às formas imaturas de *H. armigera*, sendo constatados níveis de controle biológico por estes inimigos naturais variando de 5% a 76%, dependendo da cultura e do estágio de desenvolvimento da praga.

2.5.4.2 Parasitoides

Insetos parasitoides são aqueles que durante uma fase de sua vida parasitam outros insetos para obtenção de alimento e abrigo, sem que ocorra estabelecimento de alguma relação permanente entre eles. Esses indivíduos agem se aderindo interna ou externamente a seus hospedeiros, ocasionando sua morte (MATTHEWS, 1974). Esses organismos também são importantes por serem considerados ótimos bioindicadores do grau de preservação dos ecossistemas terrestres. Seu amplo uso no controle biológico é devido ao fato de que são importantes inimigos naturais de pragas agrícolas e de insetos de interesse sanitário (PARRA et al., 2002).

Seus representantes pertencem as ordens Hymenoptera e Diptera, alguns com milímetros em tamanho. Existe uma estimativa de que aproximadamente 10% das espécies de insetos descritas sejam parasitoides (BORROR, 1992).

Os parasitoides são divididos em duas categorias, os idiobiontes, indivíduos que não permitem que seus hospedeiros se desenvolvam depois de parasitados. Utilizam como hospedeiros larvas de últimos instares, pré-pupas ou pupas principalmente das ordens

Lepidoptera, Diptera ou Coleoptera e, os cenobiontes, que são aqueles que permitem que seus hospedeiros sobrevivam até a pupação ou emergência do adulto. Os cenobiontes ainda são subdivididos em ectoparasitoides, vivem externamente e aderidos aos hospedeiros e os endoparasitoides que vivem interiormente alimentando-se dos tecidos internos (ANDRADE, 2007).

Diversos programas de controle biológico no mundo usam parasitoides como a principal ferramenta para controlar a população de uma determinada praga. O programa de controle biológico mais amplo e conhecido do mundo é oriundo do Brasil. Este consiste no uso das vespas *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) e *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) no controle da principal praga da cana-de-açúcar, *D. saccharalis* (VIEL et al., 2007).

Os parasitoides do gênero *Trichogramma* apresentam grande associação com ovos de espécies da subfamília Heliothinae, incluindo *H. armigera*. Esses parasitoides foram lançados com sucesso em programas de controle biológico de *Heliothis* e espécies de *Helicoverpa* em diversas culturas (AVILA et al., 2013).

Laurentis (2017) avaliando o parasitismo de *Trichogramma pretiosum* com 24 e 48 horas de exposição aos ovos de *H. armigera*, obteve 43% e 49,7% de parasitismo respectivamente. Ballal e Singh (2003) obtiveram parasitismo 76,7%, em condições de laboratório.

Dimaté (2016) avaliando o parasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em *H. armigera* e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae), obteve parasitismo de 85% e 95%.

Outros parasitoides tem mostrado grande eficiência no controle de *H. armigera*. No Brasil foi registrada a ocorrência natural de *Archytas marmoratus* Townsend, 1927 (Diptera: Tachinidae) em lagartas dessa praga (GUERRA et al., 2014).

2.5.4.3 Predadores

Insetos predadores são inimigos naturais que, para completar seu ciclo de vida, precisam consumir várias presas em pelo menos um dos estágios móveis, ou seja, imaturos ou adultos. São exemplos de insetos predadores as libélulas (Odonata), louva-deus (Mantodea), crisopídeos (Neuroptera), tesourinhas (Dermaptera) e algumas espécies de formigas (Hymenoptera) (PARRA et al., 2002).

Uma diferença bastante importante entre os predadores e os parasitoides é que os primeiros são menos específicos. Devido a isso, se a população de uma determinada praga diminuir significativamente, os predadores tendem a se alimentar de insetos não-alvo. Comparados aos parasitoides, os predadores apresentam as seguintes vantagens: elevada capacidade de predação, ou seja, cada indivíduo é capaz de consumir um grande número de presas; pouca exigência nutricional; são indivíduos mais abundantes encontrados nos agroecossistemas. O primeiro relato do sucesso do controle biológico de pragas envolvendo insetos predadores foi de larvas de joaninha *Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850) (Coleoptera: Coccinellidae) predando a cochonilha *Icerya purchasi* Maskell, 1878 (Hemiptera: Margarodidae) (GUERREIRO, 2004).

Para o controle de *H. armigera* já foi relatado a capacidade predatória de espécies de crisopídeos. Saminathan, Muralibaskaran e Mahadevan (1999) e Bansod e Sarode (2000) estudaram biologia e potencial de alimentação de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes hospedeiros, onde obteve um período de desenvolvimento de 22,7 dias.

Sattar, Abro e Syed (2011) estudando o efeito dos hospedeiros *Aphis gossypii* Glöver, 1877 (Hemiptera: Aphididae), *Phenacoccus solenopsis* Tinsley, 1898 (Hemiptera: Pseudococcidae), *H. armigera*, *Pectinophora gossypiella* Saunders, 1843 e *Sitotroga cerealella* Oliver, 1789 (Lepidoptera: Gelechiidae) sobre a biologia de *C. Carnea* em condições de laboratório, obtiveram período total de desenvolvimento larval de 8,50, 9,50, 12,37, 11,37 e 8,25 dias, respectivamente.

2.5.4.4 Bactérias

Atualmente, as bactérias são os micro-organismos mais utilizados em programas de controle biológico de insetos de importância agrícola e médico-veterinária no mundo. Esse sucesso deve-se principalmente à *B. thuringiensis*, cuja eficiência tem sido demonstrada para o controle de insetos de várias ordens e nematoides. As vantagens desse agente são diversas, tais como: produção massal em meios relativamente baratos, longa vida de prateleira, aplicação prática utilizando equipamentos convencionais, causa rápida morte etc. Como desvantagens, apresentam baixa persistência no campo, sua eficiência pode ser influenciada pelas condições climáticas, podem apresentar suscetibilidade à inibição da alimentação antes da ingestão da dose letal (POLANCZYK et al., 2008).

As bactérias que acometem os insetos podem ser divididas em esporulantes e não esporulantes. As bactérias não esporulantes são consideradas inadequadas, por serem patogênicas aos vertebrados, sensíveis à radiação ultravioleta e às variações climáticas e, por isso, não são utilizadas no controle biológico. As bactérias esporulantes apresentam elevado potencial no controle biológico, compreendendo os gêneros *Bacillus* e *Clostridium*. As bactérias presentes no gênero *Bacillus*, apresentam capacidade de produzir endósporos e liberar enzimas e toxinas causadoras da alta virulência nos hospedeiros (FALCON, 1971; FINKLER, 2012).

Entre os sintomas que os insetos infectados apresentam, podem-se citar perda de apetite, abandono do alimento, regurgitação, movimentação lenta, diarreia, tegumento sem brilho que, posteriormente apresenta-se fosco, após a penetração do patógeno na hemolinfa. As larvas se tornam flácidas e paralisadas, não respondendo a qualquer estímulo. A morte ocorre entre 18 e 72h após o inseto ter sido infectado, ficando este melanizado (KUMAR; SHARMA; MALIK, 1996).

É importante salientar, que existem bactérias do gênero *Clostridium* que são nocivas aos seres humanos, podendo destacar *Clostridium botulinum* (Van Ermengem, 1896), causadora do botulismo, uma doença causada por uma potente neurotoxina produzida por esse microrganismo. Seus esporos estão disseminados na natureza, presentes em solos de florestas e nos cultivados, no trato digestivo de mamíferos e peixes e em vísceras de caranguejos e outros crustáceos (ROWLANDS et al., 2010; BARBOZA et al., 2011).

Para o controle de *H. armigera*, a bactéria *B. thuringiensis*, tem sido objeto de vários estudos. Agostini (2014) avaliou a suscetibilidade de duas populações distintas de *H. armigera* aos produtos comerciais à base de Bt, Dipel[®] PM; Xentari[®] WG e Agree[®] WG, obtendo mortalidade elevada, variando entre 80% e 88%.

2.5.4.5 Vírus

Os vírus são macromoléculas que têm sido largamente empregadas no mundo para o controle de insetos-praga. A principal vantagem desses agentes é a alta especificidade, permitindo segurança no manuseio e na aplicação e redução dos efeitos no meio ambiente (MELO; AZEVEDO, 1998).

O Brasil possuía um amplo programa de controle biológico com vírus entomopatogênicos. Este consistia na utilização de *B. anticarsia* (AgMNPV) para o controle da lagarta-da-soja *A. gemmatilis*. A estimativa era de que mais de um milhão de hectares de

soja no Brasil fossem protegidos com esse bioinseticida, reduzindo os custos em quase 70% em relação ao uso de inseticidas químicos. Os vírus Nucleopolivírus e Granulovírus são utilizados no Brasil no controle de lagartas associadas às culturas da soja, milho, mandioca, batata, frutíferas e hortaliças, beneficiando o produtor, o ambiente e o consumidor final. O Nucleopolyhedrovirus (NPV), também conhecido como “Vírus da Poliedrose Nuclear”, é considerado um importante agente para o uso no controle biológico de pragas. Os sintomas apresentados pelos insetos infectados são: perda de apetite, geotropismo negativo, clareamento da epiderme, que adquire coloração esbranquiçada ou amarelada. Após a morte, a cutícula do inseto se melaniza (SOSA-GÓMEZ, 2008).

O uso de vírus no controle de pragas apresenta diversas vantagens como: contribui para a preservação do meio ambiente; não requer técnicas onerosas para multiplicação, podendo ser produzido pelo próprio agricultor; oferece segurança aos animais, plantas e insetos não-alvo e; pode ser aplicado com equipamentos convencionais. Porém, como todo método, apresenta algumas desvantagens, tais como: ação lenta quando comparada aos inseticidas químicos e; sucessivas aplicações ao longo dos anos podem favorecer a mudança no genoma do vírus (MELO; AZEVEDO, 1998).

Costa (2015) avaliou a susceptibilidade de *H. armigera* aos isolados de baculovírus HearNPV-BR1, HearNPV-BR2, HearNPV-BR3, SfNPV- BR4 e o produto comercial Gemstar[®], obtendo resultado bastante satisfatório, visto que todos os isolados do vírus foram capazes de provocar infecção e causar morte em lagartas de terceiro instar em dez dias de observação.

2.5.4.6 Fungos

Fungos entomopatogênicos são considerados os micro-organismos que mais comumente causam epizootias entre os insetos, tanto em ecossistemas naturais como nos agrícolas. Seus esporos aderem e penetram pelo tegumento do inseto, não precisando ser ingeridos para causar sua morte (ALVES; LOPES, 2008).

O processo de infecção do hospedeiro se inicia com a colonização, onde os esporos do fungo se aderem à cutícula do inseto. Em seguida ocorre a germinação desses esporos, formando uma estrutura de penetração constituída pelo grampo de penetração e o apressório. Nesse momento, lipases e proteinases são produzidas pelo apressório que, juntamente com o grampo de penetração, rompem a cutícula e colonizam o hospedeiro. Com a morte do inseto e o esgotamento das reservas, ocorre a emissão das hifas do fungo pelas articulações e outras

aberturas naturais do inseto e, posteriormente, ocorre a esporulação, dando início a outro ciclo de infecção (ALVES, 1998).

Os isolados de espécies como *B. bassiana* e *M. anisopliae* são os mais estudados e empregados em programas de controle biológico. No Brasil, estima-se que as cigarrinhas-das-pastagens, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) e *Mahanarva posticata* (Stal, 1855) (Hemiptera: Cercopidae) causam perdas na produção que ultrapassam 11%. Pesquisas realizadas mostram que o fungo *M. anisopliae* possibilita redução de quase 90% dos indivíduos. No estado de São Paulo, o tratamento dos canaviais com essa espécie causa uma redução bastante significativa no custo de controle, comparado ao uso de inseticidas químicos. Outra constatação importante foi que o fungo também coloniza *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Crambidae), a principal praga da cana-de-açúcar (ALVES et al., 2008). Os fungos também podem ser utilizados de forma eficiente no controle de outros insetos como besouros (Coleoptera) e cupins subterrâneos (Isoptera).

Para *H. armigera* foi verificada a eficácia do fungo *Nomuraea rileyi* (Farlow) em culturas de soja e algodão (TANG; HOU, 2001; HEGDE et al., 2004; RAMEGOWDA, 2005). Agostini (2014) também verificou a eficiência dos fungos *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *N. rileyi* no controle de *H. armigera*, através dos produtos comerciais Boveril[®] PM e Metarril[®] PM para os dois primeiros e, para o *N. rileyi*, foi utilizado isolado de cadáveres da praga. Nesse trabalho, obteve-se mortalidade de 56%, 39% e 34% para os respectivos fungos entomopatogênicos.

2.5.4.7 Nematoides

O Filo Nematoda é considerado um grupo numeroso e bastante diversificado, apresentando características morfológicas comuns, como o corpo alongado e cilíndrico e presença de um pseudoceloma (WOOD, 1988).

Existem espécies de nematoides nocivas a artrópodes, que têm sido exploradas comercialmente para o controle biológico de insetos-praga. Nematoides associados a insetos estão distribuídos em diferentes famílias, sendo Mermithidae, Sphaerulariidae, Steinernematidae e Heterorhabditidae, consideradas de maior importância no que diz respeito à exploração econômica para controle de pragas (POPIEL; HOMINICK, 1992).

Os nematoides entomopatogênicos pertencentes às famílias Steinernematidae e Heterorhabditidae são patógenos de insetos que habitam naturalmente o solo (KAYA; GAUGLER, 1993). Os steinernematídeos possuem simbiose com bactérias do gênero

Xenorhabdus e os *Heterorhabditis* estão associados a bactérias do gênero *Photorhabdus*. Essa associação tem a finalidade de produzir toxinas que matam os insetos infectados e também preservam os cadáveres, impedindo de serem consumidos por outros organismos presentes no solo, tornando-os bastante eficientes no controle de diversas pragas (TÓTH, 2006).

Alguns trabalhos já foram realizados utilizando nematoides entomopatogênicos para o controle de *H. armigera*. Machado et al. (2015) realizaram uma seleção de nematoides visando o controle de pupas dessa praga, onde foram testadas quatro populações do gênero *Heterorhabditis* e uma população de *Steinernema carpocapsae* (All Strain) na concentração de 200 JI/mL, obtendo mortalidade variando entre 25 e 35% das pupas para as populações do gênero *Heterorhabditis*.

2.6 Controle Legislativo

Uma das técnicas indicadas como controle legislativo é o vazio sanitário, que consiste de um planejamento na entressafra de um período sem a presença de plantas hospedeiras dessa praga. Essa técnica é realizada nos meses que apresentem menor incidência de cultivos de uma determinada região. Na região nordeste, é indicado programar o vazio sanitário nos meses de agosto a outubro (AVILA et al., 2013).

Em 2015, técnicos da Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária de Alagoas (ADEAL) decidiram instituir um período de três meses de “vazio sanitário”, com o objetivo de combater o surto de *H. armigera*. Durante os meses de janeiro a março, os agricultores alagoanos foram impedidos de plantar algodão, feijão, milho, soja e sorgo (milho-zaburro). Segundo a ADEAL, o produtor que não respeitasse o vazio sanitário, estaria sujeito à multa de 51 a 500 UPFAL (Unidade Padrão Fiscal do Estado de Alagoas, que corresponde a R\$ 21), podendo sofrer alteração dependendo da gravidade do caso (AGROLINK, 2014).

Diante do exposto em relação à situação da praga no Brasil, o controle de *H. armigera* é de fundamental importância, onde se faz necessária a utilização em conjunto das várias técnicas que atuarão de forma mais eficiente, minimizando assim os prejuízos, preservando o meio ambiente, a saúde humana e de outros animais. Sendo assim, torna-se importante que o Manejo Integrado de Pragas (MIP) seja acionado para o seu controle (EMBRAPA, 2013).

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, L. T. **Suscetibilidade de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) a entomopatógenos**. 2014. 87p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014.
- AGROFIT. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 15 jan. 2017.
- ALI, A.; CHOUDHURY, R. A. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**, Cameroon, Kef, v. 4, n. 1, p. 99-106, 2009.
- ALMEIDA, J.E.M. et al. Pathogenicity of the Entomopathogenic Fungi and Nematode on Medfly *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **BioAssay**, Piracicaba, v. 2, n° 7, p. 1-7, 2007.
- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 39, p. 155-178, 1994.
- ALVES, S. B. Patologia e controle microbiano: vantagens e desvantagens. In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, p. 21-38, 1998.
- ALVES, S.B.; LOPES, R.B. **Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios**. Piracicaba: FEALQ, 414 p. 2008.
- ALVI, A.H.K. et al. Field evolved resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to *Bacillus thuringiensis* toxin Cry1Ac in Pakistan. **PLoSOne**, San Francisco, v.7, p. 1-9, 2012.
- ANDRADE, R. Hexapoda: a vida secreta dos parasitoides. 2007. Disponível em: <http://hexapoda.blogspot.com/2007/05/vida-secreta-dos-parasitoides.html>. Acesso em: dez. 2016.
- ARAÚJO, A. C. **Luta biológica contra *Heliothis armigera* no ecossistema agrícola “tomate de industria”**. 1990 Dissertação para o Grau de Doutor em Entomologia, Universidade de Évora, Évora, 1990.
- ARNEMANN, J. A. et al. Até no inverno. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 182, p. 26-28, 2014.
- ASSUMPCÃO FILHO, M.M. et al. Chlorpyrifos spraying of no-tillage corn during tasselling and its effect on damage by *Helicoverpa zea* (Lep., Noctuidae) and on its natural enemies. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 126, n. 7-8, p. 422–430, 2002.
- ÁVILA, J. C.; VIVIAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. **Circular Técnica**. 2013. Disponível em: [http://cnpsa.embrapa.br/caravana/pdfs/final_Circular_Tecnica_23_CPAO\(1\).pdf](http://cnpsa.embrapa.br/caravana/pdfs/final_Circular_Tecnica_23_CPAO(1).pdf). Acesso em: 27 dez., 2016.

- BABARIYA, P. M. et al. Chemical control of gram pod bore *Helicoverpa armigera* Hübner infesting pigeon pea. **Legume Research**, Karnal, v. 33, n. 3, p. 224-226, 2010.
- BALLAL, C. R.; SINGH, S. P. The effectiveness of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma brasiliense* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) as parasitoids of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on Sunflower (*Helianthus annuus*) and Redgram (*Cajanus cajan*). **Journal of Bio-Science and Bio-Technology**. South Korea, v.13, p.231-240, 2003.
- BANSOD, R.S. AND SARODE, S.V. Influence of different prey species on biology of *Chrysoperla carnea* (Stephens). *Shashpa*, v. 7, p. 21-24, 2000.
- BARBOZA, M. M. de. O.; SANTOS, N. F. dos; SOUSA, O. V. de. Surto familiar de botulismo no Estado do Ceará: relato de caso. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Ceará, v. 44, n. 3, p. 400-402, maio/jun. 2011.
- BEHERE, G. T. et al. Population genetic structure of the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) in India as inferred from EPICPCR DNA Markers. **Plos One**, San Francisco, v. 8, n. 1, p. 53448, 2013.
- BOBROWSKI, V. L. et al. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 843-850, 2003.
- BORROR, D.J.; TRIPLEHORN, C.A.; JOHNSON, N.F. An introduction to the study of insects. 6 a ed. New York: **Saunders College Publishing**, 1992. 875p.
- BRAVO, A. et al. *Bacillus thuringiensis*: A story of a successful bioinsecticide. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 41, p. 423-31. 2011.
- 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.
- CABI 2016. *Helicoverpa armigera* (cotton bollworm). **Invasive Species Compendium**. Disponível em <<http://www.cabi.org/isc/datasheet/26757>>. Acesso em 03 jan. 2017.
- CASTRO, C. N. A agricultura no nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, p. 77-89, 2013.
- CASTRO, B. M.; SOUZA, L. M.; SIHLER, W. **Biologia molecular de baculovírus e seu uso no controle biológico de pragas no Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34 p.10, 1999.
- CHOUGULE, N.P. et al. Gene expression patterns of *Helicoverpa armigera* gut proteases. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 35, 355-367. 2005.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da safra brasileira. 2016. Disponível em: <http://www.conab.com.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_11_10_09_06_boletim_graos_novembro_2015.pdf>. Acesso em: 15 out. 2016.

COSTA, V. H. D. **Testes genéticos e biológicos de baculovírus coletados em *Helicoverpa armigera* (HÜBNER) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil**. 2015. 40p. (Dissertação – Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2015.

CZEPAK, C. et al. 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. et al. Praga da vez. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 176, p. 4-11, 2013b.

CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P. Understanding Heliiothine (Lepidoptera: Heliiothinae) pests: what is a host plant? **Journal of Economic Entomology**, Lanham v.107, n. 3, p. 881–896, 2014.

DEGRANDE, P.E.; OMOTO, C. Pragas: Estancar prejuízos. **Cultivar** v. 167, p. 30-34, 2013.

DIMATÉ, F. A. R. ***Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) para o manejo de *Helicoverpa armigera*, *Helicoverpa zea* e *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae)** 2016. 60f. Tese (Doutorado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, 2016.

DUARTE, M. et al. Lepidoptera. In: RAFAEL, J.A. et al. (Eds.) **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos, 810p. 2012.

EMBRAPA. **Ações emergenciais propostas pela Embrapa para o manejo integrado de *Helicoverpa* spp. em áreas agrícolas**. 19 p. 2013. Disponível em: <<http://embrapa.br/ALERTA-HELICOVERPA>>. Acesso em: 04 jan. 2016.

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

FALCON, L.A. Use of bacteria for microbial control. In: Burges, H.D. & Hussey, N.W. (Eds.) **Microbial Control of Insects and Mites**. New York. Academic Press. 861p. 1971.

FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems. In: ELSHEMY, H. A. (Ed.). **Soybean - pest resistance**. Cairo: InTeOpP, 2013. p. 231-280.

FERNANDES, O.A. et al. Shortterm assessment of Bt maize on non-target arthropods in Brazil. **Scientia Agricola**, v. 64 n. 3, p. 249-255, 2007.

FINKLER, C.L.L. Controle de Insetos: Uma breve revisão. **Ciência Agronômica**, Ceará, v. 8, p. 169-189, 2012.

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

FROZZA, A. 2013. *Helicoverpa armigera*: conheça a lagarta e veja ações de manejo para combatê-la. Disponível em: <http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/helicoverpa-armigera-conheca-lagarta-veja-acoes-manejo-para-combate-la-26928>>. Acesso em: 27 jan. 2017.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 12, de 18 de abril de 2013**. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPort alMapa&chave=731652632013>. Acesso em 10 fev. 2017.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. 2 a ed. São Paulo: Editora FEALQ, 920p. 2002.

GUEDES, J. V. C. et al. Manejar ou perder. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 176, p. 12-16, 2013.

GUERRA, W. D. et al. Molecular identification of a parasitic fly (Diptera: Tachinidae) from the introduced *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Entomology, Ornithology & Herpetology**, Los Angeles, v. 3, p. 1-4, 2014.

GUERREIRO, J.C. A importância das joaninhas no controle biológico de pragas no Brasil e no mundo. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, São Paulo, n.5, p.1-4, 2004.

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**, China, v.40, n.1, p.1-6, 1997.

GUOQING, L. et al. Natural oviposition deterrent chemicals in female cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner). **Journal of Insect Pathology**, New York v. 47, p. 951-956, 2001.

HARDWICK, D. F. A generic revision of the North American Heliiothidinae (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, Ottawa, v. 73, p. 1-59, 1970.

HEGDE, R. et al. Ecological manipulation in rainfed cotton ecosystem to enhance the efficacy of *Nomurea rileyi* (Farlow) Samson. **Proceedings of International symposium on "Strategies for Sustainable Cotton Production Global Vision**, v. 3, p. 230-232, 2004.

HEPPNER, J.B. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. *Tropical Lepidoptera*, Gainesville, 2 (supl.) p. 1-85, 1991.

HOLLOWAY, J. D.; BRADLEY, J. D.; CARTER, D. J. **II E Guides to Insects of Importance to Man. 1. Lepidoptera**. London, The Natural History Museum, 263 p. 1992.

- KARIM, S. Management of *Helicoverpa armigera*: a review and prospectus for Pakistan. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 3, n. 8, p.1213- 1222, 2000.
- KAYA, H. K.; GAUGLER, R. Entomopathogenic nematodes. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 38, p. 181-206, 1993.
- KRISTENSEN, N. P.; SCOBLE, M. J.; KARSHOLT, O. Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. **Zootaxa** **1668**, p. 699-747, 2007.
- KUSS, C. C. et al. Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 527-536, 2016.
- KUMAR, P.A., SHARMA, R.P. & MALIK, V.S. The insecticidal proteins of *Bacillus thuringiensis*. **Advances in Applied Microbiology**, Louisiana, v. 42, p. 1–43. 1996.
- LAURENTIS, V. L. *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae): **táticas para o manejo integrado** 2017. 120f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017.
- LIU, Z. D. et al. Effects of parental exposure to high temperature on offspring performance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae): adaptive significance of the summer diapause. **Applied Entomology and Zoology**, Osaka, v. 39, n. 3, p. 373-379, 2004.
- MACHADO, F. A. O. et al. Seleção de nematoides entomopatogênicos visando o controle de pupas de *Helicoverpa armigera* In: Simpósio de Controle Biológico 14. 2015, Teresópolis. [Resumos...]. Londrina: Sociedade Entomológica do Brasil, 2015.
- MARTINS, E.S. et al. Recombinant CryIIa protein is highly toxic to cotton boll weevil (*Anthonomus grandis* Boheman) and fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). **Journal of Applied Microbiology, United Kingdom** v. 104, p. 1363–1371. 2008.
- MATTHEWS, M. Heliothine moths of Australia: a guide to pest bollworms and related noctuid groups. **Tropical Lepidoptera**, Melbourne, v. 10, n. 2, p. 50, 1999.
- MATTHEWS, R.W. Biology of Braconidae. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.19, p. 15-32, 1974.
- MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. **Controle Biológico**. Jaguariúna, SP: EMBRAPA, v.1, 262p. 1998.
- MENSAH, R. K. Supression of *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition by use of the natural enemy food supplement Envirofeast. **Australian Journal of Entomology**, Australian, v. 35, n. 4, p. 323-329, 1996.
- MITTER, C.; POOLE, R.W.; MATTHEWS, M. Biosystematics of the Heliothinae (Lepidoptera: Noctuidae). **Annual Review Entomology** Palo Alto, EUA, v. 38, p. 207- 25. 1993.

MOINO JÚNIOR, A. Produção de fungos, vírus e bactérias entomopatogênicas. In: BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, p. 186-193, 2000.

MOSCARDI, F. et al. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Eds). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília - DF: Embrapa, p. 213-334, 2012.

MURRAY, D. A. H. et al. Interactions between nuclear polyhedrosis virus and three larval parasitoids of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Australian Journal of Entomology**, Australian, v. 34, n. 4, p. 319–322, 1995.

MURÚA, M. G. et al. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 97, n. 2, p. 854-856, 2014.

NAKANO, O.; LEITE, C.A. **Armadilhas para insetos: pragas agrícolas e domésticas**. Piracicaba: FEALQ, 76p. 2000

NASERI, B. et al. Comparative reproductive performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on thirteen soybean varieties. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Paris, v. 13, p. 17-26, 2011.

NIBOUCHE, et al. Allozyme polymorphisms in the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): comparison of African and European populations. **Heredity**, Edinburgh, v. 80, p. 438–445, 1998.

NORRIS, R. F.; CASWELL-CHEN, E. P.; KOGAN, M. **Concepts in integrated pest management**, Prentice Hall, New Jersey, 2003.

NUNES, S. P. O crédito rural do PRONAF e os recentes instrumentos de política agrícola para a agricultura familiar. Departamento de Estudos Sócio-Econômico Rural. **Boletim Eletrônico**, n. 156, fev. 2007. Disponível em: <<http://www.deser.org.br/documentos/imagem/Pronaf.pdf>> Acesso em 05. dez. 2016.

PAPAVERO N. **Fundamentos Práticos de Taxonomia Zoológica**. Editora da Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2ª ed. 285p. 1994.

PARAGUAY. Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal (Senave). Paraguay: Asunción. 2013. Disponível em: <http://www.abc.com.py/edicion-imprensa/economia/senave-en-alerta-tras-ingresso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html> Acesso em: 29 nov. 2016.

PARRA, J.R.P. et al. **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. São Paulo: Editora Manole, 626p. 2002.

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**, Lanham, v. 97, p. 1222–1226, 2004.

POLANCZYK, R.A.; ALVES, S.B. *Bacillus thuringiensis*: Uma breve revisão. **Agrociencia**, Uruguay, v.7, n.2, p.1-10, 2003.

POLANCZYK, R.A.; VALLICENTE, F.H.; BARRETO, M.R. Utilização de *Bacillus thuringiensis* no controle de pragas agrícolas na América do Sul. In: ALVES, S.B.; LOPES, R.B. **Controle Microbiano de Pragas na América Latina: Avanços e Desafios**. São Paulo: Editora FAELQ, 2008. p.111-136.

POPIEL, I; HOMINICK, W. M. Nematodes as biological control agents: part II. **Advances in Parasitology**, Bethesda, v. 31, p. 381-431, 1992.

QUINTELA, E. D. et al. **Desafios do manejo integrado de pragas de soja em grandes propriedades do Brasil Central**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 149), 6 p. 2007.

RAJAPAKSE, C. N. K.; G. H. WALTER. Polyphagy and primary host plants: oviposition preference versus larval performance in the lepidopteran pest *Helicoverpa armigera*. **Arthropod-Plant Interaction**, New York, v. 1, p. 17–26, 2007.

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

ROWLANDS, R. E. G. et al. Botulism in Brazil, 2000-2008: epidemiology, clinical findings and laboratorial diagnosis. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**, São Paulo, v. 52, n. 4, p. 183-6, jul./ago. 2010.

ROMEIS, J.; SHANOWER, T. G. Arthropod natural enemies of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in India. **Biocontrol Science and Technology**, Japan, v. 6, n. 4, p. 481-508, 1996.

SÁ, L.A.N.; PARRA, J.R.P. Biology and parasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae) on *Ephestia kuenhniella* (Zeller) (Lep., Pyralidae) and *Heliothis zea* (Boddie) (Lep., Noctuidae) egg. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.118, n.1, p.38-43, 1994.

SALVADORI, J. R.; SUZANA, C. S. Saldo da *Helicoverpa*. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 187, p. 26-28, 2014.

SAMINATHAN, V.S.; MURALIBASKARAN, R.K; MAHADEVAN, N.R. Biology and predatory potential of green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera: Chrysopidae) on different insect hosts. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, Indian, v. 69, p. 502-505. 1999.

SATTAR, M.; ABRO, G. H.; SYED, T. S. Effect of different hosts on biology of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) in Laboratory Conditions. **Pakistan Journal of Zoology**, Pakistan, v. 43, n.6, p. 1049-1054, 2011.

SCHRANK, A.; VAINSTEIN, M. H. *Metarhizium anisopliae* enzymes and toxins. **Toxicon**, Highlights in Toxinology: Biodiversity in Toxins - Tools for Biological Research and Drug Development. v. 56, n. 7, p. 1267–1274, 2010.

SHARMA, H. C. et al. Detached leaf assay to screen for host plant resistance to *Helicoverpa armigera*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 98, n. 2, p. 568-576, 2005.

SEKULIC, R. et al. **Incidence and damage of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hbn.) in Vojvodina Province in 2003** Biljni Lekar Plant Doctor, 32, p. 113–124, 2004.

SINC. Superintendência de Produção da Informação e do Conhecimento. Desempenho da agropecuária alagoana no quarto trimestre de 2015. **Nota técnica**, n. 12, 2016. Disponível em: <<http://dados.al.gov.br>>. Acesso em: 28 nov. 2016.

SOSA-GÓMEZ, D.R. et al. Produção e uso de vírus para o controle de pragas na América Latina. In: ALVES, S.B.; LOPES, R.B. **Controle Microbiano de Pragas na América Latina: Avanços e Desafios**. São Paulo: Editora FAELQ, p.49-68, 2008.

SPECHT, A. et al. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 6, p. 689-692, 2013.

SZEWCZYK, B. et al. Baculoviruses-re-emerging biopesticides. **Biotechnology Advances**, Oxford, v. 24, n. 2, p. 143-160, 2006.

TANADA, Y.; KAYA, H.K. **Insect pathology**. New York: Academic, 666p. 1993.

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

TÓTH, T. Collection of entomopathogenic nematodes for the biological control of insect pests. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**. Poland, v. 14, n. 3, p. 225- 230, 2006.

USDA 2016. Animal and Plant Health Inspection Service. Old World bollworm. Disponível em <https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/owb/downloads/owb-factsheet.pdf>. Acesso em 03 jan. 2017.

VAN DEN BERG, H. **Natural control of *Helicoverpa armigera* in smallholder crops in East Africa**. Thesis (PhD) - Wageningen University, Wageningen, Netherlands, 233 p. 1993.

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**, London, v. 30, n. 3, p. 604-653, 1993.

VIEL, S.R.; ALMEIDA, L.C.; CARVALHO, J.S. Histórico do controle biológico da *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lep.: Crambidae) utilizando *Cotesia flavipes* (Cam., 1891) (Hym.: Braconidae), na Louis Dreyfus commodities bioenergia s.a, Jaboticabal, SP. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG. **Anais...** p. 1-2.

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, v.1-2, n.1, p.13-25, 1984.

WOOD, W.B. The Nematode *Caenorhabditis elegans*. Cold Spring Harbor, **Cold Spring Harbor Laboratory Press**, New York. 678p. 1988.

ZALUCKI, M.P. et al. The biology and ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? **Australian Journal of Zoology**, Australian, v.34, n.6, p.779-814, 1986.

3. MONITORAMENTO E DENSIDADE POPULACIONAL DE *Helicoverpa armigera* (HUBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NO ESTADO DE ALAGOAS

RESUMO

Considerada uma praga com ampla distribuição geográfica, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie que vêm acarretando sérios prejuízos para os produtores. Isso se deve ao seu alto potencial reprodutivo, causando sérias injúrias tanto na fase vegetativa quanto na reprodutiva em culturas de importância econômica. Em Alagoas, foi identificada em 2013 dizimando um plantio de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L.) Walp. (Fabaceae). Este trabalho teve como objetivo avaliar a ocorrência e densidade de *H. armigera* no estado de Alagoas. Para o monitoramento, foram instaladas armadilhas adesivas tipo delta, contendo o feromônio sexual sintético de *H. armigera*, Iscalure armigera, durante os meses de julho de 2013 a agosto de 2014, em 32 pontos de coleta. Os pisos adesivos foram substituídos a cada 15 dias e encaminhados para o laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Alagoas para identificação e contagem dos indivíduos. Para o grau de infestação, foi utilizada uma escala de pontuação, onde mais de três indivíduos indicou alta infestação; 0,5 a 3,0, infestação moderada e inferior a 0,5, a infestação foi considerada baixa. Durante o monitoramento, as armadilhas capturaram 1.182 exemplares, sendo Arapiraca, o município com predominância da praga, 796 adultos, tendo no mês de dezembro capturados 250 exemplares da praga. A espécie *H. armigera* incide no agreste do estado de Alagoas devido ao cenário climático favorável e à diversidade de cultivos hospedeiros existentes na região.

Palavras-chave: Lagarta do velho mundo, feromônio sexual, amostragem.

3. MONITORING AND POPULATION DENSITY OF *Helicoverpa armigera* (HUBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN THE STATE OF ALAGOAS

ABSTRACT

Considered a widely distributed pest, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) is a species that has caused serious damage to producers. This is due to its high reproductive potential, causing serious injuries both in the vegetative and reproductive phases of crops of economic importance. In Alagoas, it was identified in 2013, decimating a planting of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) Walp. (Fabaceae). The objective of this work was to evaluate the occurrence and density of *H. armigera* in the state of Alagoas. For monitoring, adhesive traps containing the synthetic sex pheromone of *H. armigera*, Iscalure armigera, were installed during the months of July 2013 to August 2014 at 32 collection points. Adhesive floors were replaced every 15 days and sent to the Entomology Laboratory of the Federal University of Alagoas for identification and counting of individuals. For the degree of infestation, a scoring scale was used, where more than three individuals indicated a high infestation; 0.5 to 3.0, moderate infestation and less than 0.5, infestation was considered low. During the monitoring the traps captured 1,182 specimens, being Arapiraca the municipality with the highest prevalence of the pest, 796 adults, with 250 specimens of the pest captured in December. The *H. armigera* species affects the agreste of the State of Alagoas due to the favorable climatic scenario and the diversity of host crops existing in the region.

Keywords: Old world bollworm, sex pheromone, sampling.

3.1 INTRODUÇÃO

A espécie *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga extremamente polífaga, registrada em mais de 200 espécies de plantas hospedeiras entre cultivadas e silvestres, sendo a maioria pertencente a aproximadamente 67 famílias, incluindo Asteraceae (alface) (*Lactuca sativa* L.), Fabaceae (feijão) (*Phaseolus vulgaris* L.), (soja) (*Glycine max* L.), (ervilha) (*Pisum sativum* L.), Malvaceae (quiabo) (*Abelmoschus esculentus* L.), Poaceae (milho) (*Zea mays*) e Solanaceae (tomate) (*Solanum lycopersicum* L.) (POGUE, 2004; SHARMA et al., 2005; ALI; CHOUDHURY, 2009).

Essa espécie é considerada uma das pragas agrícolas mais importantes no mundo, devido à sua ampla distribuição geográfica, sendo registrada na Europa, Ásia, África, Oceania e Américas (BEHERE et al., 2013). Teve sua ocorrência relatada no continente americano, primeiramente no Brasil (CZEPAK et al., 2013a) e, posteriormente, no Paraguai (PARAGUAY, 2013) e na Argentina (MURÚA et al., 2014).

No Brasil, foi identificada em 2013, nos estados da Bahia (tiguera de soja), Goiás (soja) e Mato Grosso (algodão) (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013; CZEPAK et al., 2013a; SPECHT et al., 2013). No Sul do país, foi relatada sua ocorrência em soja, milho, espigas de trigo, síliquas de canola e cápsulas de linho. Seu relato também se estende a espécies de plantas espontâneas, como nabo e aveia-preta (GUEDES et al., 2013; ARNEMANN et al., 2014; SALVADORI; SUZANA, 2014).

O monitoramento efetivo de *H. armigera*, bem como entender a dinâmica populacional dessa praga, são fatores fundamentais para implantação do Manejo Integrado de Pragas (MIP). É através dessas informações que serão tomadas decisões para definição das táticas utilizadas para seu controle. Existem vários métodos para monitorar os insetos-praga, sendo um destes a utilização de armadilhas contendo feromônio, consideradas ferramentas úteis no MIP. Para *H. armigera*, armadilhas iscadas com seu feromônio sexual estão sendo bastante utilizadas para o monitoramento em diversas culturas (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013). Este trabalho teve como objetivo monitorar a ocorrência de adultos de *H. armigera*, utilizando armadilhas com o feromônio sexual *Isalure armigera* em algumas regiões produtoras do estado de Alagoas.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Local de execução

Áreas cultivadas com feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) (Fabaceae) e quiabo (*Abelmoschus esculentus* L) (Malvaceae) nos municípios de Arapiraca, Coruripe, Igreja Nova, Inhapi, Joaquim Gomes, Matriz do Camaragibe, Passo de Camaragibe, São Luís do Quitunde e São Sebastião foram monitoradas através de armadilhas delta (21 cm de comprimento, 20 cm de largura e 10,5 cm de altura), contendo o feromônio sexual sintético de *H. armigera*, *Iscalure armigera*, durante os meses de julho de 2013 a agosto de 2014, em 32 pontos de coleta (Tabela 1).

As armadilhas foram distribuídas no centro da área de plantio, sendo colocadas a um metro acima da superfície do solo. Em média, a cada 15 dias o piso colante (base) da armadilha foi substituído, à medida que ficava repleto de insetos ou com excesso de detritos. Substituíam-se também o septo contendo o feromônio sintético. Após a remoção as bases foram transportadas ao Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Alagoas, para contagem e identificação dos adultos, utilizando-se caracteres morfológicos dos órgãos genitais masculinos (HARDWICK, 1965; POGUE, 2004). Para garantir a integridade das mariposas, a identificação foi realizada até 24 horas após a coleta do piso adesivo.

Para indicar o grau de infestação, foi utilizada uma escala de pontuação adaptada de Grigolli et al. (2016), avaliando-se o número de mariposas por armadilha por semana, onde média $\geq 3,0$ mariposas por armadilha indicou alta infestação; média entre 1,0 e 3,0, infestação moderada e média $\leq 1,0$ a infestação foi considerada baixa.

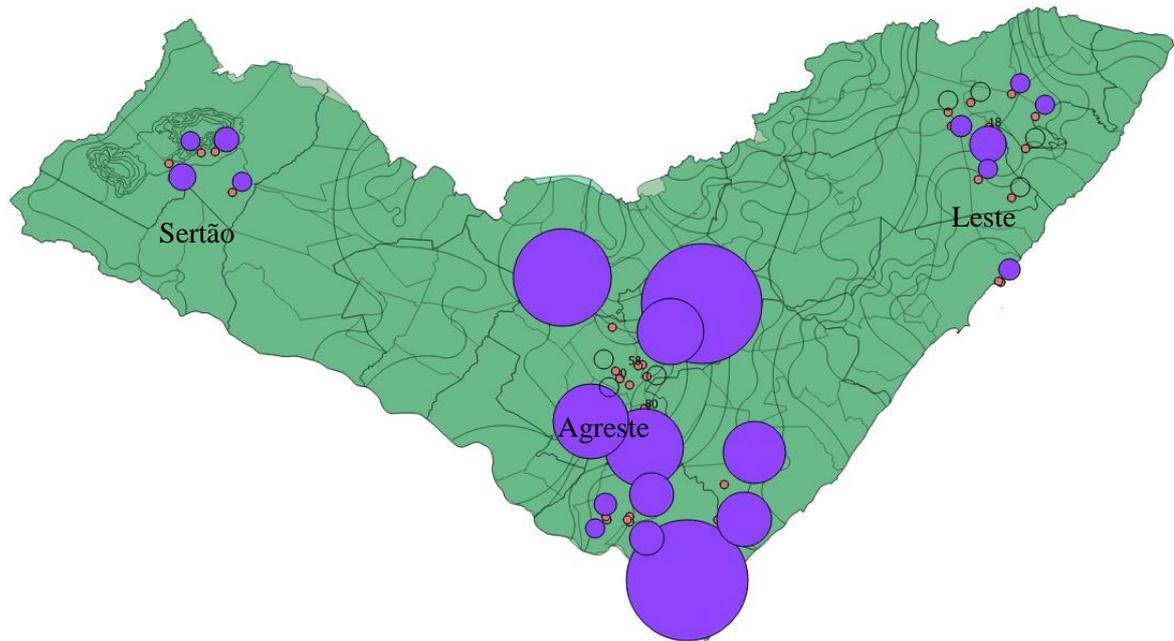
Tabela 1 – Paisagem agrícola dos pontos de coleta de adultos de *Helicoverpa armigera* no estado de Alagoas.

Município	Mesorregião	Localidade	Coordenadas	Cultura
Arapiraca	Agreste	Furnas	S: 9° 50' 28,7" O: 36° 36' 6,3"	Feijão/Quiabo
Arapiraca	Agreste	Pé Leve	S: 9° 46' 3,1" O: 36° 33' 42,5"	Feijão/Quiabo
Arapiraca	Agreste	Vila Aparecida	S: 9° 40' 9,6" O: 36° 38' 20,3"	Feijão
Arapiraca	Agreste	Bom Jardim	S: 9° 46' 15,7" O: 36° 34' 20,7"	Feijão
Arapiraca	Agreste	Pé Leve Velho	S: 9° 47' 55,5" O: 36° 32' 55,5"	Feijão/Quiabo
Arapiraca	Agreste	Bálsamo	S: 9° 49' 19,4" O: 36° 35' 44,4"	Feijão
Arapiraca	Agreste	Batingas	S: 9° 48' 14,5" O: 36° 37' 10,2"	Feijão
Arapiraca	Agreste	Boa Vista	S: 9° 47' 6,33" O: 36° 37' 56,2"	Feijão
Coruripe	Leste	Povoado Boa Vista	S: 10° 05' 12,2" O: 36° 20' 38,7"	Feijão/Quiabo
Coruripe	Leste	Povoado. Planalto	S: 10° 10' 57,1" O: 36° 21' 40"	Feijão/Quiabo
Igreja Nova	Leste	Povoado Sapé	S: 10° 11' 13,1" O: 36° 35' 36,8"	Feijão
Igreja Nova	Leste	Povoado Vista Alegre	S: 10° 10' 54,7" O: 36° 39' 20,5"	Feijão
Igreja Nova	Leste	Povoado Jenipapo	S: 10° 10' 28,9" O: 36° 39' 24"	Feijão
Igreja Nova	Leste	Povoado Cabo do Pasto	S: 10° 10' 26" O: 36° 35' 36,8"	Feijão
Inhapi	Sertão	Sítio Cabaceiro	S: 9° 12' 04,6" O: 37° 41' 39,1"	Feijão
Inhapi	Sertão	Sítio Furnas	S: 9° 12' 11,2" O: 37° 43' 46,9"	Feijão
Inhapi	Sertão	Sítio Riacho do Touro	S: 9° 18' 36,3" O: 37° 38' 50,2"	Feijão
Inhapi	Sertão	Assentamento Capim	S: 9° 13' 58,3" O: 37° 48' 51,9"	Feijão
Joaquim Gomes	Leste	Sítio Novo Horizonte	S: 9° 07' 58,4" O: 35° 44' 30,4"	Feijão
Joaquim Gomes	Leste	Assentamento Pedra Talhada	S: 9° 05' 37,4" O: 35° 44' 55,7"	Feijão
Joaquim Gomes	Leste	Sítio Santa Cecília	S: 9° 02' 52,7" O: 35° 42' 35"	Feijão
Joaquim Gomes	Leste	Assentamento Canalari	S: 9° 04' 13,1" O: 35° 41' 23,7"	Feijão
Matriz de Camaragibe	Leste	Fazenda Carrilho	S: 9° 06' 20,8" O: 35° 31' 07,1"	Feijão
Matriz de Camaragibe	Leste	Distrito Industrial	S: 9° 10' 03,1" O: 35° 11' 07,7"	Feijão
Passo de Camaragibe	Leste	Sítio Salinas	S: 9° 17' 58,1" O: 35° 26' 02,8"	Feijão
Passo de Camaragibe	Leste	Sítio Quirino	S: 9° 11' 32,3" O: 35° 32' 36,6"	Feijão
São Luís do Quitunde	Leste	Sítio Fomento	S: 9° 19' 28" O: 35° 34' 55,4"	Feijão
São Luís do Quitunde	Leste	Assentamento Amor	S: 9° 16' 29,4" O: 35° 40' 11,2"	Feijão
São Luís do Quitunde	Leste	Mucumba	S: 9° 8' 5,5" O: 35° 38' 35,6"	Feijão
São Sebastião	Agreste	Poço Verde	S 9° 32' 56,2" W 35° 36' 34,5"	Feijão
São Sebastião	Agreste	Tabuleiro de Dentro	S 9° 32' 40,58" W 35° 36' 54,5"	Feijão
São Sebastião	Agreste	Povoado Congo	S 9° 53' 10,77" W 36° 33' 12,5"	Feijão

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostram a distribuição de *H. armigera* nas mesorregiões leste, sertão e agreste alagoano, sendo encontrado neste último uma maior concentração da praga (Figura 8).

Figura 8 - Mapa da ocorrência de *Helicoverpa armigera* no Estado de Alagoas, Brasil.



Durante o período de monitoramento, foram coletados 1.186 adultos de *H. armigera*. O município de Arapiraca apresentou o maior número de exemplares encontrados, 796 indivíduos. A predominância maior nesse município se deve à diversidade de cultivos que servem de hospedeiros para a praga, garantindo assim, sua sobrevivência e proliferação para outros municípios ou regiões vizinhas. O município de São Sebastião apresentou o segundo maior número de adultos, com 160 indivíduos, o equivalente a 13,5% do total. Com dois municípios monitorados, a região do agreste concentrou aproximadamente 81% dos exemplares capturados. Isso indica que essa mesorregião apresenta hospedeiros favoráveis para o estabelecimento da espécie, principalmente, devido ao município de Arapiraca ser considerado um grande polo produtivo agrícola do estado.

As condições climáticas também podem ser um fator muito importante para o estabelecimento de *H. armigera* em uma região. Em 2013, a pluviosidade média anual para a região agreste de Alagoas foi de 600 a 700 mm, temperatura variando entre 25°C e 29°C e umidade relativa entre 65% e 70%. No leste e sertão do estado, não houve alteração significativa na temperatura e umidade relativa, em relação ao agreste alagoano. Entretanto, a pluviosidade variou entre 1.000 mm a 2.200 mm para o leste e 400 mm e 600 mm para o sertão durante o ano (IBGE, 2013). Com esses dados, pode-se verificar que os municípios de

Arapiraca e São Sebastião, por se encontrarem em uma região de transição entre a zona úmida e seca, apresentaram um cenário climático propício para o desenvolvimento da praga.

Nos insetos, processos de desenvolvimento biológico como crescimento, alimentação, oviposição, número de gerações anuais e comportamento, dependem de fatores abióticos como umidade, temperatura, vento e luminosidade (SPEIGHT et al., 1999).

As armadilhas instaladas no leste alagoano capturaram um total de 205 exemplares da praga, em que os municípios de Coruripe, Igreja Nova, Matriz de Camaragibe, São Luis do Quitunde, Passo de Camaragibe e Joaquim Gomes apresentaram 7,5%; 4,46%; 2,69%; 1,60% 0,67% e 0,25% de adultos capturados, respectivamente, durante o período amostral. A maior quantidade obtida em Coruripe foi devido a existência de extensos cultivos de feijão e quiabo, hospedeiros potenciais da praga. Na região do sertão, foram obtidos 25 exemplares no município de Inhapi.

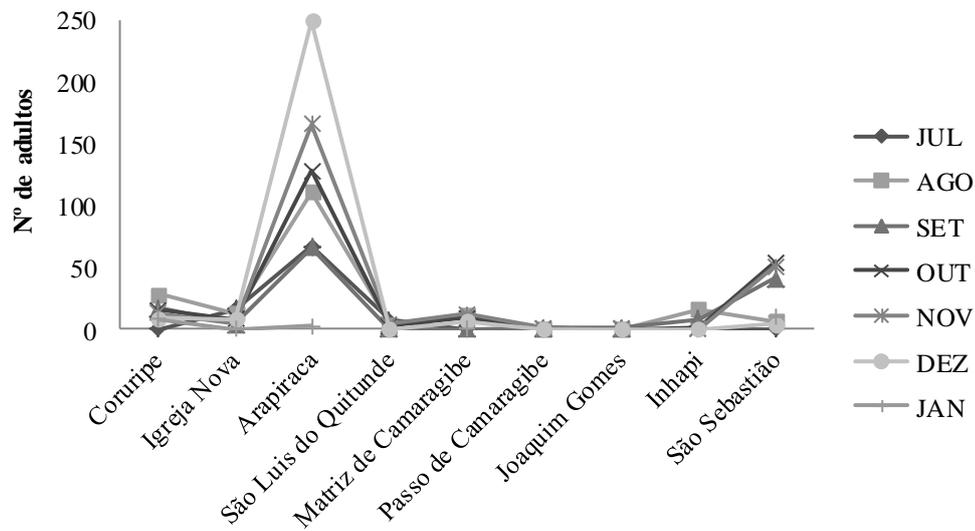
Avaliando-se a flutuação populacional da praga durante os primeiros seis meses do período amostral, observou-se que no município de Arapiraca, o maior pico populacional ocorreu no mês de dezembro com 250 exemplares capturados. Entre os meses de julho a janeiro as armadilhas capturaram 538 adultos de *H. armigera*. Esses resultados indicam que a praga se adaptou bem ao período mais seco do ano, mostrando sua plasticidade ecológica (Figura 9).

A temperatura é considerada o fator ambiental que mais interfere diretamente no desenvolvimento populacional dos insetos, visto que estes não possuem um sistema de termo regulação da temperatura corporal (BALE et al., 2002).

A umidade relativa do ar (ou precipitação pluviométrica) também pode influenciar na abundância de populações de insetos-praga, pois algumas espécies são mais encontradas na estação seca, enquanto outras se desenvolvem melhor somente durante o período chuvoso (ALVES, 2017).

Para prever potenciais mudanças na dinâmica populacional de uma determinada praga, torna-se necessário o conhecimento da temperatura-dependente da mesma (KROSCHEL et al., 2013). De acordo com Vilela et al. (2014), as condições ambientais adequadas para *H. armigera* são temperatura de 27 ($\pm 2^\circ\text{C}$) e umidade relativa de 70 ($\pm 10\%$).

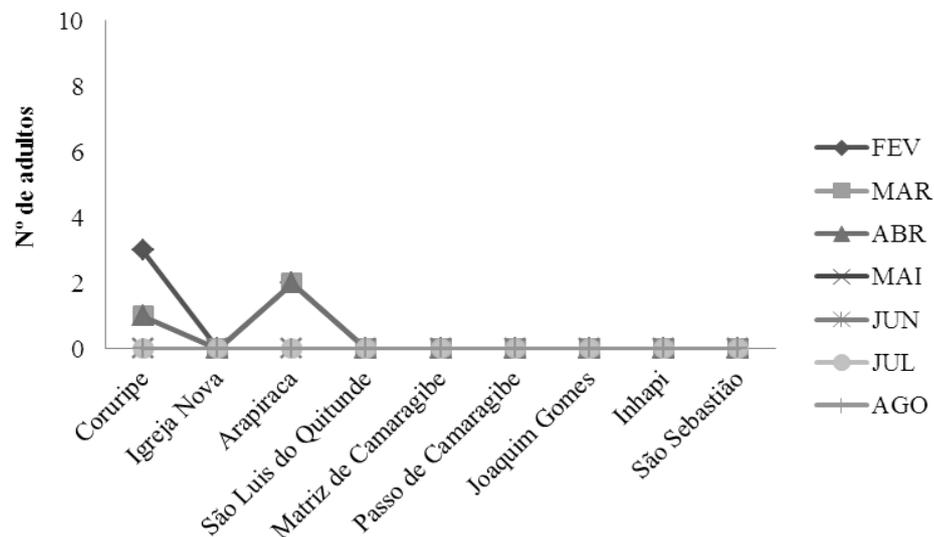
Figura 9 – Número de adultos de *Helicoverpa armigera* capturados por armadilhas delta com feromônio sexual, durante os meses de julho de 2013 a janeiro de 2014 em diferentes municípios do estado de Alagoas, Brasil.



Durante os meses de fevereiro a agosto de 2014, a praga se manteve ausente na maioria dos municípios, estando presente somente em Arapiraca e Coruripe (Figura 10). Isso pode ter ocorrido devido à falta de plantas hospedeiras no campo por ocasião da colheita, fazendo com que a praga migrasse para outras regiões, ou ainda, pode ter ocorrido a eliminação das formas imaturas devido aos tratamentos culturais pós-colheita.

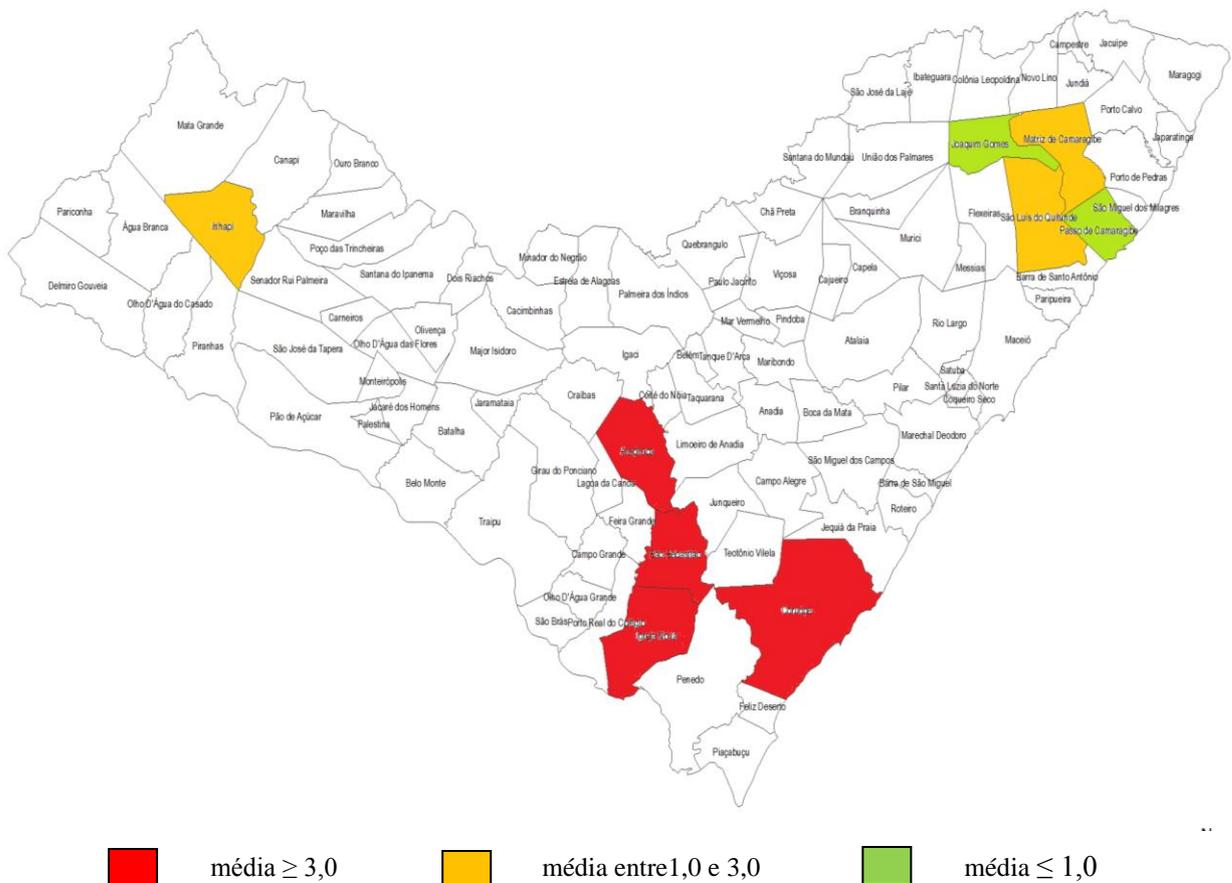
Para situações de condições adversas, a migração se torna necessária para que a praga tenha sucesso reprodutivo e sua progênie descendente tenha recursos necessários para sobrevivência e perpetuação da espécie (ALVES, 2017).

Figura 10 – Número de adultos de *Helicoverpa armigera* capturados por armadilhas delta com feromônio sexual, durante os meses de fevereiro a agosto de 2014 em diferentes municípios do estado de Alagoas, Brasil.



Em relação ao grau de infestação, nos meses de agosto de 2013 a janeiro de 2014, os municípios de Arapiraca, Coruripe, Igreja Nova e São Sebastião apresentaram alta infestação da praga. Inhapi, Matriz de Camaragibe e São Luis do Quitunde enquadraram-se em infestação moderada. No município de Joaquim Gomes as armadilhas capturaram apenas um indivíduo no mês setembro e em Passo de Camaragibe, um indivíduo nos meses de setembro, outubro e novembro, caracterizando uma baixa infestação (Figura 11).

Figura 11 - Mapa da densidade de *Helicoverpa armigera* no estado de Alagoas, Brasil



A importância de *H. armigera* deve-se não somente aos danos provocados, mas principalmente à dificuldade de seu controle. A eficiência de seu manejo, na maioria das vezes, tem sido bastante prejudicada principalmente, pela falta do monitoramento adequado.

O monitoramento é uma ferramenta fundamental que auxilia na implantação de um programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Controlar a praga no momento exato e com o produto adequado, traz inúmeros benefícios, como economia monetária, maior eficiência do programa de controle da praga e ainda auxilia na preservação dos inimigos naturais presentes na região.

3.4 CONCLUSÕES

Helicoverpa armigera está distribuída nas mesorregiões do estado de Alagoas.

A praga apresenta predominância na mesorregião agreste de Alagoas entre os meses de setembro e dezembro.

A estação seca e a diversidade de cultivos favorecem a ocorrência da praga.

REFERÊNCIAS

- ALI, A.; CHOUDHURY, R. A. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**, Cameroon, Kef, v. 4, n. 1, p. 99-106, 2009.
- ALVES, C. A. **Impacto de diferentes temperaturas nas características biológicas de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) durante três gerações.** 2017. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2017.
- ARNEMANN, J. A. et al. Até no inverno. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 182, p. 26-28, 2014.
- ÁVILA, J. C.; VIVIAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. **Circular Técnica**. 2013. Disponível em: [http://cnpso.embrapa.br/caravana/pdfs/final_Circular_Tecnica_23_CPAO\(1\).pdf](http://cnpso.embrapa.br/caravana/pdfs/final_Circular_Tecnica_23_CPAO(1).pdf). Acesso em: 27 dez., 2016.
- BALE J. et al.; Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. **Global Change Biology**, Bethesda, v. 8, n. 1, p. 1-16. 2002.
- BEHERE, G. T. et al. Population genetic structure of the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) in India as inferred from EPICPCR DNA Markers. **Plos One**, San Francisco, v. 8, n. 1, p. 53448, 2013.
- CZEPAK, C. et al. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 110- 113, 2013a.
- GRIGOLLI, J. F. J. Mapping the occurrence and density of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Journal of Entomology and Nematology**, vol. 8, n. 4, p.28-33, 2016.
- GUEDES, J. V. C. et al. Manejar ou perder. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 176, p. 12-16, 2013.
- HARDWICK, D. F. A generic revision of the North American Heliothidinae (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, Ottawa, v. 73, p. 1-59, 1970.
- KROSCHER, J. et al. Predicting climate-change-caused changes in global temperature on potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (Zeller) distribution and abundance using phenology modeling and GIS mapping. **Agricultural and Forest Meteorology**, Bethesda, v. 170, p. 228 241. 2013.
- MURÚA, M. G. et al. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 97, n. 2, p. 854-856, 2014.

PARAGUAY. Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal (Senave). Paraguay: Asunción. 2013. Disponível em: <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/senave-en-alerta-trasingreso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html> Acesso em: 29 nov. 2016.

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**, Lanham, v. 97, p. 1222–1226, 2004.

SALVADORI, J. R.; SUZANA, C. S. Saldo da *Helicoverpa*. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 187, p. 26-28, 2014.

SHARMA, H. C. et al. Detached leaf assay to screen for host plant resistance to *Helicoverpa armigera*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 98, n. 2, p. 568-576, 2005.

SPECHT, A. et al. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 6, p. 689-692, 2013.

SPEIGHT, M.R. et al. **Ecology of insects, concepts and applications**. Oxford: Blackwell Science, p. 350, 1999.

VILELA, M. Metodologia para Criação e Manutenção de *Helicoverpa armigera* em Laboratório. Sete Lagoas, MG, Embrapa Milho e Sorgo, 2014. (Circular Técnica, 203). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1007508/1/circ203.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2017.

4. ASPECTOS BIOLÓGICOS E TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE DE *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM DIETA NATURAL E ARTIFICIAL

RESUMO

Identificada no Brasil em 2013 causando sérios prejuízos aos produtores, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada uma praga com ampla distribuição geográfica, atacando diferentes espécies de plantas hospedeiras. Devido à sua importância no cenário atual no país, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho biológico e os parâmetros da tabela de vida de fertilidade da praga mantida em dieta artificial e natural com quiabo (*Abelmoschus esculentus* L., Malvaceae). O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias (CECA-UFAL) em delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos e 80 repetições. Foram utilizadas 80 lagartas, provenientes da criação em laboratório, para cada tipo de alimento. Após a contagem, as lagartas foram individualizadas em potes plásticos contendo as dietas (natural e artificial), que foram substituídas diariamente. As variáveis avaliadas foram mortalidade, duração e viabilidade larval e pupal, biomassa de pupas com 24 horas, fecundidades diária e total, fertilidade, razão sexual, longevidade dos adultos, períodos de pré-oviposição, oviposição e incubação dos ovos. Os dados obtidos foram analisados pelo programa estatístico SAS e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A dieta artificial proporcionou menor duração do período larval. Nas demais variáveis biológicas, não houve diferença entre as dietas. A tabela de vida de fertilidade mostrou que a taxa líquida de reprodução e a razão finita de aumento foram de 443,72 e 1,25, respectivamente, para dieta natural, e de 445,20 e 1,24 para dieta artificial. A utilização da dieta natural ou artificial é indicada para criação de *H. armigera* em condições de laboratório.

Palavras-chave: Lagarta do velho mundo, biologia, *Abelmoschus esculentus*, criação de insetos.

4. BIOLOGICAL ASPECTS AND FERTILITY LIFE TABLE OF *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN NATURAL AND ARTIFICIAL DIETS

ABSTRACT

Identified in Brazil in 2013, causing serious losses to producers, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) is considered a pest with wide geographic distribution, attacking many species of plants. Due to its importance in the current scenario in the country, the objective of this work was to evaluate the biological performance and fertility life table parameters of this pest maintained on artificial and natural (*Abelmoschus esculentus* L) (Malvaceae) diets. The experiment was conducted in the Laboratory of Entomology at the Federal University of Alagoas, Center of Agricultural Sciences (CECA-UFAL) in a completely randomized design with two treatments and 80 replications. Eighty caterpillars from the laboratory rearing were used for each type of diet. After the counting, the caterpillars were individualized in plastic containers, containing diet, which was replaced daily. The variables evaluated were mortality, larval and pupal duration and viability, biomass of pupae with 24 hours, daily and total fecundity, fertility, sex ratio, longevity of adults, periods of pre-oviposition, oviposition and incubation of eggs. The data obtained were analyzed by the statistical program SAS and means compared by Tukey test at 5% probability. The artificial diet resulted in shorter duration of the larval period. In other biological variables, there was no difference between the diets. The fertility life table showed that the net reproduction rate and the finite rate of increase were 443.72 and 1.25, respectively, for the natural diet, and 445.20 and 1.24 for the artificial diet. Both natural and artificial diets are indicated for *H. armigera* rearing in laboratory conditions.

Keywords: Old world bollworm, biology, *Abelmoschus esculentus*, insect rearing.

4.1 INTRODUÇÃO

Considerada uma praga de alto risco e com potencial de causar danos em culturas de importância econômica, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) é hoje uma das mais importantes pragas da agricultura, e conhecida por seu histórico de grandes surtos e difícil controle (ALVI et al., 2012; DEGRANDE; OMOTO 2013). Foi identificada pela primeira vez no Brasil em 2013, em um surto populacional na cultura do algodão no estado da Bahia (CZEPAK et al., 2013a). Posteriormente, sua ocorrência foi confirmada em outros estados, como Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí nas culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), soja (*Glycine max* L.) (Fabaceae); milho (*Zea mays* L.), milheto (*Pennisetum americanum* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.), trigo (*Triticum sativum* L.) (Poaceae) e tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (Solanaceae) (O CORREIO NEWS, 2015).

A espécie *H. armigera* é polífaga, com o hábito das lagartas se alimentarem de folhas, caules, brotos, flores e frutos, causando danos tanto na fase vegetativa como reprodutiva das plantas (CZEPAK et al., 2013a; 2013b; CUNNINGHAM; ZALUCKI, 2014).

Conhecer a biologia da praga é essencial para avaliar seu desenvolvimento em diferentes culturas, uma vez que a qualidade da planta hospedeira está intimamente ligada ao crescimento e ao desenvolvimento do inseto, ou seja, uma planta em ótimo estado nutricional é essencial para o desenvolvimento e reprodução do inseto (LIU et al., 2010). Segundo Hemati, Naseri e Razmjou (2013), para *H. armigera*, a variação dos hospedeiros disponíveis pode interferir em seu ciclo biológico. Carvalho et al. (2014) relataram a inadequação de folhas de milho (*Zea mays*) (Poaceae) e buva (*Conyza bonariensis* L.) (Asteraceae), para *H. armigera* completar seu desenvolvimento. Smith (2005) também cita fatores de resistência do grão de bico (*Cicer arietinum* L.) (Fabaceae) para essa praga.

Algumas plantas podem apresentar mecanismos de defesa que afetam o desenvolvimento biológico de uma praga de forma letal, causando diminuição da sobrevivência e afetando sua ocorrência e dinâmica populacional (LARA, 1991; SMITH, 2005; VENDRAMIM; GUZZO, 2009; AOYAMA; LABINAS, 2012).

Diante dos relatos sobre a ocorrência da praga em diversas culturas de importância econômica no Brasil, é importante entender como essas plantas podem influenciar no desempenho, ocorrência e dinâmica populacional da espécie, uma vez que para o Manejo Integrado de Pragas (MIP), a tomada de decisão do controle deve levar em consideração o conhecimento da biologia e adaptações da praga na planta hospedeira em determinadas

regiões geográficas, visto que algumas pragas, inclusive *H. armigera* podem apresentar adaptações na utilização das plantas como fonte de alimento (SANTOS et al., 2005; CUNNINGHAM; ZALUCKI, 2014).

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do quiabo (*Abelmoschus esculentus* L.) no desempenho biológico de *H. armigera*, comparada à dieta artificial.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Local de execução

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas – CECA/UFAL (9°27'57"S e 35°27'50,1"O, altitude de 127 metros), no período de novembro a dezembro de 2016, em condições de laboratório (26±1°C, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 12h).

4.2.2 Estabelecimento da criação em laboratório

Para estabelecimento e manutenção da criação, foram coletados ovos, lagartas e pupas de *H. armigera* em plantios de feijão e quiabo nos municípios de Arapiraca (09° 45' 09" S e 36° 39' 40" O) e Coruripe (10° 07' 32" S e 36° 10' 32" O), estado de Alagoas, por serem áreas onde se tinha o maior registro de sua ocorrência. O material foi encaminhado ao laboratório e, em seguida, acondicionado em potes plásticos de 100 mL. As lagartas foram individualizadas devido ao seu comportamento canibal e alimentadas diariamente com quiabo proveniente das áreas onde foram realizadas as coletas. As pupas foram acondicionadas em placas de Petri (13,5 cm de diâmetro) com algodão hidrófilo embebido em água destilada e, sobre ele, papel filtro. Em seguida, as placas foram colocadas em gaiolas de PVC (29,5 cm de diâmetro × 24,5 cm de altura) revestidas internamente com papel sulfite, e com a parte superior vedada com tecido *voil*. Após a emergência, os adultos foram alimentados diariamente com solução açucarada a 10%. Foi necessário colocar pequenos ramos de feijoeiro, substituídos diariamente, para estimular a oviposição. Os ovos foram retirados e acondicionados em placas de Petri (13,5 cm de diâmetro) lacradas com filme plástico. Os ensaios foram realizados com progênies das populações coletadas em campo, que completaram o ciclo biológico, dando continuidade às gerações posteriores.

4.2.3 Desempenho biológico de *H. armigera* em dieta artificial e natural

Para a instalação do experimento, 160 lagartas recém-eclodidas (progênes das populações coletadas inicialmente) foram individualizadas em potes plásticos de 100 mL forrados com papel filtro, sendo 80 para cada dieta. As lagartas foram alimentadas diariamente com seções de quiabo e dieta artificial (Tabela 1), até atingirem a fase pupal. Após 24 horas de sua formação, as pupas foram pesadas, sexadas de acordo com a metodologia de Butt e Cantu (1962) e acondicionadas em placas de Petri (13,5 cm de diâmetro) com algodão hidrófilo embebido em água destilada e, sobre ele, papel filtro. As variáveis avaliadas na fase imatura foram mortalidade, duração larval e pupal, viabilidade larval e pupal e biomassa de pupas com 24 horas.

Tabela 2 - Composição da dieta artificial utilizada para criação de *Helicoverpa armigera* (modificada de GREENE et al., 1976).

Constituintes	Quantidade
Feijão branco	75 g
Gérmes de trigo	60 g
Levedo de cerveja	37,5 g
Proteína de soja	30 g
Solução vitamínica	9,0 mL
Ácido ascórbico	3,6 g
Ácido sórbico	1,8 g
Nipagin	3,0 g
Tetraciclina	0,113 g
Formaldeído	3,6 mL
Ágar	45 g
Água destilada	1.000 mL

Para avaliação da biologia dos adultos, foram formados casais de acordo com a idade de emergência, sendo estes acondicionados em gaiolas de PVC (14,5 cm de diâmetro × 19,5 cm de altura) vedadas com tecido *voil*, e alimentados com solução açucarada a 10%. As posturas foram retiradas e em seguida, realizada a contagem dos ovos, sendo estes acondicionados em placas de Petri (13,5 cm de diâmetro) contendo algodão umedecido com água destilada. A troca do alimento e a retirada dos ovos foram realizadas diariamente.

Para o desempenho reprodutivo de *H. armigera*, as variáveis biológicas avaliadas foram: fecundidade (diária e total), fertilidade, razão sexual, longevidade dos adultos, período de pré-oviposição, oviposição e incubação. A razão sexual foi obtida através da fórmula $RS = n^{\circ} \text{ de fêmeas} / n^{\circ} \text{ de fêmeas} + n^{\circ} \text{ de machos}$ (SILVEIRA NETO et al., 1976).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos e 80 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância no programa estatístico SAS (SAS, 2002). Foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias dos tratamentos.

4.2.4 Tabela de vida de fertilidade de *H. armigera*

A partir dos dados biológicos duração do período de desenvolvimento (ovo-adulto), viabilidade, razão sexual, período de pré-oviposição, número de ovos por dia e mortalidade diária do inseto, elaborou-se a tabela de vida de fertilidade de *H. armigera*, estimando-se (R_0) taxa líquida de reprodução, (T) intervalo de tempo entre cada geração (dias), (R_m) taxa intrínseca de aumento e (λ) razão finita de aumento populacional, que corresponde ao número de indivíduos adicionados à população/fêmea/dia (SILVEIRA NETO et al., 1976). As médias foram comparadas pelo teste “t” unilateral, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa “SAS System”, conforme Maia et al. (2000).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ambos os tratamentos proporcionaram 100% de viabilidade larval e pupal (Tabela 3). De acordo com Dahms (1972), a viabilidade larval é considerada um dos fatores mais importantes do crescimento de uma população.

Tabela 3 – Duração, viabilidade das fases imaturas e biomassa de pupas (g) de *Helicoverpa armigera* alimentada com dieta natural e artificial em condições de laboratório.

Dietas	Duração (dias)		Viabilidade (%)		Biomassa de pupas com 24 horas (g)
	Lagarta	Pupa	Lagarta	Pupa	
Natural	16,02 ± 0,09 a	11,82 ± 0,07 a	100,00 ± 0,00 a	100,00 ± 0,00 a	0,33± 0,04 a
Artificial	14,12 ± 0,09 b	9,58 ± 0,08 b	100,00 ± 0,00 a	100,00 ± 0,00 a	0,32± 0,02 a
<i>P</i>	<0,0001	0,1012	-	-	0,3898
CV (%)	5,74	7,47	-	-	11,33

Médias (± EP) seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

A duração larval no presente estudo foi menor em dieta artificial, com 14,12 dias, enquanto em quiabo, foi de 16,02 dias (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Azambuja (2016) que, avaliando o desempenho biológico de *H. armigera* em hospedeiros de importância econômica, observou que o período larval foi menor em dieta artificial à base de feijão, germe de trigo e farelo de soja, com 15,5 dias, enquanto para algodão (*Gossypium*

hirsutum L.) (Malvaceae), foi de 18,6 dias em condições de laboratório ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 12 horas).

Moreira e Almeida (2009), avaliando a biologia de *Heliothis virescens* (Fab, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae) em dietas natural (algodoeiro CNPA 8H) e artificial à base de feijão, germe de trigo e farelo de soja, observou que a duração larval foi menor quando as lagartas foram alimentadas com dieta artificial, obtendo 28,27 dias, enquanto na dieta natural, a duração foi de 32 dias.

Menor período larval e maior biomassa de pupas evidenciam melhor qualidade da planta hospedeira. O desenvolvimento larval mais rápido, sem que ocorra redução de peso das pupas, permite afirmar que a espécie hospedeira é mais adequada para o desenvolvimento do inseto (BOREGAS et al., 2013). O desenvolvimento de insetos está relacionado com a qualidade da planta hospedeira (LIU et al., 2010), sendo que variações no desempenho biológico de *H. armigera* já foram relatadas em diferentes plantas como algodão, milho, soja e feijão quando comparadas com dieta artificial (HEMATI; NASERI; RAZMJOU, 2013).

A duração e a biomassa de pupas com 24 horas apresentaram diferença estatística, havendo duração de 11,82 dias para a dieta natural e 9,58 dias para dieta artificial, com peso médio de 0,3 g (Tabela 3). Esses resultados divergem dos de Azambuja (2016), que obteve menor duração média da fase de pupa de *H. armigera* em algodoeiro, comparado com a dieta artificial (13,26 e 14,91 dias, respectivamente). Para a biomassa de pupas, foi observado peso médio de 0,38 g para dieta artificial, e de 0,28 g para o algodoeiro. Giolo et al. (2006), avaliando a biologia de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae), observaram período pupal de aproximadamente 15 dias para dieta artificial de Greene et al. (1976) utilizada em criações da espécie e Greene et al. (1976) modificada e recomendada por Parra (2001) para criar *A. gemmatalis*. A diferença entre as dietas está na quantidade de cada componente.

Na avaliação do desempenho reprodutivo da praga, não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis longevidade dos adultos, razão sexual, fecundidade, fertilidade, período de pré-oviposição, oviposição e incubação (Tabela 3).

Para a variável fecundidade total, obtiveram-se 888,25 ovos/fêmea para a dieta natural e 863,17 ovos/fêmea para a dieta artificial, com fertilidade de 95,46% e 96,08%, respectivamente (Tabela 4).

Azambuja (2016), avaliando o desempenho reprodutivo de *H. armigera* em algodão, feijão, soja, milho e dieta artificial, também não observou diferença estatística nessa variável, obtendo em dieta artificial 1.000,5 ovos/fêmea e em dieta natural (algodão) 1.622,4

ovos/fêmea. Em relação ao período de oviposição, o autor obteve 10,6 dias para dieta artificial, enquanto no presente estudo, a média foi de 5,25 dias.

Giolo et al. (2006), avaliando a biologia de *H. zea* em duas dietas artificiais, obtiveram período de pré-oviposição de 3,00 dias e período de oviposição de 8,45 e 10,80 dias. Esses resultados foram superiores aos obtidos no presente estudo, onde os períodos de pré-oviposição e oviposição foram 3,45; 5,37 e 3,25; 5,25 dias para *A. esculentus* e dieta artificial, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 – Parâmetros biológicos da fase adulta de *Helicoverpa armigera* oriundas de lagartas alimentadas com dieta natural e artificial, em condições de laboratório.

Dietas	Longevidade de adultos (dias)	Razão sexual (%)	Fecundidade	Fertilidade (%)	Períodos (dias)		
					Pré-oviposição	Oviposição	Incubação
Natural	8,45 ± 0,17 a	0,52 ± 0,01 a	888,25 ± 18,39 a	95,46 ± 0,35 a	3,45 ± 0,10 a	5,37 ± 0,10 a	3,05 ± 0,10 a
Artificial	8,60 ± 0,17 a	0,50 ± 0,02 a	863,17 ± 18,61 a	96,08 ± 0,17 a	3,25 ± 0,08 a	5,25 ± 0,08 a	3,18 ± 0,09 a
<i>P</i>	0,555	0,492	0,346	0,105	0,12	0,339	0,468
CV (%)	10,55	19,83	10,83	1,4	14,14	8,78	14,62

Médias (± EP) seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Em relação à razão sexual, obteve-se 0,52 para o quiabo, não afetando a proporção entre os sexos, que foi em torno de 1:1 (Tabela 4). Resultado semelhante foi obtido por Araújo (2009) que, avaliando os aspectos biológicos de *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de algodoeiro DeltaOPAL e NuOPAL (Bollgard I), obteve razão sexual de 0,40 e 0,45.

Analisando a fecundidade diária, pode-se observar que entre o 2º e 4º dias, as posturas apresentaram maiores quantidades de ovos, variando entre 163,41 a 195,95 ovos/fêmea, tendo pico no 3º dia, com 208,79 ovos/fêmea para o quiabo e 165,35 a 191,14 ovos/fêmea com pico de 202,82 no 3º dia para dieta artificial (Tabela 5). Giolo et al. (2006), avaliando o desenvolvimento de *H. zea* nas dietas artificiais de Greene et al. (1976) e Greene et al. (1976) modificada, obtiveram fecundidade diária de 21,40 e 62,11 ovos/fêmea, respectivamente.

Tabela 5 – Fecundidade diária de *Helicoverpa armigera* oriundas de lagartas alimentadas com dieta natural e artificial em condições de laboratório.

Dietas	Ovos/dia				
	1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia
Natural	122,79 ± 2,79 a	163,41 ± 2,21 a	208,79 ± 2,37 a	195,95 ± 1,67 a	151,37 ± 9,68 a
Artificial	119,71 ± 1,59 a	165,35 ± 1,94 a	202,82 ± 2,69 a	191,14 ± 2,58 a	140,96 ± 9,49 a
<i>P</i>	0,3269	0,5119	0,1083	0,1381	0,4485
CV (%)	9,22	6,42	6,38	5,94	13,61

Médias (± EP) seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Para tabela de vida de fertilidade, a taxa líquida de reprodução (R_0) indicou que a população de *H. armigera*, quando mantida com dieta natural, pode aumentar 433,73 vezes a cada geração. Já em dieta artificial, esse valor foi um pouco maior, 445,20 vezes (Tabela 6).

O tempo médio de uma geração (T) foi de aproximadamente 26,45 (dieta natural) e 27,56 dias (dieta artificial), diferindo estatisticamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Garcia et al. (2006), avaliando a biologia de *H. zea* em duas dietas artificiais, Greene et al. (1976) e Greene et al. (1976) modificada, obtendo 37,9 e 38,5 dias, respectivamente.

Em relação à taxa intrínseca de crescimento (R_m), não houve diferença significativa, com 0,22 para ambas as dietas, sendo que o resultado positivo indica aumentos populacionais nas duas dietas.

A razão finita de aumento (λ), que corresponde ao número de indivíduos adicionados à população, por fêmea por dia, foi de 1,26 e 1,24 em dieta natural e artificial, respectivamente. O crescimento da população teve um aumento diário 25,7% e 24,7% para as dietas natural e

artificial. Os resultados obtidos demonstram, claramente, que as dietas são adequadas ao completo desenvolvimento de *H. armigera*, diferenciando-se significativamente quanto ao tempo médio de uma geração (Tabela 6).

Obter a capacidade intrínseca de crescimento (r_m) da população de *H. armigera*, através da análise de tabela de vida de fertilidade é essencial para se compreender a taxa de mortalidade, sobrevivência, tempo de desenvolvimento, capacidade reprodutiva e esperança de vida da população (RAZMJOU e NASERI, 2014).

Tabela 6 - Taxa líquida de reprodução (R_o), duração média de uma geração (T), capacidade inata de aumentar em número (r_m) e razão finita de aumento (λ) ($\pm EP$) de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), em dieta natural e artificial. Temperatura: $26 \pm 1^\circ C$; UR: $70 \pm 10\%$; Fotofase: 12 horas.

Dietas	R_o	T (dias)	R_m	λ (indivíduos/♀/dia)
Natural	$433,73 \pm 9,88$ a	$26,45 \pm 0,14$ a	$0,22 \pm 0,001$ a	$1,25 \pm 0,001$ a
Artificial	$445,20 \pm 9,49$ a	$27,56 \pm 0,18$ b	$0,22 \pm 0,001$ a	$1,24 \pm 0,001$ a

Médias ($\pm EP$) seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Gomes (2016), avaliando a biologia e tabela de vida de fertilidade de *H. armigera* nos hospedeiros algodão, milho, soja, trigo e dieta artificial Greene et al. (1976), observou diferença estatística na taxa líquida de reprodução (R_o) com 1.234 e 546 e duração média de uma geração (T) com 7,80 e 6,93 dias em algodão e dieta artificial, respectivamente.

De acordo com Salvadori e Parra (1990), para a realização de estudos sobre a bioecologia de insetos e o desenvolvimento de métodos de controle para os mesmos, é necessário definir uma dieta artificial adequada que permita sua criação, levando em consideração requisitos básicos como qualidade nutricional, quantidade e custo para sua fabricação. Para definir um método de criação para uma espécie, devem-se buscar informações sobre dietas artificiais utilizadas para outros insetos, procurando ajustá-las para a espécie com a qual se está trabalhando.

No presente estudo, ambas as dietas mostraram-se adequadas para a criação de *H. armigera*. Entretanto, devem-se avaliar os custos dos componentes para o preparo e mão-de-obra para a dieta artificial e plantio e condução da cultura, além também da mão-de-obra para a dieta natural. De posse dessas informações, pode-se afirmar a viabilidade econômica para manter a criação da praga em laboratório. Pela praticidade e menor contaminação, geralmente a opção é feita pela dieta artificial.

4.4 CONCLUSÕES

As dietas natural (*A. esculentus* L.) e artificial são apropriadas para manutenção da criação de *H. armigera* em laboratório.

A dieta artificial proporciona menor duração das fases de lagarta e pupa.

As dietas natural e artificial não interferem nos parâmetros biológicos viabilidade larval e pupal, biomassa de pupas, fertilidade, fecundidade, razão sexual, longevidade dos adultos e nos períodos de pré-oviposição, oviposição e incubação.

REFERÊNCIAS

- ALVI, A.H.K. et al. Field evolved resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to *Bacillus thuringiensis* toxin Cry1Ac in Pakistan. **PLoSOne**, San Francisco, v.7, p. 1-9, 2012.
- ARAÚJO, C. R. **Aspectos biológicos de *Spodoptera cosmioides* walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) nas cultivares de algodoeiro Deltaopal e Nuopal (Bollgard I).** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Entomologia Agrícola) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – São Paulo – Brasil, 55p. 2009.
- AZAMBUJA, R. **Bioecologia de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) e seu controle microbiano e biotecnológico.** Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados - Dourados, 100f, 2016.
- CUNNINGHAM, J.P.; ZALUCKI, M.P. Understanding Heliiothine (Lepidoptera: Heliiothinae) pests: what is a host plant? **Journal of Economic Entomology**, Oxford, v. 107, p. 881–896, 2014.
- CZEPAK, C. et al. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, p. 110-113, 2013a.
- CZEPAK, C.; VIVAN, L.M.; ALBERNAZ, K.C. Pragas da vez. **Cultivar**, Pelotas, v. 167, p. 20-27, 2013b.
- DEGRANDE, P.E.; OMOTO, C. Pragas: Estancar prejuízos. **Cultivar**, Pelotas, v. 167, p. 30-34, 2013.
- DAHMS, R.G. The role of host plant resistance in integrated insect control. In: JOTWANI, M.G.; YOUNG, W.R. (Eds.). **Control of sorghum shoot fly**. New Delhi: Oxford & IBH, v. 1. p.152-167, 1972.
- GARCIA, M. S. et al. Tabela de vida de fertilidade de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 51-55, 2006.
- GIOLO, F. P. et al. M. Biologia de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p.167-171, 2006.
- GOMES, E. S. **Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros.** Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, 47f, 2016.

HEMATI, S.A.; NASERI, B.; RAZMJOU J. Reproductive performance and growth indices of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on various host plants. **Journal of Crop Protection**, Iran, v. 2, p. 193-208, 2013.

LIU, Z.; GONG, P.; LI, D.; WEI, W. Pupal diapause of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) mediated by larval host plants: pupal weight is important. **Journal of Insect Physiology**, Bethesda v. 56, p. 1663-1670, 2010.

MAGRINI, E.A. **Tabela de vida para *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em condições de laboratório**. Piracicaba, 1993. 77p. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MOREIRA, M.D.; ALMEIDA, R.P. Biologia de *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) em Dietas Artificial e Natural. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Fortaleza, v. 4, p. 1716-1719, 2009.

O CORREIO NEWS. 2015. ***Helicoverpa armigera* chega aos Estados Unidos**. Disponível em: <<http://ocorreionews.com.br/porta1/2015/2017/03/03/helicoverpa-armigera-chega-aos-estados-unidos/>>. Acesso em: 03 mar. 2015.

PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico. Piracicaba: ESALQ, 134p. 2001.

PARRA, J.R.P., HADDAD, M.L.; SILVEIRA NETO, S. Tabela de vida de fertilidade de *Perileucoptera coffeella* (GuérinMèneville,1842) (Lepidoptera, Lyonetiidae) em três temperaturas. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.39, n.1, p.125-129. 1995.

RAZMJOU, J.; NASERI, B. Comparative performance of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on various host plants. **Journal Pest Science**, Netherlands,87:29–37, 2014.

SALVADORI, J.R.; PARRA, J.R.P. Seleção de dietas artificiais para *Pseudaletia sequax* (Lep.: Noctuidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 1701-1713, 1990.

SAS Institute. Statistical Analysis System. Sas Learning Edition. **Getting Started with the SAS Learning Edition**. Cary: 2002.

SMITH, C.M. Antibiosis: adverse effects of resistance on arthropod biology. In: SMITH C.M. (ed) Plant resistance to arthropods: Molecular and conventional approaches. Springer, Dordrecht, The Netherlands, p. 65-100, 2005.

VENDRAMIM, J.D.; GUZZO, E.C. Resistência de plantas e a bioecologia e nutrição dos insetos. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.). Bioecologia e nutrição dos insetos: base para o manejo integrado de pragas. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, p.1055-1105, 2009.

5. AÇÃO DE AGENTES ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE DE *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

RESUMO

Pertencente à subfamília Heliiothinae, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie polífaga, que possui um alto potencial reprodutivo, podendo causar sérias injúrias tanto na fase vegetativa quanto na reprodutiva em culturas de importância econômica. Devido a esse problema, experimentos em laboratório foram conduzidos com a finalidade de impedir ou reduzir o ataque dessa praga, proporcionando uma solução alternativa em substituição aos inseticidas químicos. Foi avaliado o controle microbiano utilizando o produto à base da bactéria *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (Dimy Pel[®]) e de vírus com o produto Gemstar[®] (ingrediente ativo Vírus VPN-HzSNPV) através da mortalidade das lagartas nas concentrações letal e subletal (CL₅₀ e CL₉₉) para os organismos entomopatogênicos. Foram utilizadas as concentrações 0,0625; 0,125; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 mL e 0,03; 0,0625; 0,125; 0,25; 0,5; 0,75 mL, para bactéria e vírus, respectivamente. Após o preparo, a dieta oferecida às lagartas foi pulverizada em Torre de Potter com as referidas concentrações e, após a secagem, foi acondicionada em potes plásticos, onde 20 lagartas de 2^o instar oriundas da criação no Laboratório de Entomologia (CECA-UFAL), sendo cada uma constituindo uma repetição. A testemunha se constituiu da dieta sem pulverização. O delineamento foi inteiramente casualizado com 12 tratamentos e 20 repetições. A mortalidade foi avaliada até o 10^o dia. Os dados obtidos foram submetidos à análise de Probit pelo programa estatístico SAS. Após ajustadas as concentrações, 50 lagartas de 2^o instar foram acondicionadas em potes plásticos com dieta pulverizada com as concentrações 0,035; 0,154 e 2,18 mL para Dimy Pel[®] e 0,017; 0,196 e 2,23 mL para o produto Gemstar[®], constituindo de CL₁₀; CL₅₀ e CL₉₉ em ambos os produtos. Avaliou-se a mortalidade, sobrevivência, duração e viabilidade larval e pupal; fecundidade; fertilidade; período de oviposição; longevidade dos adultos e razão sexual. A CL₁₀ foi estudada para verificar se a mesma exercia influência na biologia da praga. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e 50 repetições. Os dados obtidos foram analisados pelo programa estatístico SAS e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Na mortalidade das lagartas os produtos se mostraram eficientes com 52% e 62% na CL₅₀ para bactéria e vírus, respectivamente. Para as demais variáveis avaliadas o produto Gemstar[®] se destacou na concentração CL₅₀ pela interferência em todo ciclo biológico da praga. Em relação a CL₁₀ o vírus também influenciou em quase todas as variáveis. Sendo assim, o baculovírus (produto Gemstar[®]) é eficiente para o controle de *H. armigera* e causou efeitos subletais na concentração 0,196 mL.

Palavras-chave: Insecta, lagarta do velho mundo, controle microbiano.

5. ACTION OF ENTOMOPATHOGENIC AGENTS IN THE CONTROL OF *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

ABSTRACT

Belonging to the subfamily Heliothinae, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) is a polyphagous species, which has a high reproductive potential, and may cause serious injuries in both vegetative and reproductive stages in crops of economic importance. Due to this issue, laboratory experiments have been conducted with the purpose of preventing or reducing the attack of this pest, providing an alternative solution to replace chemical insecticides. We evaluated the microbial control using the product on the basis of the bacteria *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* (Dimy Pel[®]) and virus with the product Gemstar[®] (active ingredient Virus VPN-HzSNPV) through the mortality of caterpillars in the lethal and sublethal concentrations (LC₅₀ and LC₉₉) of the entomopathogenic organisms. We used the concentrations 0.0625; 0.125; 0.25; 0.5; 0.75; 1.0 mL and 0.03; 0.0625; 0.125; 0.25; 0.5; 0.75 mL, for bacteria and virus, respectively. After preparation, the diet offered to caterpillars was sprayed in Potter spray tower with those concentrations and, after drying, it was conditioned in plastic containers, where 20 caterpillars of 2nd instar from rearing in the Laboratory of Entomology (CECA-UFAL), each one constituting a replication. The control was constituted of the diet without spraying. The experiment was arranged in a completely randomized design with 12 treatments and 20 replications. The mortality was evaluated until the 10th day. The data obtained were subjected to Probit analysis by the statistical program SAS. After adjusted concentrations, 50 caterpillars of 2nd instar were placed in plastic containers with diet sprayed with Dimy Pel[®] concentrations of 0.035, 0.154 and 2.18 mL and Gemstar[®] concentrations of 0.017, 0.196, and 2.23 mL, constituting of LC₁₀; LC₅₀ and LC₉₉ on both products. We evaluated the mortality, survival, duration and larval viability and pupa; fecundity; fertility; period of oviposition; longevity of adults and sex ratio. The LC₁₀ was studied to see if the same exerted influence on the biology of the pest. The experiments were conducted in a completely randomized design with seven treatments and 50 replications. The data obtained were analyzed by the statistical program SAS and means compared by Tukey's test at 5% probability. In the mortality of caterpillars, products showed to be effective with 52% and 62% in LC₅₀ for bacteria and virus, respectively. For the other variables evaluated, the product Gemstar[®] stood out in the LC₅₀ by interfering in all biological cycle of this pest. In relation to LC₁₀, the virus also influenced almost all variables. Thus, the baculovirus (product Gemstar[®]) is effective for the control of *H. armigera* and caused sublethal effects in the concentration of 0.196 mL.

Keywords: Insecta, Old world bollworm, microbial control.

5.1 INTRODUÇÃO

Conhecida como lagarta do velho mundo, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae), é uma praga extremamente polífaga, sendo registrada em aproximadamente 200 espécies de hospedeiros causando danos em diversas culturas de importância econômica (CUNNINGHAM; ZALUCKI, 2014).

No Brasil foi detectada em 2013, primeiramente, nos estados Bahia, Goiás e Minas Gerais, atacando as culturas da soja e algodão (CZEPAK et al., 2013).

Para o seu controle, os produtores utilizam inseticidas de forma desordenada, aplicando cinco ou mais compostos diferentes em um curto intervalo de tempo, com sérios riscos ao meio ambiente e à saúde humana, tanto para o aplicador quanto para o consumidor. Além disso, essas aplicações sucessivas podem fazer com que os insetos desenvolvam resistência aos inseticidas, além de eliminar a população de inimigos naturais presentes na região.

No entanto, devido à sua importância econômica, decorrente do potencial destrutivo da praga, torna-se necessária a avaliação de métodos de controle que possam reduzir consideravelmente a ação dessa praga e que substituam os inseticidas químicos de maneira eficiente.

A utilização de agentes entomopatogênicos como fungos, vírus e bactérias no controle de pragas é uma ferramenta de extrema importância no controle biológico. As bactérias são os micro-organismos mais utilizados em programas de controle biológico de insetos de importância econômica, sendo *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915) a mais utilizada. Sua patogenicidade já foi amplamente demonstrada em várias ordens de insetos, outros artrópodes e nematoides (SOSA-GÓMEZ, 2008). Os vírus pertencentes ao grupo dos baculovírus apresentam grande potencial de uso na agricultura, sendo extremamente específicos aos insetos (MOSCARDI, 1999; KUTINKOVA et al., 2012). A ordem Lepidoptera possui o maior relato de espécies suscetíveis a sua ação (BURGES; CROIZER; HUBER, 1980; ROLLIE; PASSARELLI; RICHARD, 2013). Sendo assim, o grande sucesso do baculovírus é devido ao controle de lepidópteros de importância agrícola, através da aplicação de bioinseticidas fabricados à base deste micro-organismo (KUTINKOVA et al., 2012).

Tais trabalhos são de grande importância, pois os resultados fornecem informações que orientam os pequenos produtores a utilizarem produtos ecologicamente viáveis e que possam substituir com eficiência os inseticidas. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar em laboratório os efeitos dos produtos comerciais Dimy Pel[®] e Gemstar[®], à base de

B. thuringiensis e do vírus da poliedrose nuclear HzSNPV, respectivamente, sobre lagartas de *H. armigera*, e a interferência dos mesmos no ciclo biológico da praga.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Local de execução

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia e no Laboratório de Controle Alternativo de Pragas da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas – CECA/UFAL no período de março a dezembro de 2016, a $26\pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12h.

5.2.2 Manutenção da criação em laboratório

Para manutenção da criação, foram coletados ovos, lagartas e pupas de *H. armigera* no município de Arapiraca, estado de Alagoas, em área cultivada com quiabo (*Abelmoschus esculentus* L) (Malvaceae). O material foi conduzido ao laboratório e, em seguida, acondicionado em potes plásticos de 100 ml, onde as lagartas foram individualizadas e alimentadas, diariamente, com quiabo produzido, até a pupação. As pupas foram acondicionadas em placas de Petri (13,5 cm de diâmetro) com algodão hidrófilo embebido em água destilada e, sobre ele, papel filtro. Em seguida, as placas foram colocadas em gaiolas de cano PVC (29,5 cm de diâmetro \times 24,5 cm de altura) revestidas internamente com papel sulfite e a parte superior vedada com tecido *voil*. Com a emergência, os adultos eram alimentados com solução açucarada a 10%. Foi necessário colocar pequenos ramos de feijão para estimular a oviposição, substituídos diariamente. Os ovos eram retirados diariamente e acondicionados em placas de Petri lacradas com filme plástico. As lagartas obtidas foram utilizadas nos experimentos (Figura 12).

Figura 12 – Coleta e estabelecimento da criação de *Helicoverpa armigera* em laboratório: (A) Lagartas em campo em flores de quiabo; B) Individualização das lagartas em recipientes plásticos; C) Pupa recém-formada; D) Acondicionamento das pupas nas gaiolas de PVC; E) Adultos recém-emergidos; F) Acondicionamento dos ovos em placa de Petri.

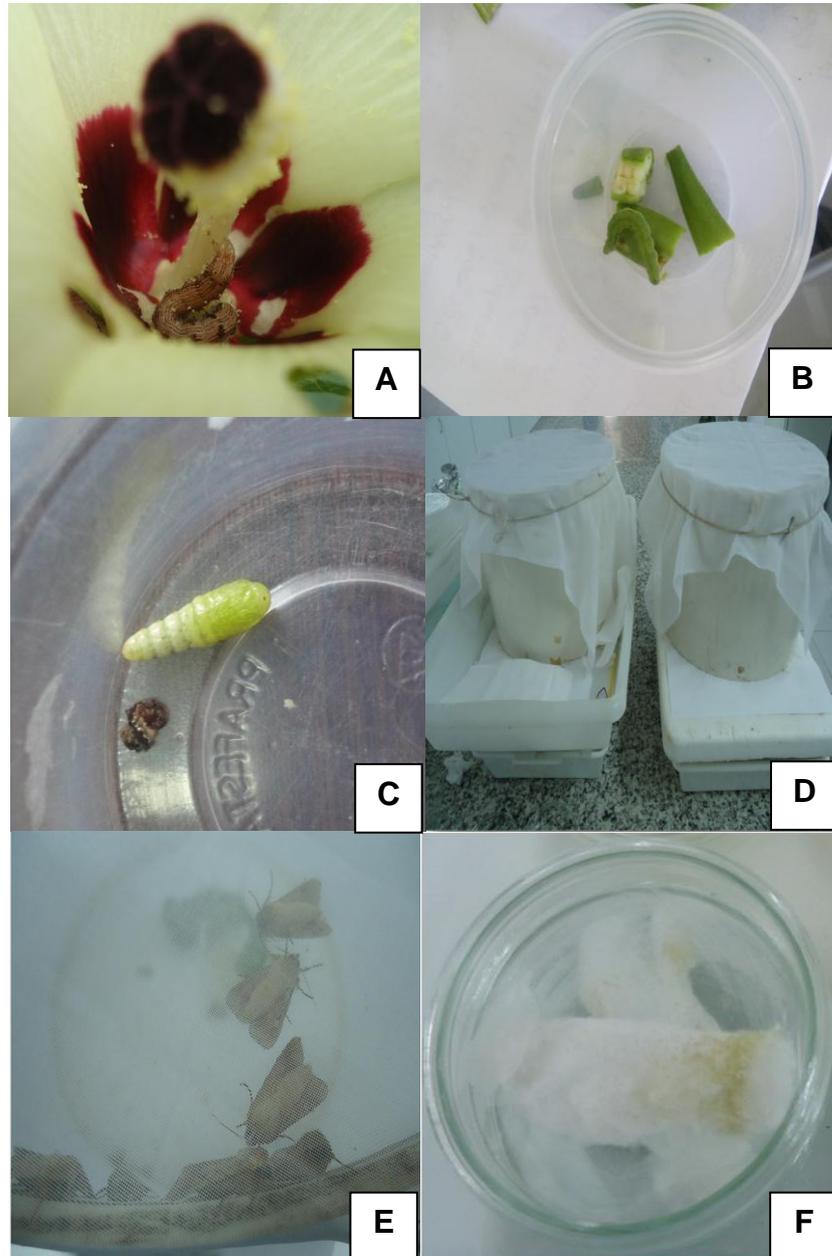


Foto: autora, 2017

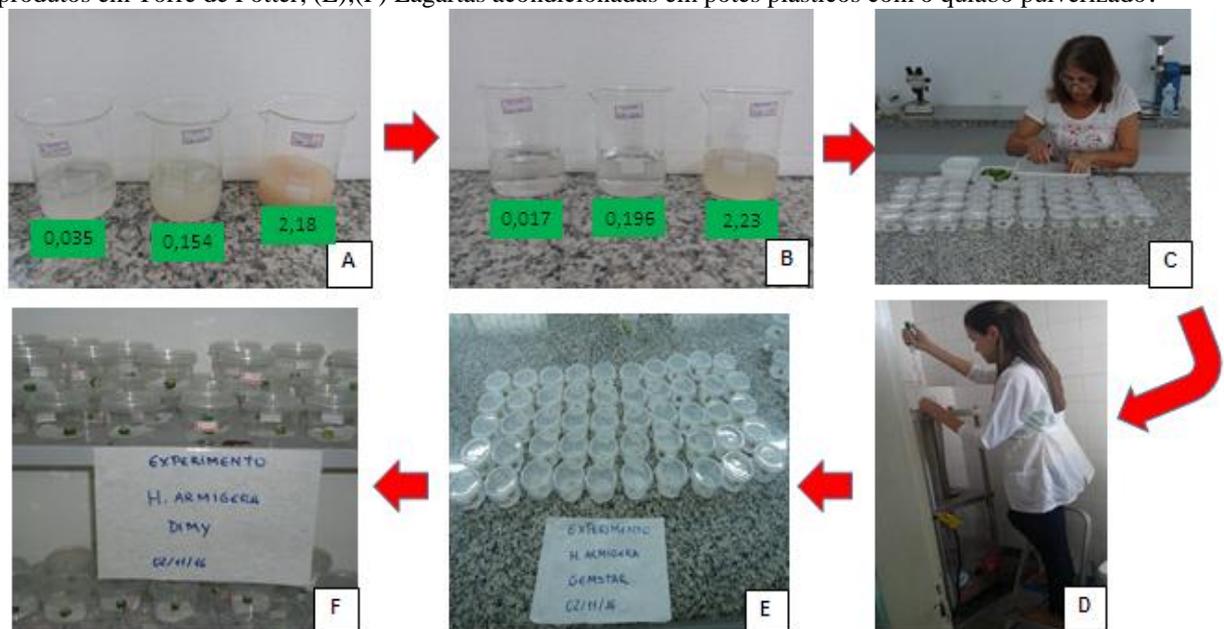
5.2.3 Toxicidade dos produtos microbianos às lagartas de *H. armigera*

Foram utilizados os produtos comerciais Dimy Pel[®] e Gemstar[®], à base da bactéria *Bacillus thuringiensis*, var. kurstaki, linhagem HD-1 e do vírus da poliedrose nuclear HzSNPV, respectivamente, sobre lagartas de 2^o ínstar de *H. armigera*. Inicialmente, foram realizados testes preliminares para determinar os valores próximos do Limite Inferior (LI) e Limite Superior (LS) (CL₅₀ e CL₉₉) dos produtos Para isso, secções transversais de quiabo

com dois centímetros de diâmetro e dois centímetros de comprimento foram pulverizadas com as concentrações de 0,0625; 0,125; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 mL da bactéria e de 0,03; 0,0625; 0,125; 0,25; 0,5; 0,75 mL do vírus. As concentrações foram preparadas no momento da utilização, diluindo-se os produtos em água destilada. A pulverização foi realizada em Torre de Potter com pressão de 5 psi/pol² e volume de calda de 2,3 mL para cada concentração. Depois de pulverizados, porções de quiabo foram postos para secar por aproximadamente 20 minutos e, posteriormente, acondicionados em potes plásticos de 100 mL onde foram colocadas as lagartas, sendo estas individualizadas devido ao seu canibalismo. Nesse experimento, utilizaram-se 20 lagartas de 2^o ínstar para cada concentração e testemunha (isenta de pulverização), distribuídas em grupos com cinco indivíduos. A mortalidade das lagartas foi avaliada até o 10^o dia e as médias obtidas foram submetidas à análise de Probit pelo programa computacional SAS (SAS, 2002) para estimativa da CL₅₀ e da CL₉₉.

Após serem conhecidas as concentrações ajustadas (CL_S), 50 lagartas de 2^o ínstar foram alimentadas com secções de quiabo com dois centímetros de diâmetro pulverizadas com as concentrações CL₁₀, CL₅₀ e CL₉₉ (Figura 13).

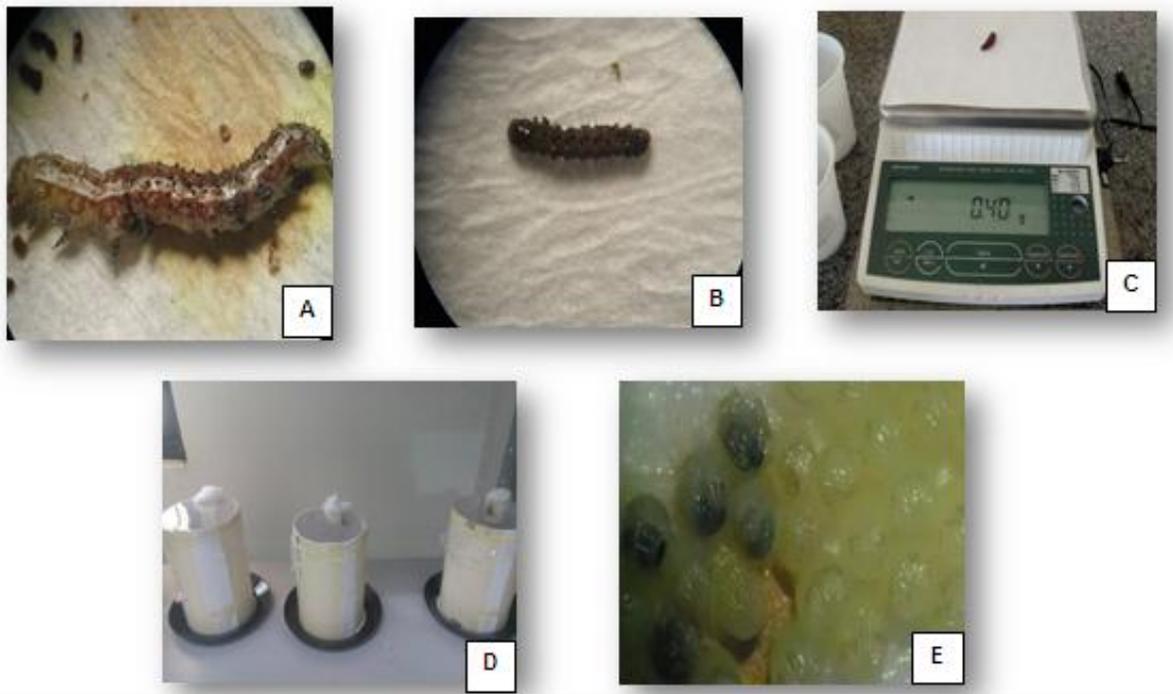
Figura 13 – Instalação do experimento: A) Preparo das concentrações do produto Dimy Pel[®]; (B) preparo das concentrações do produto Gemstar[®]; (C) Secções de quiabo com 2 cm de diâmetro; (D) Pulverização dos produtos em Torre de Potter; (E);(F) Lagartas acondicionadas em potes plásticos com o quiabo pulverizado.



A mortalidade das lagartas foi avaliada diariamente até atingirem a fase de pupa; as quais foram pesadas e, em seguida, sexadas de acordo com Buti e Cantu (1962) e acondicionadas em casais nas gaiolas de PVC (14,5 cm de diâmetro × 19,5 cm de altura). Os

adultos obtidos foram alimentados com solução açucarada a 10% e, diariamente, foram retiradas as posturas e contabilizados os ovos até o fim de seu ciclo biológico (Figura 14). Foi avaliada também a sobrevivência diária; duração e viabilidade larval; peso de pupa com 24 horas; duração e viabilidade pupal; fecundidade; fertilidade; período de oviposição; longevidade dos adultos e razão sexual. O delineamento foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos e 50 repetições, onde se formaram 10 grupos com cinco lagartas para cada tratamento e testemunha. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância em programa estatístico SAS (SAS, 2002). Foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias dos tratamentos.

Figura14 – Avaliação do experimento: (A) Lagarta com sintoma de vírus; (B) Lagarta morta decorrente da ação da bactéria; (C) Pesagem das pupas; (D) Adultos acondicionados em gaiolas; (E) Contagem dos ovos.



5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a determinação da CL_{10} , CL_{50} e CL_{99} , as concentrações sofreram ajustes pela análise de Probit. Para o produto Dimy Pel[®], houve ajuste ao modelo de Probit com o valor de $p = 0,075$. As concentrações letais estimadas foram $CL_{10} = 0,035\%$, $CL_{50} = 0,154\%$ e $CL_{99} = 2,18\%$. Para o Gemstar[®], os valores obtidos foram $p = 0,71$, $CL_{10} = 0,017\%$, $CL_{50} = 0,196\%$ e $CL_{99} = 2,23\%$ (Tabela 7).

Tabela 7 – Concentrações subletais e letal (CLs) dos produtos comerciais Dimy Pel[®] e Gemstar[®] sobre lagartas de *Helicoverpa armigera*.

Tratamento	n ¹	GL ²	Inclinação ± EP	CL ₁₀ (%) (IC 95%) ³	CL ₅₀ (%) (IC 95%) ³	CL ₉₉ (%) (IC 95%) ³	χ ²	p ⁴
Dimy Pel [®]	20	4	1,62 ± 0,36	0,035 (0,006 – 0,07)	0,154 (0,08 - 0,23)	2,18 (0,98 - 18,50)	1,89	0,075
Gemstar [®]	20	4	1,74 ± 0,41	0,017 (0,002 – 0,03)	0,196 (0,04 - 1,15)	2,23 (0,80 - 13,11)	2,11	0,71

EP: Erro-padrão; CL: Concentração letal; X²: Qui-quadrado

¹Número de insetos utilizados no teste; ²GL: Graus de liberdade; ³IC: Intervalo de confiança.; ⁴P: Probabilidade > 0,05

Os resultados obtidos mostraram que a CL₁₀ do produto Gemstar[®] foi menor que a do Dimy Pel[®]. Entretanto, com relação a CL₅₀ e CL₉₉, os valores obtidos para o produto Gemstar[®] foram maiores que para o Dimy Pel[®]. Nascimento (2016), avaliando os efeitos de cepas e formulados de *B. thuringiensis* sobre lagartas de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1950) (Lepidoptera: Noctuidae), observou que o produto comercial Dipel[®] apresentou CL₅₀ (2,64x10⁸) esporos/mL maior que os demais, indicando que este formulado foi o menos danoso na fase larval. Já a cepa HD 1 apresentou menor valor de CL₅₀ (1,42x10⁶) esporos/mL, mostrando-se mais tóxica às lagartas. No presente estudo, o produto Dimy Pel[®] apresentou CL₅₀ (0,154) menor que a obtida para o Dipel[®] por aqueles autores.

Após definidas e aplicadas as CLs, observou-se que, para o produto Dimy Pel[®], a mortalidade na CL₉₉ foi de 98,00%, diferindo das demais concentrações. As CL₅₀ e CL₁₀ mataram 52% e 14% das lagartas, respectivamente (Tabela 8). Já para o produto Gemstar[®], a mortalidade foi de 100% na CL₉₉, de 62% na CL₅₀ e de 38,00% na CL₁₀. Kuss et al. (2016), avaliando o controle de *H. armigera* com inseticidas químicos e biológicos em soja, observaram que no tratamento com Bt, na concentração 1,25 × 10¹³ esporos ha⁻¹, aplicados nas folhas da cultura em condições de campo e oferecidas às lagartas de 2^o ínstar, a mortalidade foi de 40%, após oito dias de exposição. Já para o baculovírus, a mortalidade foi de 30% no oitavo dia na concentração 4 × 10¹¹ esporos de oclusão ha⁻¹. Os valores da mortalidade mostraram-se muito inferiores, principalmente para o baculovírus, quando comparado ao presente trabalho, onde a mesma foi de 52,00% para Dimy Pel[®] na concentração 0,154 mL equivalente a 5,75 × 10⁹ esporos/mL e 62,00% para Gesmtar[®] na

concentração 0,196 mL equivalente a $3,92 \times 10^6$ esporos de oclusão/mL. Agostini (2014) obteve mortalidades de 58% e 37% em lagartas de 2^o ínstar, quando avaliou a susceptibilidade de *H. armigera* a *B. thuringiensis* com o produto Dipel[®] em duas populações da praga.

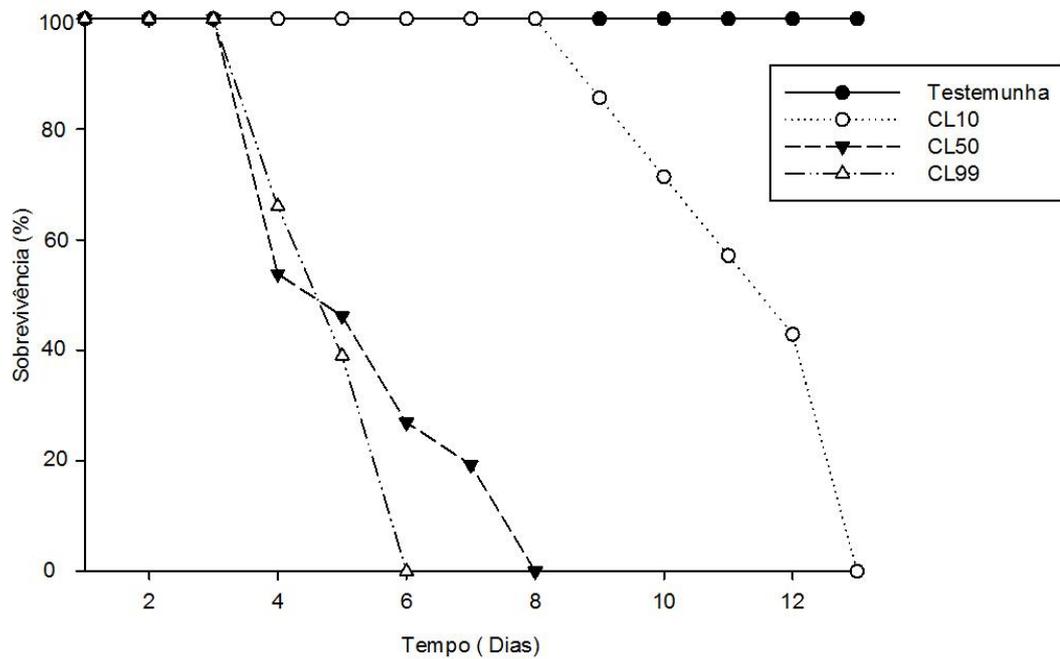
Tabela 8 - Mortalidade de lagartas de *Helicoverpa armigera* alimentadas com quiabo tratado com bactéria e vírus entomopatogênicos, *B. thuringiensis* e Baculovírus.

Produto	Mortalidade (%)			Testemunha	Estatística <i>P</i>
	CL ₁₀	CL ₅₀	CL ₉₉		
Dimy Pel [®]	14,00 ± 4,92 b	52,00 ± 4,42 c	98,00 ± 1,99 d	0,00 ± 0,00 a	< 0,0001
Gemstar [®]	38,00 ± 5,53 b	62,00 ± 3,58 c	100,00 ± 0,00 d		< 0,0001

Médias (± EP) seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

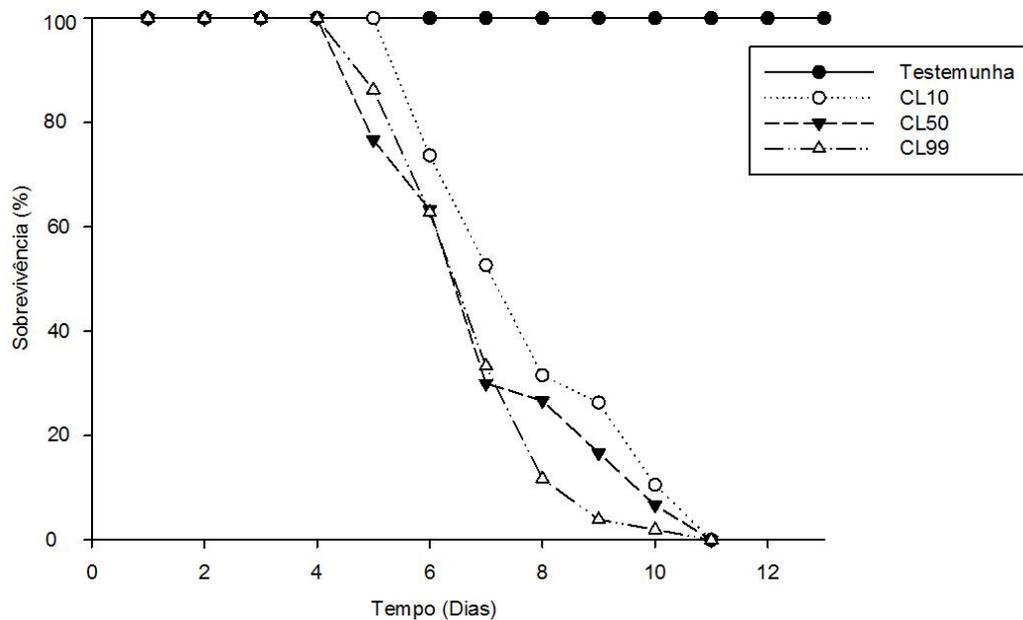
Avaliando a sobrevivência das lagartas, foi observado que, para o Dimy Pel[®] na CL₁₀, a mortalidade se iniciou a partir do 8^o dia após a exposição, sendo que a maioria das lagartas sobreviveu e deu continuidade ao ciclo. Na CL₉₉, a mortalidade das lagartas começou a ocorrer a partir do 3^o dia de avaliação, com seu término no 6^o dia, em que apenas uma lagarta sobreviveu e completou o seu desenvolvimento (Figura 15). De acordo com Bueno et al. (2012), a eficiência de *B. thuringiensis* pode ser definida com poucos dias após a sua aplicação. Esse fato está relacionado ao mecanismo de ação desse agente, que agride o epitélio intestinal, fazendo com que as lagartas interrompam a alimentação em poucas horas após o início da exposição ao agente, evoluindo para infecção generalizada e, conseqüentemente, a morte em até quatro dias. Lalitha, Muralikrishna e Rao (2011), avaliando a eficácia de isolados de Bt sobre *H. armigera* em feijão *Lablab purpureus* (L.) Sweet (Fabaceae), obtiveram resultados bastante satisfatórios com a diminuição da população da praga, como também a redução dos danos nas vagens.

Figura 15 – Sobrevivência de lagartas de *Helicoverpa armigera* alimentadas com quiabo pulverizado com bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis*.



Para o produto Gemstar[®], a mortalidade na CL₁₀ iniciou a partir do 6^o dia após a alimentação das lagartas com a dieta pulverizada com o baculovírus, estendendo-se até o 11^o dia, sendo que, nos dias posteriores, não houve mais mortalidade. Resultados expressivos foram observados na CL₉₉, pois as lagartas começaram a morrer no 5^o dia, sobrevivendo até o 10^o dia com mortalidade de 100% (Figura 16). Visto que os efeitos causados por vírus aparecem mais tardiamente, a mortalidade no presente trabalho se mostrou bastante satisfatória para o produto Gemstar[®], o que demonstra a eficiência do mesmo no controle da praga. Quando a mortalidade ocorre em poucos dias, proporciona a redução do consumo da planta e, conseqüentemente, menores danos e prejuízos ao produtor.

Figura 16 – Sobrevivência de lagartas de *Helicoverpa armigera* alimentadas quiabo pulverizado com vírus entomopatogênico Baculovírus.



Para a variável duração do período larval, pode-se observar que o menor valor foi obtido na CL₉₉, com apenas quatro dias para o produto Dimy Pel[®]. Não houve diferença entre testemunha e CL₁₀, indicando que essa concentração não provoca qualquer efeito na duração do período larval da praga. Para o produto Gemstar[®], não foi observada diferença entre CL₁₀ e CL₅₀ (12,58 e 11,45 dias, respectivamente). Entretanto, na CL₉₉, nenhuma lagarta atingiu a fase pupal (Tabela 9). Quanto à viabilidade larval, todos os tratamentos diferiram, tendo a CL₅₀ 48,00% e CL₉₉ apenas 2,00% para a bactéria e 42,00% e 0,00% para o baculovírus (Tabela 3).

Tabela 9 – Duração e viabilidade do período larval de *Helicoverpa armigera* alimentadas com quiabo pulverizado com bactéria e vírus entomopatogênicos, *B. thuringiensis* e Baculovírus.

Produto	Duração larval (dias)			Testemunha	Estatística <i>P</i>
	CL ₁₀	CL ₅₀	CL ₉₉		
Dimy Pel [®]	14,97 ± 0,22 a	8,95 ± 0,96 b	4,00 ± 0,00 c	15,70 ± 0,09 a	< 0,0001
Gemstar [®]	12,58 ± 0,64 b	11,45 ± 0,94 b	-		< 0,0001
Viabilidade larval (%)					
Dimy Pel [®]	86,00 ± 4,26 b	48,00 ± 4,42 c	2,00 ± 1,99 d	100,00 ± 0,00 a	< 0,0001
Gemstar [®]	62,00 ± 5,53 b	42,00 ± 5,53 c	-		< 0,0001

Médias (± EP) seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

Em relação ao peso de pupas, com 24 horas, em ambos os produtos, não houve diferença estatística entre a CL₁₀ e a CL₅₀ (Tabela 10). Gonçalves (2015), avaliando os efeitos subletais de *B. thuringiensis* em *Spodoptera albula* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae), observou que o isolado Bt05, na concentração de 10⁵ esporos/mL, afetou o peso de pupas, com uma redução de 35%.

Tabela 10 – Peso de pupas de *Helicoverpa armigera* com 24 horas após a formação.

Produto	Peso de pupas (g)			Testemunha	Estatística <i>P</i>
	CL ₁₀	CL ₅₀	CL ₉₉		
Dimy Pel [®]	0,21 ± 0,003 b	0,21 ± 0,005 b	0,19 ± 0,001 b	0,35 ± 0,006 a	< 0,0001
Gemstar [®]	0,21 ± 0,006 b	0,19 ± 0,012 b	-		< 0,0001

Médias (± EP) seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

Polanczyk e Alves (2005) constataram efeitos subletais de isolados de Bt no peso de pupas de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), onde também foi observado que, em alguns casos, estes efeitos passaram para a fase adulta, afetando a oviposição e longevidade dos adultos.

De acordo com Stark e Banks (2003), substâncias tóxicas podem exercer tanto efeitos severos, quanto aqueles mais leves, os quais também devem ser considerados quando da avaliação do efeito de agentes de controle. Para *B. thuringiensis*, os efeitos subletais mais comumente observados são inibição da alimentação, redução do peso de pupas, prolongamento do ciclo biológico e aumento da incidência de polimorfismo no desenvolvimento, de acordo com a concentração ingerida pela praga.

Para a duração do período pupal, os resultados obtidos mostraram que não houve diferença estatística entre as concentrações para o produto à base de *B. thuringiensis*, com variação de 9,60 a 10,50 dias. No tratamento com o baculovírus, a variação foi de 9,82 a 10,37 dias, não sendo obtida nenhuma pupa para a CL₉₉ (Tabela 11). Na variável viabilidade pupal, a CL₁₀ do produto Dimy Pel[®] não diferiu da testemunha e da CL₅₀, com valores de 95,34%; 100,00% e 83,33%, respectivamente. Foi observado que, na CL₉₉, nenhum adulto foi obtido, ou seja, a pupa formada foi inviável, tornando-se impossível avaliar o efeito do produto sobre a fecundidade, fertilidade e longevidade dos adultos. Gonçalves (2015) avaliou o efeito subletal de Bt em *S. albula* e observou que cerca de 90% das pupas não se transformaram em adultos.

Tabela 11 – Duração e viabilidade pupal de *Helicoverpa armigera* oriundas de lagartas alimentadas com quiabo pulverizado com bactéria e vírus entomopatogênicos, *B. thuringiensis* e Baculovírus.

Produto	Duração pupal (Dias)			Testemunha	Estatística <i>P</i>
	CL ₁₀	CL ₅₀	CL ₉₉		
Dimy Pel [®]	9,60 ± 0,15 a	10,50 ± 2,14 a	10,50 ± 2,14 a	9,82 ± 0,10 a	0,0026
Gemstar [®]	10,19 ± 0,16 a	10,37 ± 0,26 a	-		0,0512
Viabilidade pupal (%)					
Dimy Pel [®]	95,34 ± 3,24 ab	83,33 ± 7,76 b	0,00 ± 0,00 c	100,00 ± 0,00 a	0,0000
Gemstar [®]	91,30 ± 6,00 a	72,72 ± 14,08 b	-		0,0014

Médias (± EP) seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

De acordo com Burgerjon, Biache e Cals (1969) e Bortoli et al. (2012), a mudança da fase de lagarta para pupa e, desta última para adulto, implica em importantes alterações na fisiologia dos insetos. Sendo assim, concentrações subletais de *B. thuringiensis* podem provocar mortalidade de pré-pupas e pupas. Em relação ao produto Gemstar[®], a CL₅₀ proporcionou uma viabilidade pupal menor quando comparado ao Dimy Pel[®], com 72,72%. Pode-se observar também que a CL₁₀ não exerceu influência nessa variável. Foram formados 24 casais de *H. armigera* no tratamento testemunha, 12 e cinco no produto Dimy Pel[®] para CL₁₀ e CL₅₀, respectivamente. No produto Gemstar[®] foram formados seis casais na CL₁₀ e três na CL₅₀.

Avaliando a fecundidade, os dois produtos influenciaram nessa variável. Os menores valores obtidos foram os da CL₅₀ de ambos os produtos, com médias 330,60 e 148,00 ovos, respectivamente (Tabela 12). A testemunha apresentou fecundidade média de 888,25 ovos. Isso mostra que o Dimy Pel[®] reduziu a fecundidade de *H. armigera* em 32,54% e em 62,79% (para CL₁₀ e CL₅₀, respectivamente). Para o Gemstar[®], a redução foi de 58,35% e de 83,34% (para CL₁₀ e CL₅₀, respectivamente). Em relação à fertilidade a diferença foi observada apenas na CL₅₀ nos dois produtos, havendo redução de 17,22 % para Dimy Pel[®] e de 48,39 para Gemstar[®].

Tabela 12 – Fecundidade e fertilidade de adultos de *Helicoverpa armigera* oriundos de lagartas alimentadas com quiabo pulverizado com bactéria e vírus entomopatogênicos, *B. thuringiensis* e Baculovírus.

Produto	Fecundidade			Testemunha	Estatística <i>P</i>
	CL ₁₀	CL ₅₀	CL ₉₉		
Dimy Pel [®]	599,25 ± 17,69 b	330,60 ± 64,19 c	-	888,25 ± 18,39 a	< 0,0001
Gemstar [®]	370,00 ± 49,43 b	148,00 ± 77,86 c	-		< 0,0001
Fertilidade (%)					
Dimy Pel [®]	93,41 ± 0,64 a	82,78 ± 2,20 b	-	95,46 ± 0,35 a	< 0,0001
Gemstar [®]	86,09 ± 1,26 a	51,61 ± 25,8 b	-		< 0,0001

Médias (± EP) seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

Para o período de oviposição, os tratamentos apresentaram diferença entre si, com exceção da CL₁₀ do produto Dimy Pel[®], que apresentou valor bem próximo da testemunha e da sua CL₅₀, não diferindo destes. O produto Gemstar[®] se destacou, com um período de oviposição de apenas 1,66 dias na CL₅₀ (Tabela 13).

Tabela 13 – Período de oviposição de fêmeas de *Helicoverpa armigera* oriundas de lagartas alimentadas com quiabo pulverizado com bactéria e vírus entomopatogênicos, *B. thuringiensis* e Baculovírus.

Produto	Período de Oviposição (dias)			Testemunha	Estatística <i>P</i>
	CL ₁₀	CL ₅₀	CL ₉₉		
Dimy Pel [®]	5,00 ± 0,14 ab	4,58 ± 0,31 b	-	5,37 ± 0,10 a	0,0006
Gemstar [®]	3,50 ± 0,44 b	1,66 ± 0,87 c	-		< 0,0001

Médias (± EP) seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

Em relação à razão sexual, pode-se verificar nesse estudo, que a CL₅₀ do produto Dimy Pel[®] e a CL₁₀ e CL₅₀ do produto Gemstar[®] interferiram na emergência de fêmeas, com valores de 0,29; 0,26 e 0,27, respectivamente (Tabela 14). O produto Dimy Pel[®] não afetou a longevidade de adultos. No entanto, para o Gemstar[®], houve diferença entre as concentrações, com 6,33 dias para a CL₁₀ e apenas 1,66 dias para a CL₅₀ (Tabela 14). Os adultos emergidos na CL₅₀ ainda mostraram pouca procura pela solução açucarada, mantendo-se na parte inferior da gaiola, não demonstrando nenhuma reação aos estímulos do ambiente. Tal comportamento foi diferente em relação aos adultos provenientes da testemunha e da CL₁₀, que se mostraram bastante ativos.

Tabela 14 – Razão sexual e longevidade de adultos de *Helicoverpa armigera* oriundos de lagartas alimentadas com quiabo pulverizado com bactéria e vírus entomopatogênicos, *B. thuringiensis* e Baculovírus.

Produto	Razão sexual			Testemunha	Estatística <i>P</i>
	CL ₁₀	CL ₅₀	CL ₉₉		
Dimy Pel [®]	0,58 ± 0,04 a	0,29 ± 0,04 b	-	0,50 ± 0,03 a	0,0002
Gemstar [®]	0,26 ± 0,04 b	0,27 ± 0,02 b	-		0,0006
Longevidade dos adultos (dias)					
Dimy Pel [®]	8,16 ± 0,34 a	8,20 ± 0,37 a	-	8,45 ± 0,17 a	0,6637
Gemstar [®]	6,33 ± 0,42 b	1,66 ± 0,87 c	-		< 0,0001

Médias (± EP) seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

Burgerjon, Biache e Cals (1969) e Bortoli et al. (2012) afirmaram que efeitos subletais causados por agentes entomopatogênicos, podem se manifestar através da redução do ciclo biológico da praga, da fertilidade, da fecundidade, como também na mudança da razão sexual e de comportamento, como alimentação, procura e postura.

Os resultados obtidos no presente estudo fornecem informações sobre a eficiência dos produtos Dimy Pel[®] e Gemstar[®] sobre lagartas de *H. armigera* e os efeitos subletais sobre os indivíduos sobreviventes. Essas informações são importantes para o desenvolvimento de programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), visando a definição de aplicações de controle efetivo, como também se mostram uma ferramenta muito importante para produtores que optam pela produção orgânica, pois se apresentam como alternativa eficiente aos produtos químicos, proporcionando redução de danos e menores custos ao produtor, além da preservação da população dos inimigos naturais.

5.4 CONCLUSÕES

O produto Gemstar[®] (baculovírus HzSNPV) é eficiente no controle de *H. armigera* e causa efeitos subletais na biologia da praga na concentração 0,196 mL;

A concentração 0,017 mL do produto Gemstar[®] não interfere na viabilidade pupal e na fertilidade da praga;

O produto Dimy Pel[®] não causa efeito subletal na duração pupal e na longevidade dos adultos na concentração 0,154 mL;

A concentração 0,035 mL do produto Dimy Pel[®] interfere na viabilidade larval, peso de pupas e fecundidade de *H. armigera*.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINI, L. T. **Suscetibilidade de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) a entomopatógenos**. 2014. 87p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014.
- BORTOLI, S.A. et al. Subdosagens de *Bacillus thuringiensis* em *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) e *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.25, p.50-57, 2012.
- BUENO, A. et al. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN CAMPO, C.B.; CORRÊA FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, p.493-629, 2012.
- BURGERJON, A.; BIACHE, G.; CALS, P. Teratology of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, as provoked by larval administration of the thermostable toxin of *Bacillus thuringiensis*. **Journal of Invertebrate Pathology**, United State, v.14, p.274-278, 1969. DOI: 10.1016/0022-2011(69) 90117-7.
- BUTI, B.A.; CANTU, E. Sex determination of lepidopterous pupae. Washington: **United States Department of Agriculture – Agricultural Research Service**, 33-75 p. 1962.
- CZEPAK, C. et al. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, p.110-113, 2013.
- GONÇALVES, K. C. **Mortalidade e efeitos subletais de *Bacillus thuringiensis* Berliner em *Spodoptera albula* (Walker, 1857)**. 2015. 41f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014.
- KUSS, C.C. Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.5, p.527-536, 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000500013
- LALITHA, C.; MURALIKRISHNA, T.; RAO, V.S. Field evaluation of native *Bacillus thuringiensis* strains against *Helicoverpa armigera* (Hubner) in field bean (*Lablab purpureus*). **Pest Management in Horticultural Ecosystems**, Amsterdam v.17, p.121-126, 2011.
- MORAL GARCIA, F. J. Analysis of the spatiotemporal distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in a tomato field using a stochastic approach. **Biosystems Engineering**, Toowoomba, v.93, n.3, p.253-259, 2006.
- NASCIMENTO, P. T. **Avaliação da compatibilidade de *Bacillus thuringiensis* e *Trichogramma pretiosum* no controle biológico de *Helicoverpa zea***. 2016. 59f. Dissertação

(Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração Produção Vegetal) Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, 2016.

PINÓIA, S. S. F. **Eficácia de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) e Spinosade no controle de *Helicoverpa armigera* (Hbn) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro.** 2012. 89f. Dissertação. Universidade de Lisboa, 2012.

POLANCZYK, R. A.; ALVES, S. B. Biological parameters of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) assayed with *Bacillus thuringiensis* Berliner. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n.5, p. 464-468, 2005.

QUINTELA, E. D. et al. Desafios do manejo integrado de pragas da soja no Brasil Central. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão (Embrapa Arroz e Feijão. **Comunicado Técnico**, 149), 2007.

SAS Institute. User's guide: statistics, version 9.1. SAS Institute Inc. Cary, NC, 2002.

STARK, J.D.; BANKS, J.E. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.48, p.505–519, 2003.

SOSA-GÓMEZ, D. R. **Seletividade de agroquímicos para fungos entomopatogênicos.** 2008. Disponível em: http://cnpso.embrapa.br/download/artigos/seletiv_fung.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2017.