

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

PAULO HENRIQUE TAVARES SANTOS FARIAS

Efeito de formulações comerciais de *Azadirachta indica* A. Juss incorporadas à dieta artificial, sobre a biologia de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae)

Rio Largo, AL

2017

PAULO HENRIQUE TAVARES SANTOS FARIAS

Efeito de formulações comerciais de *Azadirachta indica* A. Juss incorporadas à dieta artificial, sobre a biologia de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Proteção de Plantas, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Proteção de Plantas.

Orientador: Dr. Elio Cesar Guzzo

Rio Largo, AL

2017

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

F224e Farias, Paulo Henrique Tavares Santos
 Efeito de formulações comerciais de *Azadirachta indica* A. Jus incorporadas à dieta artificial, sobre a biologia de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) / Paulo Henrique Tavares Santos Farias – 2017.
 64 f.; il.

Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas) - Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Elio Cesar Guzzo

Inclui bibliografia

1. Inseticidas botânicos 2. Nim 3. Lagarta desfolhadora do Velho Mundo I. Título

CDU: 632.95

Folha de Aprovação

PAULO HENRIQUE TAVARES SANTOS FARIAS

Efeito de formulações comerciais de *Azadirachta indica* A. Juss incorporadas à dieta artificial, sobre a biologia de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae)

Dissertação submetida à banca avaliadora como requisito para conclusão do curso de Mestrado em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas e aprovada em 21 de agosto de 2017.

CCS

Dr. Elio Cesar Guzzo, Embrapa Tabuleiros Costeiros – UEP Rio Largo, AL
(Orientador)

Banca examinadora:

João Gomes da Costa
Dr. João Gomes da Costa, Embrapa Tabuleiros Costeiros - UEP Rio Largo, AL
(Examinador Externo)

Mariana Oliveira Brêda
Prof.^a Dr.^a Mariana de Oliveira Brêda, CECA/UFAL
(Examinador Interno)

*A Deus que me confiou a pais
maravilhosos, Francisco Farias e Glória
Tavares, aos quais também,*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, que em seu Espírito renova todas as coisas, bem como as minhas forças, e à Santíssima Virgem.

Aos meus pais, Francisco José Farias da Silva e Glória Lúcia Tavares Santos Farias, minha base, princípio de todo o meu amor, exemplos de lealdade, honestidade, caráter e sabedoria. Amo vocês!

Ao meu irmão, Luís Eduardo Tavares Santos Farias, modelo de busca incansável pelo conhecimento.

À minha namorada, Mayra Leandro da Silva, pela cumplicidade, apoio e incentivo.

Aos meus avós: Francisco Silva e Enaura Farias (*in memoriam*); Maria da Glória Tavares; Josenias Domingos (*in memoriam*) e Bernadete Tavares; Josias Domingos (*in memoriam*) e Bernadina Tavares; tios e primos, os quais nunca mediram esforços em ajudar-me no que fosse necessário.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa de estudos concedida, tornando-se fundamental para a conclusão deste curso.

Ao Dr. Elio Cesar Guzzo, pela orientação e valiosas contribuições no presente trabalho, pela amizade fraterna e solicitude durante o decorrer deste curso de mestrado. Pela minha formação intelectual-científica, moral e ética, tornando-se, para mim, uma referência profissional.

Ao Sr. Bruno Marin, e à BUG Agentes Biológicos, grandes parceiros durante a condução deste estudo, sobretudo no fornecimento dos insetos utilizados nesta pesquisa.

À Prof.^a Dr.^a Sônia Maria Forti Broglio, pelos conhecimentos passados, disponibilidade e pela doação dos produtos utilizados nesse estudo.

A todos os que constituem o Programa de Pós Graduação em Proteção de Plantas do Centro de Ciências Agrárias – UFAL, de modo particular aos professores da linha de pesquisa em Entomologia: Prof.^a Dr.^a Sônia Maria Forti Broglio; Prof.^a Dr.^a Adriana Guimarães Duarte; Prof.^a Dr.^a Roseane Cristina Predes Trindade e, por fim, o Professor Dr. Edmilson Santos Silva, o qual me fez descobrir, o ‘universo da entomologia’ ainda na graduação.

Aos pesquisadores, funcionários e estagiários da Embrapa Tabuleiros Costeiros, UEP, Rio Largo, especialmente ao MSc André Felipe Câmara Amaral, pelo auxílio nos cálculos das diluições dos produtos, e ao Dr. João Gomes da Costa, pela conferência das análises estatísticas.

A Letice Souza; Djison Silvestre; Maria Eugênia Vieira Xavier; César Gonçalves dos Santos e Jhonatan David Santos das Neves, pelo apoio, incentivo e participação ativa na montagem e avaliação deste experimento. Vocês foram imprescindíveis!

Aos laços pessoais e profissionais que durante esta jornada estreitei, assim, agradeço aos amigos pelos bons momentos compartilhados: Alex Oliveira Rocha; José Rogério de Souza; Saymon Acchile Santos; Luciene Ribeiro; José Gomes Filho; Erivânia Virtuoso; Izabel Vieira de Souza; Samara dos Santos; Lindinalva dos Santos; Pedro da Silva; Jhonatan David Santos das Neves; Valdemir Albuquerque da Silva Júnior; Simone Costa; Jackeline Maria dos Santos; Letice Souza; Maria Eugênia Vieira Xavier; Djison Silvestre, César Gonçalves dos Santos e Maxdouglass Santos. Sou grato pela convivência e aprendizado obtidos diariamente com vocês, desejo sucesso a todos em suas carreiras profissionais!

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração desse trabalho, meu...

Muito Obrigado!

“Não vos conformeis com este mundo, mas transformai-vos pela renovação da vossa mente, para que possais discernir qual é a vontade de Deus, o que é bom, o que lhe agrada e o que é perfeito.”

(Romanos 12:2)

RESUMO

Em 2013, *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae), considerada praga quarentenária A1, foi detectada no Brasil, causando severos prejuízos a diversas culturas agrícolas. O controle químico foi a principal forma de combatê-la, sobretudo pela rapidez na mortalidade dos insetos, contudo, problemas de resistência da praga a estes produtos foram observados com seu uso. Atualmente, com a integração dos métodos de controle no manejo de pragas, preconiza-se a utilização de fontes alternativas frente às práticas tradicionais existentes, como o uso de inseticidas botânicos, capazes de controlar os insetos-praga com grande eficiência, causando mortalidade e/ou interferindo na sua biologia. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de produtos comerciais à base de nim *Azadirachta indica* A. Juss sobre os parâmetros da biologia de *H. armigera*, quando incorporados à dieta artificial. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento de Rio Largo, AL, onde foi preparada a dieta artificial e incorporados os produtos. Foram utilizados os produtos Neenmax[®], Nim-I-go[®] e Emulzinim[®] (à base de nim); o inseticida Pirate[®] (controle positivo) e água destilada (controle negativo). Lagartas recém-eclodidas de *H. armigera* foram colocadas em placas plásticas com a dieta artificial contendo os produtos, sendo removidas após 72 horas para novos recipientes contendo dieta isenta dos produtos. Os insetos foram criados até a emergência dos adultos para formação de casais. Foram avaliados os seguintes parâmetros biológicos: viabilidade e duração das fases imaturas; peso de pupas; razão sexual; fecundidade, fertilidade, período de pré-oviposição, período de oviposição e longevidade dos adultos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (produtos e controles) e 10 repetições. As médias foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando-se o programa SASM - Agri. Dentre os produtos à base de nim avaliados, Neenmax[®] foi o mais eficiente, causando 94% de mortalidade das lagartas, não diferindo estatisticamente do controle Pirate[®] (100%), e 0% de viabilidade das pupas. Os produtos Emulzinim[®] e Nim-I-go[®] causaram 36% e 46% de mortalidade nas lagartas, e 86% e 88% de viabilidade nas pupas, respectivamente, diferindo dos dois primeiros e também do controle negativo (0% de mortalidade das lagartas e 100% de viabilidade das pupas). Para as demais variáveis avaliadas, exceto razão sexual e período de pré-oviposição, os produtos Emulzinim[®] e Nim-I-go[®] afetaram os parâmetros biológicos de *H. armigera*. Todos os produtos à base de nim utilizados neste estudo provocaram alguma alteração no desenvolvimento biológico de *H. armigera*, sendo que Neenmax[®], na dose recomendada pelo fabricante, mostrou-se eficiente no controle da praga.

Palavras-chave: Inseticidas botânicos. Nim. Lagarta desfolhadora do Velho Mundo.

ABSTRACT

In 2013, *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae), which was considered to be the A1 quarantine pest, was identified in Brazil causing severe damage to several agricultural crops. Chemical control was the main way to combat it, especially because of the speed of the insect mortality, however, its indiscriminate use led to problems of pest resistance. Currently, the use of alternative sources is recommended in comparison to the existing traditional practices with the integration of control methods in pest management, such as the use of botanical insecticides capable of controlling insect pests with great efficiency, causing mortality and/or interfering with its biology. The objective of this study was to evaluate the effect of commercial products based on neem *Azadirachta indica* A. Juss on the parameters of *H. armigera* biology, when incorporated in the artificial diet. The study was conducted in the Entomology Laboratory of the Embrapa Coastal Tablelands, Unit of Research Execution and Development in the municipality of Rio Largo, AL, where the artificial diet was prepared and the products were incorporated to it. The following products were used: Neenmax®, Nim-I-go® and Emulzinim® (neem-based); the insecticide Pirate® (positive control) and distilled water (negative control). Newly hatched *H. armigera* caterpillars were placed on plastic plates with the artificial diet containing the products and removed after 72 hours to new plates containing diet without the insecticides. Insects were raised until the emergence of adults to form couples. The following biological parameters were evaluated: viability and duration of the immature stages; pupae weight; sex ratio; fecundity, fertility, pre-oviposition period, oviposition period and adult longevity. The experimental design was completely randomized, with five treatments (products and controls) and 10 repetitions. Mean values were submitted to variance analysis and compared by the Tukey's test at 5% of significance using the SASM – Agri program. Among neem-based products evaluated, Neenmax® was the most efficient, killing 94% of the caterpillars, and not statistically differing from Pirate® (100%), and 0% of viability of the pupae. The Emulzinim® and Nim-I-go® products caused 36% and 46% of caterpillar mortality, and 86% and 88% of viability in the pupae, respectively, differing from the first two and also from the negative control (0% caterpillar mortality and 100% pupae viability). The Emulzinim® and Nim-I-go® products affected the biological parameters of *H. armigera*, differing statistically from the negative control, for all the other variables evaluated except for the sex ratio and the pre-oviposition period. All the neem-based products used in this study caused some alteration in the biological development of *H. armigera*, whereas Neenmax® proved to be efficient in controlling the pest using the recommended dose by the manufacturer.

Keywords: Botanical insecticides. Neem. Defoliating caterpillar of the Old World.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fases do ciclo biológico de <i>Helicoverpa armigera</i> . A) Ovos; B) Lagarta sobre dieta artificial com comportamento característico de encurvamento da cabeça; C) Pupa; D) Inseto adulto.	20
Figura 2 - Variação de cores em fase larval de <i>Helicoverpa armigera</i>	22
Figura 3 - Características de dimorfismo sexual observadas em adultos. A) Macho e B) Fêmea.	23
Figura 4 - Esquematisação da fórmula estrutural da azadiractina.	35
Figura 5 - Esquema de criação de fases imaturas de <i>H. armigera</i> . A) Lagartas compartimentalizadas em células de placas de cultura de tecido; B) Pupas individualizadas em copos descartáveis.	39
Figura 6 - Esquema de criação de adultos de <i>H. armigera</i> . À esquerda, exterior das gaiolas de PVC, à direita, interior da gaiola.	40
Figura 7 - Anomalias verificadas em pupas de <i>H. armigera</i> alimentadas com dieta artificial contendo inseticidas à base de nim.	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da dieta artificial modificada para <i>H. armigera</i>	37
Tabela 2 - Caracterização das formulações comerciais utilizadas como tratamentos.	38
Tabela 3 - Viabilidade e duração dos períodos larval e pupal, razão sexual e peso de pupas (média ± EP) de <i>Helicoverpa armigera</i> criada sobre dieta artificial contendo formulações de <i>A. indica</i> (72 horas) e controles. Temperatura: 25,0 ± 1°C; UR: 80 ± 10%; fotofase: 12 horas. Rio Largo, AL, 2017.	42
Tabela 4 - Longevidade de machos e fêmeas adultos, período de pré-oviposição e período de oviposição (média ± EP) de <i>H. armigera</i> criada sobre dieta artificial contendo formulações de <i>A. indica</i> (72 horas) e controle. Temperatura: 25,0 ± 1°C; UR: 80 ± 10%; fotofase: 12 horas. Rio Largo, AL, 2017.	47
Tabela 5 - Fecundidade (diária e total) e fertilidade (média ± EP) de <i>H. armigera</i> criada sobre dieta artificial contendo formulações de <i>A. indica</i> (72 horas) e controle. Temperatura: 25,0 ± 1°C; UR: 80 ± 10%; fotofase: 12 horas. Rio Largo, AL, 2017.	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	<i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae).....	18
2.2	Nomenclatura científica, sinonímia e posição taxonômica.....	19
2.3	Aspectos bioecológicos	20
2.3.1	Fase de ovo	21
2.3.2	Fase larval	21
2.3.3	Fases de pré-pupa e pupa	22
2.3.4	Fase adulta	23
2.4	Caracteres para identificação	24
2.5	Origem e distribuição geográfica	25
2.6	Hospedeiros principais e alternativos.....	26
2.7	Danos e perdas em plantas hospedeiras	27
2.8	Estratégias de manejo em agroecossistemas	28
2.9	Inseticidas botânicos	31
2.10	O nim <i>Azadirachta indica</i> A. Juss.....	32
2.10.1	Características botânicas	33
2.10.2	Metabólitos secundários.....	34
2.10.3	Produtos e derivados	35
2.10.4	Efeitos praguicidas.....	35
3	MATERIAL E MÉTODOS	37
3.1	Local e condições ambientais do experimento.....	37
3.2	Obtenção dos insetos	37
3.3	Preparação da dieta artificial e incorporação dos produtos a serem avaliados	37
3.4	Avaliação do efeito dos produtos sobre a biologia de <i>H. armigera</i>	38
3.5	Delineamento experimental e análise estatística.....	41

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

A produção e diversificação de culturas agrícolas no Brasil lhe conferem o título de celeiro mundial. O Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio representa aproximadamente 23,0% do PIB total do país, fomentando em torno de R\$ 1,1 trilhão na economia nacional. A causa desse desempenho baseia-se, sobretudo, na expansão da fronteira agrícola nos últimos anos, por meio de atividades como o cultivo extensivo de fibras, como por exemplo, o algodão e a cana-de-açúcar, e florestais, como o eucalipto (PORTAL BRASIL, 2014), além do crescente aumento na produção de grãos (MMA, 2017). A estimativa para a safra 2016/17 é de que o país produza 213,1 milhões de toneladas de grãos em uma área aproximada de 59,2 milhões de hectares. Espera-se, para essa safra, um acréscimo de 26,5 milhões de toneladas, se comparada à anterior, correspondendo a um aumento de 14,2% na produção (CONAB, 2016).

Os problemas fitossanitários, porém, que caminham ao lado da produção agrícola, poderão ser responsáveis pela frustração das expectativas, e são cada vez mais frequentes, desafiando as projeções de produção de alimentos, e limitando o abastecimento nos mercados interno e externo. Parte desses problemas relaciona-se estritamente ao aparecimento de pragas cosmopolitas, polífagas, resistentes a moléculas químicas e transgenia de proteínas Bt (GUNNING et al., 2005; ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013), como por exemplo, as três espécies de Lepidoptera *Heliothis virescens* (Fabricius), *Helicoverpa zea* (Boddie) e *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Noctuidae: Heliothinae), registradas no Brasil. Dentre estas, *H. armigera* destaca-se atualmente por ser mais agressiva, além de possuir como hospedeiras inúmeras espécies de plantas cultivadas, especialmente algumas *commodities* agrícolas como soja, milho e algodão (IMAmt, 2013).

Esse inseto, até então ausente no Brasil, chamou atenção de produtores e técnicos na safra 2012/2013 pelo seu ataque devastador em lavouras de soja na Região Centro-Sul. Informações extraoficiais, porém, especulam que a espécie já estivesse presente no país. Sua presença foi então detectada, em seguida identificada e comunicada através do laudo de oficialização emitido pela Embrapa Cerrados ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) no ano de 2013 (SPECHT; GOMEZ; PAULA-MORAES, 2013).

O real potencial de dano e a disseminação de *H. armigera* no Brasil ainda são motivos de controvérsias. Sabe-se que esta praga provoca danos consideráveis ao longo de toda a

fenologia de suas plantas hospedeiras: na fase vegetativa, através do consumo de folhas e caule, podendo ocasionar até o desfolhamento por completo da planta quando em alto nível populacional, depauperando assim, os órgãos responsáveis pela síntese de carboidratos; e na fase reprodutiva, atacando as inflorescências, frutos e vagens, depreciando-os (REED, 1965; WANG; LI, 1984).

As mariposas adultas possuem hábito crepuscular, por isso, normalmente, realizam a postura em horários noturnos, preferencialmente na face adaxial das folhas, com ovos quase sempre isolados ou formando pequenos grupos (MENSAH, 1996). Decorridos, em média, três dias, eclodem as lagartas, apresentando coloração variada ao longo do seu desenvolvimento. As larvas são desfolhadoras e passam por cinco ou seis diferentes instares, a depender da genética, alimentação e condições climáticas. No último estágio larval, a lagarta cessa sua alimentação em preparação para a fase seguinte, este estágio é denominado pré-pupa. As pupas se desenvolvem no solo e no interior de casulos, comuns em Lepidoptera, permanecendo entre 10 e 14 dias, quando então emerge o adulto (ALI et al., 2009).

Para o controle de *H. armigera*, existem diversos produtos no Brasil, de natureza química, biológica e comportamental, com registro no MAPA (AGROFIT, 2017). O controle realizado no campo, ainda é limitado principalmente ao uso de inseticidas químicos, os quais em muitos casos tornam-se ineficientes, devido a características intrínsecas da espécie, que apresenta um tegumento impermeável a produtos que tenham o modo de ação por contato e alta capacidade de desenvolver resistência a inseticidas (ALVI et al., 2012). Nos sistemas de produção atual, preconiza-se o manejo integrado de pragas (MIP), o qual não tem por finalidade a erradicação das pragas nas lavouras, mas, através da manipulação ambiental, objetiva-se o convívio com esses artrópodes, sem que atinjam uma densidade populacional capaz de causar dano econômico aos cultivos.

O ambiente impróprio ao normal desenvolvimento biológico dos insetos evita surtos populacionais periódicos e, em consequência, reflete em um maior rendimento das culturas. Para Panizzi; Parra (1991), uma das maneiras de manipulação ambiental, por exemplo, seria o fornecimento de fontes nutricionais impróprias. O estudo da biologia de um inseto em algum alimento contaminado com determinado produto permite o conhecimento da ação deste produto sobre os estágios de desenvolvimento do inseto, tornando-se subsídio para seu manejo em sistemas de produção (LIU et al., 2010).

Os inseticidas botânicos conquistam cada vez mais espaço no MIP, estes são constituídos por metabólitos secundários de plantas com ação sobre as pragas, interferindo em sua biologia com efeitos letais e/ou subletais, proporcionando redução na densidade populacional destas nos sistemas agrícolas (AOYMA; LALINAS, 2012). O nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) é, dentre as espécies vegetais, a mais estudada como inseticida botânico, e vem conquistando cada vez mais espaço no manejo das pragas em agroecossistemas, sobretudo por sua eficiência como inseticida e sua baixa toxicidade a mamíferos. Os compostos de *A. indica* podem ter ação sobre mais de 400 espécies de insetos e ácaros de importância agrícola. Age por ingestão e os efeitos observados sobre os insetos são: deterrência; repelência para oviposição; atraso no desenvolvimento; ação sobre a ecdise; redução da fecundidade e fertilidade, dentre outros relacionados à fisiologia e ao comportamento, e até mesmo a morte (MARTINEZ, 2002).

Em virtude das questões supracitadas, entende-se a necessidade de se testar medidas alternativas, como por exemplo, o uso de inseticidas botânicos, constituídos de princípios ativos capazes de interferir na biologia de insetos-praga com grande eficiência frente ao método químico, que se configura como o método de controle mais tradicional. Este estudo teve por objetivo avaliar os parâmetros da biologia de *H. armigera*, incorporando formulações comerciais à base de *A. indica* em doses recomendadas pelos fabricantes à dieta artificial de neonatas por 72 horas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae)

O crescente avanço das fronteiras agrícolas e o transporte das *commodities* advindas do campo, que superam as barreiras físicas das regiões do globo, tornam-se uma ameaça constante à sanidade das lavouras, sobretudo, em se tratando da introdução de espécies exóticas (LEÃO et al., 2011). As espécies que não são nativas de uma determinada localidade requerem maior atenção, especialmente no que diz respeito à substituição de espécies nativas, ocasionando alteração na teia trófica, além da adaptação que alguns grupos desenvolvem, conseguindo sobreviver nos mais variados nichos ecológicos, onde se multiplicam e podem se tornar iminentes riscos à agricultura, silvicultura e pecuária, gerando conflitos de ordem ambiental, econômica e social (POGUE, 2004; ZALBA; ZILLER, 2007).

As espécies que se dispersam além das fronteiras de onde estão distribuídas naturalmente são chamadas Espécies Invasoras Exóticas (EIE) e, para que a invasão biológica se consuma em um determinado país, essas espécies passam, no mínimo, por três eventos sequenciais: transporte; estabelecimento e disseminação. Dessa maneira, estima-se que de todas as pragas exóticas, apenas uma faixa compreendida entre 5 a 20% consegue causar impactos e prejuízos, pois muitas são retidas durante o trajeto ou mesmo morrem antes ou depois que chegam, devido às condições climáticas, ou ainda podem ficar restritas a uma determinada localidade ou região (NAVIA, 2016). Um exemplo de EIE recentemente identificada nas lavouras brasileiras é *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (EMBRAPA, 2015).

Esta espécie é praga chave de inúmeras culturas e está presente em diferentes regiões do mundo (GUO, 1997), contudo, no Brasil, era considerada uma praga quarentenária A1, visto que era ausente no país até o ano de 2013 (HIROSE; MOSCARDI, 2012), quando sucessivos ataques foram registrados, e a presença desta praga detectada nos estados da Bahia, Goiás e Mato Grosso por meio da confirmação de técnicos que analisaram espécimes adultos coletados em plantas de soja [*Glycine max* (L.)] e algodão (*Gossypium hirsutum* L.), perfazendo o primeiro registro deste lepidóptero no continente americano (CZEPAK et al., 2013). Nesse mesmo ano, a praga encontrava-se amplamente disseminada em praticamente todas as regiões geopolíticas do país (PRATISSOLI et al., 2015), bem como em outros países da América do Sul, como Paraguai e Argentina (SENAVE, 2013), contrariando os padrões de

distribuição de pragas, que normalmente ocorrem de maneira lenta, levando para isso, muitos meses (MURÚA et al., 2014).

2.2 Nomenclatura científica, sinonímia e posição taxonômica

Em se tratando da nomenclatura científica de *H. armigera*, são verificadas algumas sinonímias, a saber: *Chloridea armigera* Hübner, 1809; *Chloridea obsoleta* Duncan & Westwood, 1841; *Helicoverpa communi* Hardwick, 1965; *Helicoverpa obsoleta* F., 1793; *Heliothis armigera* Hübner, 1805; *Heliothis conferta* Walker, 1857; *Heliothis fusca* Cockerell, 1889 e *Heliothis obsoleta* F., 1793. Quanto aos nomes populares, também são encontradas diversas denominações, como: lagarta do algodão africano; lagarta da espiga do milho; lagarta do velho mundo; lagarta do tabaco; lagarta verde; lagarta dos cereais; lagarta do algodão; noctuídeo do tomate; dentre outros nomes, a depender da planta que lhe serve como alimento e substrato para abrigo e oviposição (OEPP, 2008; CABI, 2017).

Conforme Pinóia (2012) a posição taxonômica atualmente aceita para essa espécie é indicada abaixo:

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Lepidoptera

Família: Noctuidae

Subfamília: Heliethinae

Gênero: *Helicoverpa* Hardwick 1965

Espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808).

A família Noctuidae tem extrema importância agrícola, por ser constituída basicamente de insetos herbívoros em sua fase larval, os quais provocam danos a plantios e, quando ocorrem picos populacionais elevados, podem culminar na perda total das plantações, especialmente em lavouras anuais. Essa família reúne 48 subfamílias, sendo 34 com registros confirmados no Brasil (DUARTE et al., 2012).

Dentre as subfamílias, Heliethinae vem preocupando produtores e técnicos em nosso país, de modo especial a recém-identificada *H. armigera*. Fêmeas adultas podem migrar até

1.000 quilômetros, atraídas pelo néctar das plantas, de onde retiram os nutrientes necessários para manutenção de suas funções vitais, e efetuam a postura, multiplicando-se e disseminando-se (CZEPAK et al., 2013).

2.3 Aspectos bioecológicos

Assim como os demais insetos do grupo dos lepidópteros, *H. armigera* apresenta como desenvolvimento pós-embriônico a holometabolía. Portanto, para completar seu ciclo biológico, esse inseto passa pelo processo completo de metamorfose, constituído pelas fases de ovo, larva (fase imatura, também chamada de lagarta para insetos dessa ordem), pré-pupa, pupa e adulta (Figura 1) (FITT, 1989; ALI et al., 2009).

Figura 1 - Fases do ciclo biológico de *Helicoverpa armigera*. A) Ovos; B) Lagarta sobre dieta artificial com comportamento característico de encurvamento da cabeça; C) Pupa; D) Inseto adulto.



Fonte: Autor, 2017.

2.3.1 Fase de ovo

Os ovos que, a priori, apresentam uma coloração branco-amarelada e aspecto brilhante, são depositados de maneira isolada ou em pequenos grupos e, à medida que o embrião se desenvolve, adquirem coloração escura, tornando-se marrom-intensos próximo ao momento de eclosão das lagartas, que ocorre em uma média de 3,3 dias após a postura. O formato do ovo é aproximadamente esférico, com diâmetro medindo em média 0,5 mm, e com ornamentações, as quais são conferidas pela presença de estrias longitudinais que se estendem ao longo da superfície do córion, porém não se fundem, visto que os extremos possuem a superfície lisa (NASREEN; MUSTAFA, 2000; ALI et al., 2009).

2.3.2 Fase larval

De acordo com Nasreen; Mustafa (2000) o período larval completo compreende a passagem por cinco ou seis instares distintos, e dura em média entre 14 e 24 dias, a depender das condições ambientais e de alimentação (HEMATI; NASERI; RAZMJOU, 2014). As lagartas recém-eclodidas alimentam-se das partes mais tenras das plantas, onde podem produzir um tipo de teia e ainda formar um pequeno casulo com fios de seda. Nos primeiros instares, apresentam coloração variada, podendo ser observadas desde colorações claras como branco-amarelada até mais escuras, em tons de marrom-avermelhado (TEODORO et al., 2015)

Segundo Ali et al. (2009), a coloração varia com a idade e alimentação das lagartas, estas adquirem diferentes cores à medida que se desenvolvem, em estágios larvais mais adiantados podem ser observadas em cores próximas ao amarelo e verde, com o dorso ornamentado pela presença de listras marrons dispostas ao longo da extensão de seu corpo, da cabeça ao abdômen. Contudo, Santos (2013) verificou grande variação de cores em lagartas da mesma idade (5^o instar) e criadas sobre o mesmo hospedeiro, vagens de feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] (Figura 2) (dados não publicados). A cápsula cefálica é quase sempre escura, em uma faixa de cores que pode ir de marrom a preto. A depender de características genéticas, condições e qualidade da alimentação, a passagem das lagartas pelo sexto instar pode não existir (ARAÚJO, 1990).

O tegumento de aspecto coriáceo verificado em lagartas a partir do quarto instar, por ser mais impermeável, pode conferir maior resistência do inseto aos produtos químicos, de

maneira especial os inseticidas que têm ação de contato, como piretroides, carbamatos e organofosforados (BRÉVAULT et al., 2002).

Figura 2 - Variação de cores em fase larval de *Helicoverpa armigera*.



Fonte: Santos, 2013.

2.3.3 Fases de pré-pupa e pupa

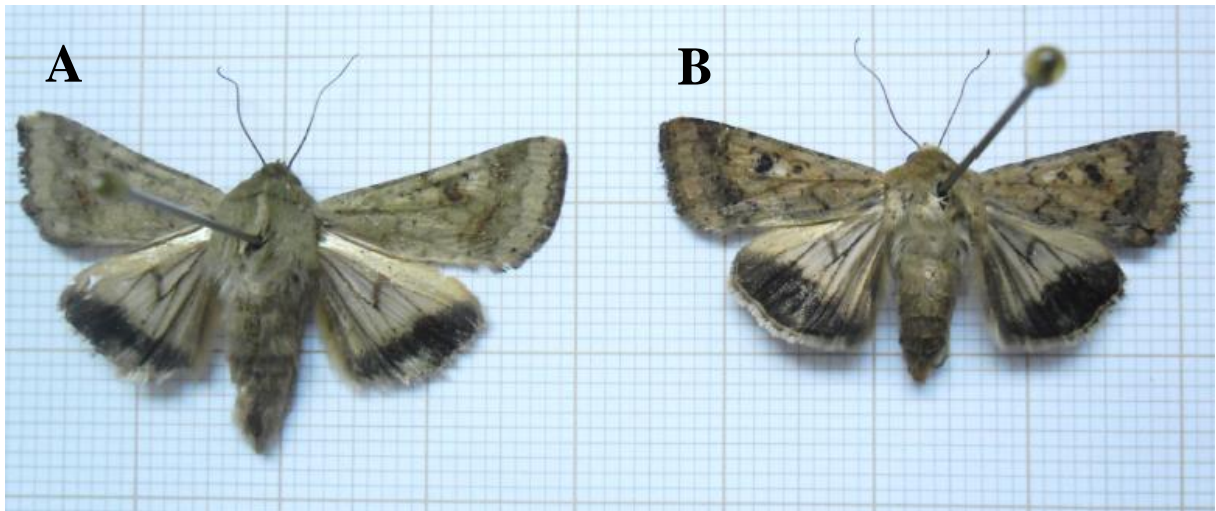
Antes da fase de pupa, é evidenciada uma fase distinta, chamada pré-pupa. Esta etapa do desenvolvimento se inicia exatamente no momento em que a lagarta de quinto ou sexto instar interrompe a sua alimentação e dura até o momento em que se inicia a fase de pupa propriamente dita (FITT, 1989; ALI et al., 2009). De acordo com Karim (2000), na fase de pré-pupa, as lagartas procuram o solo, onde encontram condições ideais de temperatura, umidade e luminosidade para o desenvolvimento pupal.

A pupa, de coloração castanha a marrom-escura, é do tipo obtecta, como comumente ocorre em Lepidoptera, também recebendo o nome de crisálida (ALI et al., 2009). O estágio de pupa tem uma duração média de 10 a 14 dias. Nesta fase, de acordo com as condições climáticas, o inseto pode entrar em diapausa, mecanismo que possibilita a sua sobrevivência mesmo em condições adversas (DIAS, 2005). Ferreira (1989) observou o prolongamento dessa fase em oito meses em climas temperados da Península Ibérica, nas estações do outono e inverno, quando as temperaturas são muito baixas.

2.3.4 Fase adulta

O dimorfismo sexual é mais nítido em indivíduos adultos (Figura 3), as fêmeas possuem as asas anteriores em cor amarelo-palha, enquanto as dos machos são mais próximas de cinza-esverdeado, além do terço distal ligeiramente escurecido e de uma pequena mancha em formato de rim, também escura, no centro de cada asa. As asas posteriores são mais claras e circundadas na extremidade apical por uma borda marrom (ALI et al., 2009). Os machos têm uma longevidade média de 9,2 dias enquanto as fêmeas apresentam 11,7 dias, dos quais aproximadamente cinco dias correspondem ao período de oviposição. Neste período, cada fêmea pode colocar de 2.200 até 3.000 ovos sobre as plantas hospedeiras, valores que refletem a elevada capacidade de reprodução de *H. armigera* (REED, 1965; NASERI et al., 2011).

Figura 3 - Características de dimorfismo sexual observadas em adultos. A) Macho e B) Fêmea.



Fonte: Santos, 2013.

As mariposas adultas possuem hábito crepuscular, permanecendo em repouso a maior parte do dia. Dessa maneira, as fêmeas preferem o período noturno para realizarem a oviposição (HARDWICK, 1965; FERREIRA, 1989; ARAÚJO, 1990). As posturas de *H. armigera* são encontradas principalmente na face adaxial das folhas ou até mesmo sobre caule, flores, frutos e brotações terminais, preferencialmente sobre superfícies com maior densidade de tricomas (MENSAH, 1996).

2.4 Caracteres para identificação

Após o quarto instar, a fase imatura do inseto passa a exibir algumas características morfológicas e comportamentais que são importantes na identificação da espécie no campo. Na região dorsal, próximo ao primeiro segmento abdominal, é verificada a presença de tubérculos abdominais bem pronunciados, posicionados em formato de semicírculo, lembrando o aspecto de sela, característica de estimado valor taxonômico (MATTHEWS, 1999).

É nessa fase também que o tegumento encontra-se levemente mais coriáceo que nos instares anteriores, a textura do tegumento de *H. armigera* difere das demais espécies de Heliothinae que ocorrem no Brasil, sendo mais um fator de confirmação da espécie (CZEPAK et al., 2013b). Outra característica típica dessas lagartas é o tigmotropismo negativo, isto é, a sensibilidade ao contato. Assim, logo que é tocada, a lagarta curva a cápsula cefálica em direção à região ventral do primeiro par de pernas abdominais, assemelhando-se a um ponto de interrogação, acredita-se que esse comportamento seja uma estratégia de defesa do inseto (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013).

As características supracitadas podem ser utilizadas para um reconhecimento imediato e preliminar da praga em campo, no entanto, a correta identificação do inseto deve ser realizada a partir dos parâmetros morfológicos da genitália dos machos, ou por marcadores moleculares. Além disso, tendo-se como premissa a existência de alta variabilidade intraespecífica e de similaridades interespecíficas há a necessidade de estudos que descrevam minuciosamente a morfologia de espécies de lepidópteros em todos os estágios de desenvolvimento (LEITE; CASAGRANDE; MIELKE, 2013).

Em virtude de as espécies *H. armigera* e *Helicoverpa zea* (Boddie) apresentarem morfologia muito próxima entre si, e também a *Heliothis virescens* (Fabricius), outra praga comumente encontrada nos plantios de soja e algodão no Brasil, podendo ser facilmente confundidas, Pogue (2004) pontuou importantes características morfológicas da genitália masculina para a correta identificação dessas espécies. Mesmo com o crescente avanço da biologia molecular na identificação de espécies, as características da genitália ainda são um fator de grande valia para confirmação de *H. armigera* (TAY et al., 2013).

Specht et al. (2013), a partir da análise da genitália de indivíduos masculinos, descreveram métodos para caracterização molecular de *H. armigera*, obtidas pela

amplificação de sequências de genes mitocondriais, método que validou a confirmação da espécie.

2.5 Origem e distribuição geográfica

Com ampla distribuição mundial, este inseto tem como provável região de origem a costa do Mediterrâneo (GUOQING et al., 2001). Sua amplitude de distribuição pode ser creditada ao hábito comportamental de migração, comumente evidenciado nos Noctuidae, que ocorre em resposta à pressão de seleção exercida pelo habitat. Assim, são capazes de migrar ou entrar em diapausa em épocas desfavoráveis à sua sobrevivência, como por exemplo, nas estações de frio ou seca. Para os membros da subfamília Heliothinae, é verificada a migração quando as condições ambientais para a reprodução não são adequadas (FITT, 1989). Hoje, porém, *H. armigera* encontra-se adaptada às mais diversas condições climáticas de todos os continentes, em diversos hospedeiros (PRATISSOLI et al., 2015).

A alta capacidade de dispersão na fase adulta favorece sua distribuição nas diferentes regiões geográficas do mundo. Há registros de que, nesta fase, podem voar a uma distância de até 1.000 quilômetros. Outra hipótese que sustenta a ideia de migração da praga a longas distâncias a de migração em massas de ar, ocorrendo de maneira frequente em mariposas dessa espécie (PEDGLEY, 1985; FENG et al., 2005).

Os voláteis expelidos pelas flores dos vegetais são recursos determinantes para atração e seleção do hospedeiro, influenciando, assim, os comportamentos de colonização e oviposição, além de funcionar também como um fator crucial para sua disseminação (FIREMPONG; ZALUCKI, 1991; CUNNINGHAM et al., 1999).

Registros mostram sua presença em praticamente todos os continentes, podendo ser encontrada na Europa, Ásia, África, Austrália e Oceania (GUOKING et al., 2001). No continente americano, foi identificada em 2013, no Brasil, porém, especula-se que a praga já estivesse presente anteriormente à sua identificação. Sua presença foi percebida através de relatos de produtores simultaneamente nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Sul, sempre associada a danos econômicos em culturas agrícolas. Desde que identificada, mostrou-se grande ameaça à agricultura no Brasil, tanto por ser agressiva, quanto pela sua rápida disseminação. Nos anos de 2013 e 2014, detectou-se alta prevalência da praga na região Nordeste (ÁVILA VIVAN; TOMQUELSKI, 2013; CZEPAK et al., 2013a).

No estado de Alagoas, a praga foi encontrada da região agreste ao litoral, nos municípios de Arapiraca, Limoeiro de Anadia, Coruripe e Igreja Nova, e identificada através de adultos capturados em armadilhas adesivas com feromônio, instaladas na zona rural de cada município pela Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária de Alagoas (ADEAL) em parceria com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Essas ocorrências levaram o MAPA a decretar estado de emergência fitossanitária, bem como outras medidas de controle à praga como a realização de um vazão sanitário nas áreas de risco e liberação em caráter emergencial de alguns defensivos para a aplicação, como produtos à base do vírus VPN-HzSNPV, da bactéria *Bacillus thuringiensis*, e dos princípios ativos clorfantraniliprole, clorfenapir e indoxacarbe (AGROLINK, 2013, 2014; GLOBO, 2014).

2.6 Hospedeiros principais e alternativos

Helicoverpa armigera pode sobreviver em plantas cultivadas com importância econômica em safra e entressafra, e até em plantas daninhas, que funcionam como hospedeiros alternativos para a praga, podendo esta desenvolver-se mesmo na ausência de seus hospedeiros principais. São descritas, como plantas hospedeiras de *H. armigera*, mais de 180 espécies vegetais cultivadas e 70 silvestres, distribuídas em um total de 35 famílias, dentre elas: Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae e Solanaceae (PAWAR; REED, 1982; CUNNINGHAM; ZALUCKI; WEST, 2014).

Fases imaturas do inseto foram relatadas e identificadas se alimentando em algodão (*Gossypium herbaceum* L.); feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]; feijão guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.]; hortaliças como o tomate (*Solanum lycopersicum* L.) e o quiabo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]; milho (*Zea mays* L.); nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.); soja [*Glycine max* (L.) Merr.]; sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]; tabaco (*Nicotiana tabacum* L.); trigo (*Triticum aestivum* L.); além de hospedeiros secundários, como café (*Coffea arabica* L.); eucalipto (*Eucalyptus* spp.); laranja (*Citrus sinensis* Osbeck) e pinus (*Pinus* spp.) (PRATISSOLI et al., 2015; PESSOA et al., 2016). Populações mistas de *Helicoverpa* spp. foram observadas em culturas de cobertura no final da safra 2012/2013, em milheto [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.], crotalária (*Crotalaria* sp.), estilosantes (*Stylosanthes* sp.) e algumas espécies de braquiária (*Brachiaria* spp.), além de culturas de segunda safra como feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.), com maior ocorrência na fase de maturação (THOMAZONI, 2013).

O fenômeno de sobrevivência em hospedeiros alternativos é conhecido como ‘ponte biológica’ ou ‘ponte verde’ nos agroecossistemas, e favorece o desenvolvimento populacional de alguns insetos-praga que se multiplicam nesse período em hospedeiros de baixa importância econômica que são cultivados em entressafra para o manejo e conservação do solo, mas, implicam no aumento do nível populacional da praga na safra seguinte (SAOUR; CAUSSE, 1993; THOMAZONI, 2013).

A polifagia garante a sobrevivência de insetos fitófagos generalistas e, assim, assume grande importância no desempenho biológico e dinâmica populacional das pragas nos sistemas de produção, além de ampliar a gama de hospedeiros presentes nas lavouras ou seus arredores (MOSCARDI et al., 2012). Esse fator, associado à adaptabilidade que *H. armigera* apresenta frente às condições climáticas, torna-se decisivo na sobrevivência e dinâmica sazonal da praga, visto que sustenta a manutenção de suas populações nos agroecossistemas e favorece a ocorrência de mais de uma geração da praga ao ano (FITZ, 1989). A qualidade do alimento disponível e a quantidade consumida, bem como a eficiência de como estes são utilizados, são determinantes para o crescimento e reprodução desses insetos (RUAN; WU, 2001; BARTON; RAUBENHEIMER, 2003).

2.7 Danos e perdas em plantas hospedeiras

Os danos de *H. armigera* em culturas agrícolas ocorrem em decorrência da alimentação da fase imatura do inseto. As lagartas se alimentam de folhas, especialmente os brotos, inflorescências, frutos e vagens (REED, 1965; JOHNSON; ZALUCKI, 2005; MORAL-GARCIA, 2006; SULLIVA; MOLET, 2014). Dessa forma, os danos podem ser percebidos em toda a fenologia dos hospedeiros, isso é, tanto na fase vegetativa quanto na fase reprodutiva das culturas, culminando em perdas econômicas elevadas. Nas regiões de origem da praga, o prejuízo médio anual decorrente do ataque de *H. armigera* foi de dois bilhões de dólares (TAY et al., 2013), sendo que perda mundial foi estimada em US\$ 5 bilhões (LAMMERS; MACLEOD, 2007).

Em virtude da gama de hospedeiros encontrados em território brasileiro, somada à agressividade característica da praga, as perdas ocasionadas às lavouras do Brasil não tiveram como ser impedidas nos anos em que foram relatadas as primeiras ocorrências. A entrada de *H. armigera* no Brasil custou aos cofres nacionais um prejuízo de aproximadamente R\$ 1 bilhão com estratégias de controle e manejo (IMEA, 2014).

Segundo Nazrussalam; Ahmad; Ali (2007), o ataque proporcionado por esta praga no continente Europeu reflete em perdas de até 40% da produção. Além das perdas das plantações que culminam com prejuízos econômicos, ainda deve ser mencionado o dispêndio direcionado ao seu combate. Sharma; Dhillon; Adora (2008) registraram um custo anual de US\$ 500 milhões relacionados à aplicação de inseticidas em lavouras na região dos trópicos semiáridos da Europa para o controle dessa praga.

2.8 Estratégias de manejo em agroecossistemas

A dificuldade de controle de *H. armigera* em sistemas de produção deve-se a algumas características intrínsecas à praga, tais como a capacidade de adaptação em diferentes ambientes e hospedeiros e alta taxa de fecundidade, culminando em gerações curtas e elevado potencial migratório. Além desses aspectos mencionados, ainda pode-se fazer menção ao tegumento coriáceo que torna a ação dos inseticidas de contato pouco eficiente (FYE; McADA, 1972; NASERI et al., 2009a, 2009b; MIRONIDIS et al., 2010).

Para o êxito de qualquer medida de controle a ser adotada, deve-se ter conhecimento prévio da dinâmica populacional do inseto distribuída no tempo e espaço, assim como reconhecer os fatores que são importantes ao desenvolvimento desses organismos, seja de forma positiva ou negativa. Estudos demonstram que o momento adequado para a aplicação do controle químico é durante os primeiros instares larvais, visto que neste momento da vida as lagartas estão mais expostas sobre a superfície das plantas, além de estar mais suscetíveis à ação dos produtos químicos, sobretudo os que têm o modo de ação de contato (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013).

O nível populacional de uma espécie é conhecido a partir da estratégia do monitoramento, o qual permite a correta tomada de decisão, tornando-se a base para a escolha do método mais adequado para a supressão da praga (GALLO et al., 2002). O monitoramento de adultos de *H. armigera* é realizado através de armadilhas luminosas, as quais são eficientes em capturar insetos adultos, machos e fêmeas, e armadilhas iscadas com feromônio sexual, que permite a captura somente de insetos machos. Com a amostragem de adultos, é possível estimar o potencial de ovos e fases imaturas, bem como fornecer dados inerentes aos danos na região onde ocorrem. Além disso, a correta identificação desses organismos torna-se a chave para o sucesso de quaisquer medidas de controle (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013).

As estratégias de manejo e controle utilizadas com o intuito de minimizar o ataque dessa praga se tratam de técnicas conhecidas e difundidas em diversas culturas agrícolas, inseridas no Manejo Integrado de Pragas (NORRIS; CASWELL-CHEN; KOGAN, 2003). Dentre esses métodos de controle, estão o método de resistência de plantas, o controle cultural, o controle biológico e o controle químico (CZEPAK et al., 2013b).

O método da resistência de plantas a artrópodes-praga visa à diminuição da aptidão da praga no hospedeiro desejado. Este método de controle é auxiliado por outras ciências, como o melhoramento genético de plantas, a engenharia genética e a biotecnologia, que prestam suas contribuições através da seleção de plantas resistentes e/ou pela incorporação de genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner (Bt) em espécies de plantas cultivadas, as quais passam a ter propriedades inseticidas e são chamadas plantas Bt, uma vez que os genes incorporados induzem a produção de proteínas inseticidas nos vegetais. As plantas geneticamente modificadas são fruto da ciência envolta por uma tecnologia sofisticada, mas acessível e, por isso, podem ser facilmente adquiridas e cultivadas (VENDRAMIM; GUZZO, 2009, 2011). A ação das toxinas é bem mais evidenciada em lepidópteros, porém, é seletiva a inimigos naturais e não é contaminante ambiental (ANDOW; HUTCHISON, 1998). As plantas Bt controlam insetos por meio de um processo muito complexo. No ato da alimentação, os insetos ingerem a proteína cry, constituída de cristais de delta-endotoxinas, os quais são dissolvidos no trato digestivo liberando protoxinas, que após um processo de proteólise, são fragmentadas e facilmente ligadas às células do epitélio, provocando o rompimento das membranas celulares. Como consequência dessa alteração no trato digestivo, os insetos cessam sua alimentação, morrendo poucas horas após a ingestão das plantas Bt (BRAVO; GILL; SOBERÓN, 2005).

O controle biológico de pragas se apropria da ação benéfica de organismos vivos, capazes de reduzir naturalmente o nível populacional de artrópodes-praga, contudo, sofre constante interferência antrópica, seja na introdução de novos inimigos naturais em um espaço geográfico, seja na eliminação desses, com o uso de produtos não seletivos e de amplo espectro de ação (TERAN; NOVARETTI, 1980; PARRA et al., 2002; MORAES; FLECHTMANN, 2008). É pertinente manejar os sistemas, deixando-os favoráveis ao desenvolvimento e permanência dos inimigos naturais e, para que isso aconteça, pode ser realizado o controle biológico conservativo, o qual consiste no aumento da diversidade de predadores e parasitoides em virtude da diversificação de culturas nos agroecossistemas (AGUIAR-MENEZES 2004, VENZON; ROSADO; PALLINI, 2005).

Na Ásia são registradas mais de 60 espécies de predadores de *H. armigera*, e grande ênfase é dada aos crisopídeos (ROMEIS; SHANOWER, 1996). No continente africano, as formigas, alguns percevejos, além de himenópteros dos gêneros *Trichogramma* e *Telenomus* são eficientes aliados do homem no controle da referida praga em plantios de milho, sorgo e girassol (VAN DEN BERG; COCK, 1993). Além da ação de insetos, há relatos também da ação de entomopatógenos, como o vírus de poliedrose nuclear, considerado importante agente de controle (MURRAY et al., 1995). No Brasil, alguns parasitoides foram relatados no Rio Grande do Sul ocorrendo espontaneamente em *H. armigera*, na safra 2012/13 (SALVADORI; PEREIRA; SPECHT, 2013). Corrêa-Ferreira; Hoffmann-Campo; Sosa-Gomez (2014) elencaram a quantidade de inimigos naturais no estado do Paraná, associados à mesma praga na cultura da soja, destacando várias espécies da família Tachinidae.

O controle cultural se refere ao conjunto de práticas agronômicas de manejo dos sistemas de produção, tornando-o desfavorável ao desenvolvimento das pragas (FATHIPOUR; SEDERATIAN, 2013). Tendo conhecimento do elevado número de hospedeiros de *H. armigera*, a Embrapa, na safra 2013/14, em advertência à “nova” praga lançou mão da campanha “Caravana Embrapa de alerta às ameaças fitossanitárias”, capacitando produtores e técnicos em 18 estados brasileiros, recomendando estratégias do MIP para controle deste inseto. Dentre os métodos culturais descritos, a destruição de restos de culturas que permitem a sobrevivência da praga, e períodos de vazio sanitário, evitando pontes verdes que favorecem o desenvolvimento do inseto, foram medidas implantadas com êxito no Brasil (NETO; GALERANI; COSTA, 2016).

O método mais utilizado pelos agricultores para controle de pragas nos cultivos ainda é o método químico ou por agrotóxicos, conforme a legislação brasileira, sobretudo por garantir uma reposta mais rápida e eficiente na mortalidade dos alvos. A grande parte dos inseticidas sintéticos, porém, age de modo semelhante em organismos não alvo, tornando-se um risco para a sobrevivência de animais silvestres, bem como os insetos benéficos e até mesmo para o próprio homem (CHEN et al., 1996). Raguraman; Singh (1999) ainda registraram outros problemas decorrentes do uso consecutivo desses produtos, como a fitotoxicidade, e o alto preço de pesticidas que tornam os custos de produção demasiadamente onerosos.

Por se tratar de uma praga exótica, logo que identificada no Brasil com populações acima do nível de dano econômico em determinadas regiões, não existiam produtos químicos

registrados para o seu controle no país. Dessa maneira, o Mapa aprovou em caráter de emergência o registro temporário de algumas substâncias para serem utilizadas no manejo de *H. armigera*. Ávila; Vivan; Tomquelski (2013) listaram 21 produtos inicialmente liberados para utilização no Brasil, sendo: nove químicos (ingredientes ativos: flubendiamida; lambda-cialotrina + clorantraniliprole; clofenapir; zeta-cipermetrina + bifentrina; zeta-cipermetrina; bifentrina + carbosulfano; metoxifenoazida; bifentrina e espinosade); 11 biológicos (ingredientes ativos: *Bacillus thuringiensis*; Baculovirus) e um feromônio sexual cujos ingredientes ativos são: (Z)-11-hexadecenal; (Z)-9-hexadecenal.

A busca por compostos para o uso no manejo integrado de pragas que sejam seletivos aos organismos benéficos, biodegradáveis, e não deixem resíduos nos alimentos tem despertado o interesse de pesquisadores e produtores há alguns anos, e dentre esses produtos, muita ênfase tem sido creditada aos inseticidas botânicos (VENDRAMIM, 1997). Os compostos naturais extraídos de plantas são constituídos por substâncias bioativas que podem ser tóxicas a determinados grupos de artrópodes, por isso, são utilizadas como inseticidas, além de serem medidas descritas no MIP, tornam-se uma alternativa frente às aplicações consecutivas de inseticidas organosintéticos (MEDEIROS; BOIÇA-JÚNIOR; TORRES, 2005). De acordo com Saito; Luchini (1998), porém, esses produtos vegetais não deixam de ser componentes químicos e, por isso, seus efeitos devem ser estudados minuciosamente.

2.9 Inseticidas botânicos

O método de controle com inseticidas botânicos é definido como aquele cujas pragas são controladas por inseticidas naturais provenientes de plantas que apresentam algum componente químico, proporcionando efeitos letais e subletais a artrópodes-praga. Esse método já era utilizado antes da segunda guerra mundial, quando ainda nem existiam os inseticidas inorgânicos (ROEL, 2001).

As primeiras plantas utilizadas como matéria prima para obtenção das substâncias com atividade inseticida, base da fabricação dos inseticidas botânicos, foram: *Nicotiana tabacum* (Solanaceae) de onde são extraídas a nicotina e a nornicotina; *Ryania speciosa* (Flacuorticeae) produtora de rianodina; *Schoenocaulon officinale* (Liliaceae), da qual é extraída a sabadina; *Derris* spp. (Fabaceae), principal produtora de rotenona e *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asterceae), fonte da piretrina (LAGUNES; RODRIGUEZ, 1992).

Atualmente, existem muitas outras plantas estudadas por apresentarem componentes com atividade inseticida, a saber: alho (*Allium sativum*), arruda (*Ruta graveolens*), capim cidreira (*Cymbopogon citratus*), cinamomo (*Melia azedarach*), cravo-da-índia (*Caryophyllus aromaticus*), cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*), eucalipto (*Eucaliptus citriodora*), falso-açafrão (*Curcuma longa*), fumo (*N. tabacum*), hortelã (*Mentha spicata*), louro (*Laurus nobilis*), pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*), saboneteira (*Sapindus saponaria*), melão-de-São Caetano (*Momordica charantia*), anonáceas (*Annona* spp.), nim (*Azadirachta indica*), dentre outras (PREVIERO et al., 2010).

As plantas inseticidas podem ser utilizadas de diversas formas, desde pó seco, óleo, extratos aquoso e não aquoso (metanólico, etanólico, acetônico, clorofórmico, hexânico, dentre outros) (VENDRAMIM, 1997). Os aleloquímicos extraídos dessas plantas são a base desses compostos, e controlam as pragas agrícolas exercendo função sobre a fisiologia dos insetos, com ações tóxica, repelente, fagoinibidora, ovicida e esterilizante (HILL, 1990).

Com o advento da agricultura cada vez mais sustentada em filosofias e correntes ecológicas, o interesse por substâncias de origem vegetal com propriedades para o controle de insetos em sistemas de produção é cada vez maior. Dentre as substâncias químicas provenientes do metabolismo secundário de plantas, por exemplo, as mais usuais são a jugarina, a imperatonina e a azadiractina, consideradas de baixo impacto ambiental, por apresentarem efeitos residuais mais baixos e serem de fácil decomposição (SAITO; LUCHINI, 1998; SANTOS et al., 1998). Além disso, essa forma de controle pode proporcionar a pequenos agricultores, menor dispêndio no manejo de insetos, visto que estes podem utilizar matéria-prima advinda de sua propriedade (HERNANDEZ; VENDRAMIM, 1997).

2.10 O nim *Azadirachta indica* A. Juss

O nim é conhecido internacionalmente como nime (em espanhol) ou neem (em inglês). Seu nome científico é *Azadirachta indica* A. Juss, e apresenta como sinônimos *Melia azadirachta* L., *Melia indica* (A. Juss.) Bradis e *Antelaea azadirachta* (L.) Adelb. A espécie pertence à ordem Rutales, subordem Rutinae e família Meliaceae, a mesma do mogno *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. e do cedro (*Cedrela* spp.) (OGBUEWU et al., 2011) e de outras plantas também com atividade inseticida já comprovada, como o cinamomo (*Melia azedarach*), e diversas espécies do gênero *Trichilia* (BOGORNI; VENDRAMIM, 2003; GONÇALVEZ-GERVÁSIO, 2003; CUNHA, 2004).

Trata-se de uma planta de porte arbóreo que tem como provável centro de origem o continente asiático, onde acredita-se que tenha surgido, mais especificamente na Índia ou Mianmar, de onde teria se dissipado para os outros continentes. No Brasil, a planta foi introduzida em 1986 pelo Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, para ser utilizada como planta inseticida em um projeto de controle alternativo de pragas (NEVES; CARPANEZZI, 2009).

Utilizado há mais de 2.000 anos nos países de onde é originário, o nim tem conquistado cada vez mais espaço no âmbito da pesquisa científica e isso é creditado à natureza química dos seus constituintes, permitindo-lhe aplicações diversas. Estudos recentes no desenvolvimento de fármacos constatam sua utilização na medicina (CASTILHO; MURATA; PARDI, 2007; HASHMAT; AZAD; AHMED, 2012) e não raro é usado na agropecuária, seja na alimentação animal (DUTTA; PANDA; KAMRA, 2012), contra parasitas de animais domésticos (CHAGAS; VIEIRA, 2007) ou como defensivo fitossanitário no controle de doenças e principalmente pragas (DAS; PARWEEN; FARUKI, 2006; CASER et al., 2007). Martinez (2002) relatou que o nim não é tóxico ao homem, nem a animais domésticos, e suas utilidades podem ir além do campo, sendo utilizado como alimento na Índia e na África. No Brasil, o pó de folhas é consumido como incremento à erva-mate no preparo de chimarrão.

2.10.1 Características botânicas

O sistema radicular de *A. indica* consiste basicamente de uma raiz pivotante, ponto de partida das raízes laterais auxiliares (PARROTTA; CHATURVEDI, 1994). Da raiz cresce um caule semiereto, recoberto por uma casca de textura rugosa e coloração marrom acinzentada, como geralmente ocorre em Meliaceae, de onde se ramificam os galhos que sustentam uma copa densa de folhas imparipenadas. Quando adulta, a árvore pode atingir uma altura de até 30 m, é altamente exigente em luz, mas tolera sombra nos estágios iniciais, além de apresentar grande resistência à seca. Tais características permitem seu cultivo mesmo em regiões de clima tropical, subtropical ou árido (NEVES; NOGUEIRA, 1996; CHAMBERLAIN; CHILDS; HARRIS, 2000).

A partir de três anos de idade, se iniciam as florações, que são reguladas por condições edafoclimáticas. Na mesma planta, podem ser verificadas flores masculinas e hermafroditas, ambas dispostas em panículas formando as inflorescências. Os frutos que inicialmente exibem uma coloração verde-clara, quando maduros, se apresentam amarelados, lisos e de formato

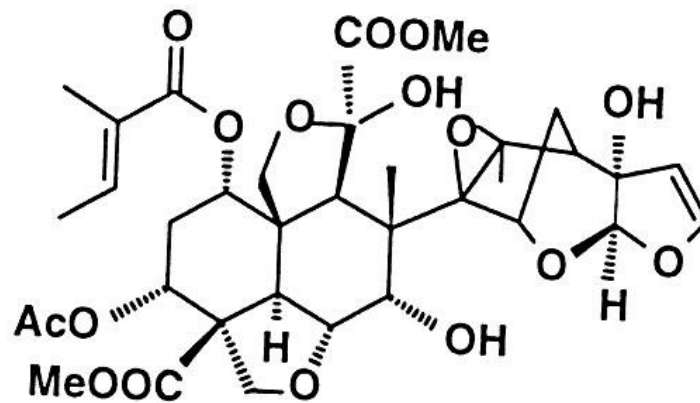
oblongo, medindo entre 1,5 a 2,0 cm de comprimento e com uma largura que varia entre 1,0 a 1,5 cm. Cada fruto é constituído por uma polpa branca de sabor adocicado que envolve uma ou até duas sementes (CHAMBERLAIN; CHILDS; HARRIS, 2000).

2.10.2 Metabólitos secundários

É verificada grande variação nos teores dos componentes químicos de *A. indica*. Acredita-se que sejam decorrentes de alterações proporcionadas por fatores intrínsecos à espécie, como diversidade de germoplasmas, e extrínsecos, como condições de cultivo (clima, solo, estresses fisiológicos, dentre outros). Estudos evidenciam mais de 300 compostos que podem ser extraídos de todos os órgãos da planta. Esses, quando isolados e caracterizados, são agrupados principalmente nas seguintes classes: os isoprenoides (compostos bioativos, como salanina, nimbina, azadiractina, azadirona, gedunina, meliancina, valassina, desacetilnimbina, nimbolina, nimbolida, nimbineno, dentre outros de menor expressão) e os não isoprenoides onde são encontradas proteínas (aminoácidos) e carboidratos (polissacarídeos), compostos sulfurosos, polifenóis (flavonoides e seus glicosídeos), cumarina, taninos, compostos alifáticos, dentre outros (KUMAR; JAYAPPA; CHANDRASHEKARA, 2000; OGBUEWU et al., 2011).

De todos os compostos químicos que podem ser extraídos do nim, a azadiractina, principal representante da classe dos terpenoides, destaca-se como um dos mais importantes ingredientes ativos de atividade inseticida/acaricida (SCHLESENER et al., 2013). Essa substância foi isolada pela primeira vez em 1968, a partir da extração de sementes de *A. indica*. Contudo, para a determinação estrutural da molécula, que é constituída basicamente de carbono, hidrogênio e oxigênio (Figura 4), fez-se necessário um árduo trabalho de pesquisa. Após quarenta anos do primeiro isolamento desse composto, a fórmula química foi então definida como $C_{35}H_{44}O_{16}$ (HUMMEL et al., 2012).

Figura 4 - Esquematização da fórmula estrutural da azadiractina.



Fonte: Martinez, 2002.

2.10.3 Produtos e derivados

Em se tratando dos derivados comerciais do nim, o óleo extraído da planta é o produto mais apreciado, podendo ser obtido através do processamento de folhas, flores ou sementes, onde se concentram em abundância. O óleo é mais comumente extraído por prensagem e por meio de solventes, sendo que o método escolhido implica diretamente na qualidade final do produto (MUÑOZ-VALENZUELA et al., 2007; LIAUW et al., 2008).

Como subproduto da extração do óleo, tem-se a torta de nim que, por ainda conter quantidades relevantes de determinadas substâncias, pode ter inúmeras aplicações. Estudos de Nicoletti et al. (2012) apontam a perspectiva da utilização deste subproduto para fabricação de inseticidas botânicos, devido aos elevados teores de azadiractina-A (2.750 ppm), azadiractinabB (1.000 ppm) e de outros compostos ativos, sobretudo por conter ainda elevado teor de óleo.

2.10.4 Efeitos praguicidas

Para Previero (2010), a ação isolada ou em conjunto das substâncias presentes no nim produzem efeitos no desenvolvimento de insetos e ácaros de importância agrícola. Os efeitos dessa planta foram estudados por Mossini; Kimmelmeier (2005), que verificaram repelência, esterilidade, efeitos sobre a fertilidade de adultos, desorientação na oviposição, inibição da alimentação, implicação no desenvolvimento e crescimento de larvas. Há registros ainda de anomalias celulares e fisiológicas, como inibição da síntese de ecdisônio e da biossíntese de quitina (KOUL; ISMAN; KETKAR, 1990; MORDUE (LUNTZ); BLACKWELL, 1993),

além de efeito letal, tanto na fase embrionária, quanto em fases imaturas e adultos, mostrando-se um aliado promissor no controle de tais organismos nas lavouras (MARTINEZ, 2002; PRATES et al., 2003). Jacobson (1989) relatou que a azadiractina, mesmo em concentrações muito baixas, como 0,1 ppm, pode afetar negativamente o desenvolvimento dos insetos.

Estudos mostram que a azadiractina, e provavelmente os outros metabólitos do nim, são absorvidos pelas raízes dos vegetais e assim translocados para todas as partes da planta, atuando como um sistêmico (GILL; LEWIS, 1971; COELHO JUNIOR; DESCHAMPS, 2014). Os sítios de ação da azadiractina nos artrópodes-praga localizam-se nos quimiorreceptores dos tagmas do corpo e no sistema nervoso central, onde bloqueia os receptores celulares responsáveis por transmitir os impulsos nervosos que estimulam a continuação do processo de alimentação, fator que explica o efeito fagoinibidor. Essa substância atua também no sistema neuroendócrino do inseto, desencadeando desordens hormonais que envolvem principalmente o hormônio juvenil e o hormônio da ecdise (ecdisona e 2-hidroxicdisona), assim, compete por receptores da membrana de ecdisteroides, hormônios envolvidos no processo da muda, por isso, a substância impede os insetos de se desenvolverem normalmente, apresentando deformações no tegumento, asas, pernas e outras regiões do corpo (MARTINEZ, 2002). Outros componentes da mesma planta, como por exemplo, a nimbina e asalanina, apresentam semelhante modo de ação, além de atividade contraceptiva e de repelência (MORDUE (LUNTZ); NISBET, 2000).

Além do controle eficaz de pragas agrícolas, os produtos à base de *A. indica* mostram-se mais propensos ao uso em sistemas de produção devido à sua fácil obtenção, possuir rápida degradação e menor seleção de populações resistentes de pragas, além de que, sua aplicação pode ser intercalada com outros métodos de controle. Para utilização de fontes de nim, recomenda-se seguir as instruções e recomendações prescritas no MIP (MOURÃO et al., 2004; COSME; CARVALHO; MOURA, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e condições ambientais do experimento

O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento de Rio Largo, em Rio Largo, AL. Os bioensaios foram realizados em incubadoras de germinação (B.O.D.) à temperatura de $25,0 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa (UR) de $80 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

3.2 Obtenção dos insetos

Os insetos utilizados neste trabalho foram adquiridos da biofábrica BUG Agentes Biológicos, localizada em Piracicaba, SP. O material biológico constava inicialmente de posturas de *H. armigera*, em cartelas de papel acondicionadas em recipientes plásticos contendo dieta artificial, enviado via transporte aéreo. Após o recebimento aguardou-se a eclosão das lagartas e seguiu-se a montagem do bioensaio.

3.3 Preparação da dieta artificial e incorporação dos produtos a serem avaliados

Para o estudo dos efeitos de formulações comerciais de *A. indica* na biologia de *H. armigera*, as mesmas foram incorporadas à dieta artificial (Tabela 1) de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae), modificada para *H. armigera* por Ribeiro (2017).

Tabela 1 - Composição da dieta artificial modificada para *H. armigera*.

Ingredientes	Quantidade*
Feijão branco	9,96 g
Gérmen de trigo	7,82 g
Proteína de soja	3,90 g
Caseína	3,90 g
Levedo de cerveja	4,88 g
Solução vitamínica	1,18 mL
Ácido ascórbico	0,46 g
Ácido sórbico	0,24 g
Nipagin	0,40 g
Tetraciclina	0,04 g
Formaldeído (40%)	0,49 mL
Ágar	2,74 g
Água destilada	164,20 mL

*Quantidades para 200g de dieta.

Fonte: Adaptada por Ribeiro, 2017.

Inicialmente, para o preparo da dieta, metade da água foi aquecida a aproximadamente 70°C, para dissolução do ágar, e a tetraciclina foi dissolvida na solução vitamínica. Todos os ingredientes foram então homogeneizados em liquidificador por aproximadamente três minutos, sendo a mistura vertida em uma panela e levada ao fogo médio por 15 minutos.

Neste estudo, utilizaram-se os produtos à base de nim Neenmax®, Emulzinim® e Nim-I-go® e o inseticida Pirate®, cujas características estão descritas na Tabela 2, nas doses de 2,0; 2,0; 1,0 e 0,16 mL, respectivamente, a fim de se obter a concentração recomendada por seus fabricantes em 200 mL de dieta artificial.

Tabela 2 - Caracterização das formulações comerciais utilizadas como tratamentos.

Produto	Fabricante	Dose comercial	Composição	Modo de ação
Emulzinim	Amigos do Nim	2 L/ha ou 200 mL/20L	Óleo de nim + emulsificante orgânico (azadirachtina = 2.389 ppm)	Contato e ingestão*
Neenmax	Insetimax	1 L/100L	Azadiractina (óleo de nim): 0,12%; Veículo: 99,88%	Contato e ingestão*
Nim-I-go	Agrobiológica soluções naturais	5 mL/L	emulsionante natural	Contato e ingestão*
Pirate	Basf Corporation	0,8 – 1,2 L/ha	Clorfenapir: 240 g/L; Outros ingredientes: 860 g/L	Contato e ingestão

*Modos de ação da azadiractina, segundo Martinez, 2002.

Após o preparo da dieta, os produtos foram adicionados a ela separadamente, com auxílio de pipetas automáticas, em Beckers com capacidade de 500 mL, agitando-se manualmente com uma espátula de alumínio por aproximadamente dois minutos, tempo suficiente para a sua homogeneização, sem que a dieta solidificasse. Em seguida, cada dieta com o respectivo produto foi distribuída em recipiente de polietileno, esterilizado com álcool a 70%, para que esfriasse e solidificasse.

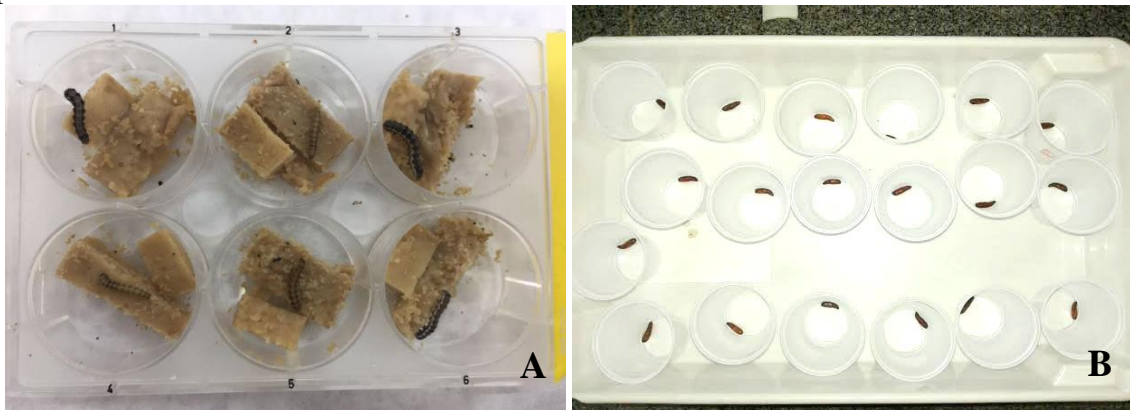
3.4 Avaliação do efeito dos produtos sobre a biologia de *H. armigera*

Avaliaram-se os seguintes parâmetros referentes à biologia de *H. armigera*: duração do período de desenvolvimento, viabilidade larval e pupal, peso de pupas com 24 horas de

idade, razão sexual, período de pré-oviposição, período de oviposição, fecundidade, fertilidade, mortalidade diária de machos e fêmeas e longevidade dos adultos.

Para avaliação da viabilidade larval de *H. armigera*, lagartas neonatas foram colocadas individualmente em placas de cultura de tecido com seis células (Figura 5), evitando assim, o canibalismo entre elas. Cada célula recebeu, também, um cubinho de aproximadamente $1,0 \times 3,0 \times 1,0$ cm de dieta. As lagartas permaneceram por 72 horas na dieta contendo os produtos avaliados, sendo então removidas para novos recipientes contendo dieta isenta de produtos. Através da observação da sobrevivência das larvas determinou-se a viabilidade larval.

Figura 5 - Esquema de criação de fases imaturas de *H. armigera*. A) Lagartas compartmentalizadas em células de placas de cultura de tecido; B) Pupas individualizadas em copos descartáveis.



Fonte: Autor, 2017.

As avaliações ocorreram diariamente, ocasião em que também era realizada a assepsia dos compartimentos onde as lagartas estavam acondicionadas, retirando-se as lagartas mortas e as fezes e, sempre que necessário, oferecendo-se novos cubinhos de dieta artificial às lagartas vivas. Os insetos permaneceram na placa de acrílico durante todo o período larval.

As pupas com 24 horas de idade foram pesadas em balança analítica e sexadas de acordo com características da morfologia da genitália (BUTT; CANTU, 1962; ZENKER; SPECHT; CORSEUIL, 2007) e, após, transferidas individualmente para copos descartáveis de 100 mL (Figura 5), forrados ao fundo com discos de papel filtro umedecidos com água destilada e cobertos com tecido *voil*, permitindo as trocas gasosas.

Para determinação da razão sexual, adotou-se a seguinte fórmula:

$$RS = NF / (NF + NM)$$

Onde: RS: Razão Sexual;

NF: Número de fêmeas;

NM: Número de machos.

Após a emergência dos adultos, foram formados 10 casais de insetos com a mesma idade por tratamento, os quais foram confinados em gaiolas confeccionadas com tubos de PVC de 200 mm de diâmetro × 35 cm de altura, revestidos internamente com papel sulfite para que as fêmeas adultas realizassem a postura (Figura 6). Cada gaiola continha um recipiente plástico com um rolinho de algodão embebido em solução de mel a 10% para a alimentação dos insetos adultos e, ao centro, folhas de soja (*Glycine max*) que além de substrato para postura, serviram também para estimular a oviposição.

As avaliações ocorreram diariamente, determinando-se o período de pré-oviposição e o período de oviposição. Através da contagem do número de ovos colocados sobre o papel que revestia o interior da gaiola e o tecido na parte superior do tubo, sob microscópio estereoscópico, foi determinada a fecundidade de cada fêmea. As posturas foram recortadas e acondicionadas em recipientes plásticos sob temperatura de 25°C e 90% de UR, para verificação da eclosão das lagartas, determinando-se o parâmetro fertilidade. Concomitantemente, foi avaliada, também, a longevidade dos insetos e a mortalidade diária de machos e fêmeas.

Figura 6 - Esquema de criação de adultos de *H. armigera*. À esquerda, exterior das gaiolas de PVC, à direita, interior da gaiola.



Fonte: Autor, 2017.

3.5 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos [Neenmax®; Nim-I-go®; Emulzinim®; inseticida Pirate® e água destilada (controles)] e 10 repetições, sendo cada repetição composta por um grupo de cinco lagartas neonatas individualizadas de *H. armigera*. Para a avaliação dos parâmetros na fase adulta, foram utilizadas 10 repetições por tratamento, cada uma composta de um casal de *H. armigera*.

Os resultados foram submetidos à análise de variância no programa SASM - Agri (ALTHAUS; CANTERI; GIGLIOTI, 2001) e as médias comparadas através do teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os produtos avaliados no presente estudo provocaram mortalidade em lagartas e pupas de *H. armigera*, quando ingeridos pelas lagartas durante 72 horas (Tabela 3). Os inseticidas Emulzinim® e Nim-I-go® foram letais a 36 e 46% das lagartas, respectivamente. Neenmax® provocou mortalidade em 94% das lagartas, não diferindo estatisticamente do inseticida sintético Pirate®, que causou 100% de mortalidade. Não houve mortalidade de lagartas no controle. Com relação à mortalidade das pupas, também não se verificou mortalidade no controle. A formulação Neenmax® provocou mortalidade de 100%, diferindo estatisticamente de Emulzinim® e Nim-I-go® (14% e 12%, respectivamente), que por sua vez, diferiram do controle (0%).

Tabela 3 - Viabilidade e duração dos períodos larval e pupal, razão sexual e peso de pupas (média ± EP) de *Helicoverpa armigera* criada sobre dieta artificial contendo formulações de *A. indica* (72 horas) e controles. Temperatura: 25,0 ± 1°C; UR: 80 ± 10%; fotofase: 12 horas. Rio Largo, AL, 2017.

Produto	Viabilidade (%)		Duração de fase (dias)		Razão sexual	Peso de pupa (g)
	Lagarta	Pupa	Lagarta	Pupa		
Emulzinim®	64 ± 8,33 b	86 ± 5,21 b	15,43 ± 0,42 b	11,85 ± 0,35 a	0,58 ± 0,08 a	0,30 ± 0,00 ab
Neenmax®	6 ± 4,27 c	0 ± 0,00 c	-	-	-	-
Nim-I-go®	54 ± 5,21 b	88 ± 3,27 b	18,69 ± 0,77 a	11,48 ± 0,32 a	0,52 ± 0,02 a	0,28 ± 0,02 b
Pirate®	0 ± 0,00 c	-	-	-	-	-
Controle negativo	100 ± 0,00 a	100 ± 0,00 a	15,78 ± 0,34 b	11,82 ± 0,26 a	0,64 ± 0,04 a	0,33 ± 0,01 a

*Médias (± EP) seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Os resultados obtidos revelam que os inseticidas à base de nim avaliados afetaram diversos parâmetros biológicos de *H. armigera*. Grainge; Ahmed (1988) descreveram a ação de diversas plantas inseticidas, dentre elas *A. indica*, e sua toxicidade em relação a espécies da família Noctuidae. A azadiractina, principal composto bioativo de *A. indica*, provoca inúmeros efeitos de ordem fisiológica sobre estes insetos (SILVA et al., 2013).

Com relação aos efeitos letais do nim em fases imaturas de *H. armigera*, Hossain (2007) relatou a eficácia do inseticida Nimbicidina® sobre a praga em grão de bico. O produto foi efetivo na concentração de 4 mL/L, resultando em alto rendimento da cultura por causar alta mortalidade quando pulverizado em campo. Kumar (2014) apontou que o óleo de nim (4 mL/L) foi bastante eficaz sobre *H. armigera*, quando comparado aos inseticidas

químicos monocrotofós 36 EC (1,25 mL/L), cipermetrina 25 EC (0,5 mL/L), imidacloprido 17.8 SL (1,0 mL/L); NPV 250 LE (0,5 mL/L), e uma associação de NPV 250 LE + imidacloprido 17.8 SL (0,5 + 1,0 mL/L). O autor concluiu que o biopesticida utilizado causou redução na densidade populacional da lagarta, e que este fator é inversamente proporcional ao potencial da produção agrícola. Ainda, após analisar a eficácia do composto, o custo dos inseticidas, a carga de trabalho, condições climáticas, dentre outros fatores, recomendou a utilização do óleo de nim para o controle de *H. armigera*.

Stark; Banks (2003) sustentam a ideia de que substâncias tóxicas também podem exercer efeitos subletais, de acordo com a concentração da substância ativa ingerida pela praga. Um dos efeitos notáveis do nim sobre os insetos é a sua ação na inibição da alimentação inicial e no desenvolvimento dos mesmos no momento da ecdise (SILVA et al., 2013), o que poderia explicar a mortalidade das pupas provenientes das lagartas alimentadas com os produtos. A inibição da alimentação das lagartas resultaria em pupas com menos reservas energéticas e, possivelmente, incapazes de sobreviver ao período de inanição que precede à emergência do adulto. Hernandez (1995) constatou redução significativa na alimentação de *S. frugiperda* quando alimentada com folhas de milho tratadas com extrato aquoso de nim e com dieta artificial contaminada com o mesmo extrato. O autor observou drástica redução na viabilidade da praga, com 100% de mortalidade nos dois primeiros instares. Resultados semelhantes também foram encontrados por Prates; Viana; Waquil (2003), comprovando a eficiência do extrato aquoso de folhas de nim nas concentrações de 3,6 e 10,0 mg/mL sobre *S. frugiperda*, e equiparando a mortalidade provocada por ele à do inseticida sintético clorpirifós.

Ainda, todas as pupas resultantes de lagartas alimentadas com Neenmax® apresentaram anomalias e nenhuma delas conseguiu chegar à fase adulta. Algumas lagartas que tiveram contato com os produtos Emulzinim® e Nim-I-go® também não conseguiram realizar a ecdise ou então sofreram algum tipo de interferência na muda, tornando-se larvas permanentes ou pupas mal-formadas, isto é, pupas que ainda apresentavam algumas características de lagartas como, por exemplo, pernas e cápsula cefálica (Figura 9), sendo estas inviáveis e vindo a morrer posteriormente.

Figura 7 - Anomalias verificadas em pupas de *H. armigera* alimentadas com dieta artificial contendo inseticidas à base de nim.



Fonte: Autor, 2017.

Segundo Bortoli et al. (2012), a mudança em cada fase de desenvolvimento dos insetos é acompanhada de importantes alterações na fisiologia dos mesmos. Portanto, com os resultados obtidos, pode-se inferir que a formulação Neenmax® na concentração de 1% interfere na mudança de fase, sobretudo para a fase de pupa, e desta para adulto, onde o organismo se transformará através de um processo complexo, proporcionando um percentual elevado de mortalidade e/ou inviabilidade no desenvolvimento de *H. armigera*.

Apesar de o Pirate® ter matado as lagartas em 48 horas de exposição, aquelas submetidas ao Neenmax® não morreram durante o período de exposição à dieta (72 horas), mas durante o período de desenvolvimento larval (16 dias) dos insetos (dados não apresentados), atingindo a mesma mortalidade final acumulada, o que permite afirmar que Neenmax® possui efeito semelhante ao do inseticida sintético sobre a mortalidade de *H. armigera*. Ahmad; Ansari; Muslin (2015) inferem que a aplicação de inseticidas de nim pode controlar os insetos não somente pela mortalidade imediata, mas, sobretudo, por agir em longo prazo, simplesmente por ser tóxico a alguma fase subsequente de desenvolvimento, ou, principalmente por interferir em parâmetros biológicos como a fecundidade e fertilidade dos insetos, culminando na redução populacional das gerações futuras.

No presente trabalho, observou-se um prolongamento na duração da fase larval para as lagartas submetidas ao tratamento Nim-I-go® (18,7 dias), quando comparado ao Emulzinim® e ao controle (15,43 e 15,78 dias, respectivamente) (Tabela 3). Tal prolongamento pode ser decorrente do efeito deterrente expresso pelo nim, que possivelmente impediu a manutenção do processo de alimentação das lagartas, podendo elas não ter acumulado os nutrientes necessários à mudança de fase no período normal de tempo. Este fenômeno resultaria em um

menor número de gerações do inseto num ano, e em uma menor população do inseto, uma vez que o seu crescimento é escalonado, uma geração após a outra.

Seljasen; Meadow (2006), estudando o efeito do extrato de nim em lagartas da traça do repolho *Mamestra brassicae* (L., 1758) (Lepidoptera: Noctuidae), verificaram o prolongamento no período de desenvolvimento inicial dos insetos tratados, havendo alta mortalidade dos mesmos, sendo esse efeito perceptível principalmente no 1º e 2º instares. Ahmad; Ansari; Moraiet (2013a) descreveram o prolongamento do período larval de *H. armigera* quando as lagartas foram expostas a 15 e 20 mg/L de Neemazal® (1% de azadiractina). Para Wondafrash; Getu; Terefe (2012) o prolongamento do desenvolvimento larval mostra-se como uma alternativa para a integração dos métodos de controle, pois deixará *H. armigera* sujeita, por um período de tempo maior, à ação de seus inimigos naturais, assim, esses agentes podem, de fato, efetuar o controle da praga no campo. Em contrapartida, Ahmad; Ansari; Muslin (2015) registraram redução no período de desenvolvimento de *H. armigera*, com o uso da formulação Neemix®.

No presente estudo, observou-se que a sobrevivência dos ínstaes iniciais de *H. armigera* foi a mais afetada com o tratamento Neenmax®, corroborando com os resultados de Ma; Gordh; Zalucki (2000), uma vez que verificaram mortalidade em lagartas de *H. armigera* dos primeiros instares alimentadas inicialmente em plantas de algodão pulverizadas com o óleo emulsionado de nim (3%), e transferidas após 72 horas para dieta artificial, e com Viana; Prates (2003), que utilizaram extrato de nim a 10 mg/mL, oferecendo folhas de milho submergidas e pulverizadas com o respectivo produto a lagartas neonatas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), verificando 100% de mortalidade das lagartas ao decorrer desta fase de desenvolvimento.

Porém, no presente estudo, um número considerável de insetos dos tratamentos Emulzinim® e Nim-I-go® conseguiu completar o ciclo, embora estes tenham apresentado algum tipo de anormalidade nos estádios subsequentes. Viana; Prates (2003), concluíram em seus estudos que a alimentação de lagartas recém-eclodidas com fonte nutricional contendo produtos de *A. indica* em sua composição, impede que o inseto se desenvolva normalmente, mesmo que este se alimente posteriormente com uma fonte nutricional não tratada com esses produtos.

Com relação à duração do período pupal, nem Nim-I-go® e nem Emulzinim® provocaram alterações quando comparados ao controle, não havendo diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 3). Diferentemente do presente estudo, Wang et al. (2009) registraram o prolongamento das fases de larva e pupa quando lagatas de *H. armigera* se alimentaram da dieta contendo a formulação Nim-I-go®. Na prática, o prolongamento das fases de pré-pupa e pupa, além de deixar por mais tempo, os insetos expostos à ação dos inimigos naturais, pode funcionar também no quesito sazonalidade da praga, quebrando a sincronização entre o período de ocorrência desta em relação ao ciclo fenológico das culturas hospedeiras, assim, por escape, o plantio não sofreria danos. Apesar da não influência na duração desse estágio, foi verificado, no presente estudo, que algumas pupas expostas ao nim sofreram algum tipo de interferência em seu desenvolvimento.

Em relação à razão sexual, Emulzinim® e Nim-I-go® apresentaram valores de 0,6 e 0,5, respectivamente, sendo estatisticamente semelhantes ao do controle negativo (0,64%) (Tabela 3). Quanto ao peso de pupas com 24 horas de idade, o presente estudo apresenta como resultado que as pupas que se alimentaram inicialmente da dieta contendo Emulzinim® foram estatisticamente semelhantes às daquelas do controle e das tratadas com Nim-I-go®, mas este último diferindo do controle. De maneira geral, as pupas do tratamento controle tiveram uma média de peso de 0,33 g, apresentando, portanto, maior peso que as dos tratamentos Emulzinim® e Nim-I-go®, que tiveram como médias 0,30 e 0,28 g, respectivamente (Tabela 3).

O menor peso das pupas que tiveram contato com os produtos à base de *A. indica* pode ter ocorrido devido ao efeito fagoinibidor expresso pela azadiractina, proporcionando às lagatas uma redução na alimentação, o que teria reduzido o peso das pupas, ou ainda pela pouca eficiência de conversão do alimento ingerido pelas lagatas devido à presença da substância inseticida na dieta (XIE et al., 1994; RODRIGUEZ; VENDRAMIM, 1997). Ma; Gordh; Zalucki (2000) afirmaram que *H. armigera* pode, inicialmente, mostrar algum tipo de resistência em se alimentar de alguma fonte nutricional contaminada por *A. indica*, no entanto, havendo somente ela, este inseto pode restabelecer sua alimentação.

A depender do grau de resistência dos insetos aos produtos e da quantidade de azadiractina ingerida, os efeitos podem aparecer ao longo do seu desenvolvimento biológico. Rodríguez; Vendramim (1997) registraram redução significativa no peso de pupas de *S. frugiperda* alimentadas com dietas artificiais contendo extratos vegetais de plantas da família

Meliaceae. Ma; Gordh; Zalucki (2000), avaliando o efeito do extrato aquoso de óleo de nim (3,0% do concentrado emulsionável de azadiractina), não verificaram redução no peso das pupas de *H. armigera*, quando as lagartas foram alimentadas por 96 horas com folhas de algodão pulverizadas com o extrato e transferidas, em seguida, para dieta artificial, todavia, o efeito do produto avaliado foi constatado posteriormente na redução da fecundidade e fertilidade dos insetos.

Com relação ao parâmetro longevidade dos adultos, Emulzinim® e Nim-I-go® proporcionaram longevidade menor, não diferindo entre si, mas sim do controle, tanto para os machos quanto para as fêmeas. Os machos apresentaram uma longevidade média de 8,3 e 8,2 dias, já as fêmeas viveram pouco mais, atingindo uma média de 9,5 e 9,1 dias, respectivamente, para Emulzinim® e Nim-I-go®, enquanto para o controle evidenciou-se uma longevidade de 10,2 e 11,2 dias para machos e fêmeas, respectivamente. Em geral, os insetos adultos cujas larvas foram mantidas em contato com os inseticidas avaliados viveram aproximadamente dois dias a menos que os adultos do tratamento controle (Tabela 4).

Tabela 4 - Longevidade de machos e fêmeas adultos, período de pré-oviposição e período de oviposição (média \pm EP) de *H. armigera* criada sobre dieta artificial contendo formulações de *A. indica* (72 horas) e controle. Temperatura: $25,0 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $80 \pm 10\%$; fotofase: 12 horas. Rio Largo, AL, 2017.

Produto	Longevidade (dias)		Longevidade média (dias)	Período de pré-oviposição (dias)	Período de oviposição (dias)
	Machos	Fêmeas			
Emulzinim®	8,3 \pm 0,50 b	9,5 \pm 0,31 b	8,9 \pm 0,30 b	3,4 \pm 0,16 a	3,9 \pm 0,18 b
Nim-I-go®	8,2 \pm 0,33 b	9,1 \pm 0,28 b	8,65 \pm 0,24 b	3,0 \pm 0,21 a	4,6 \pm 0,27 b
Controle negativo	10,2 \pm 0,42 a	11,2 \pm 0,29 a	10,7 \pm 0,25 a	2,9 \pm 0,18 a	5,5 \pm 0,17 a

*Médias (\pm EP) seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Resultados distintos aos do presente estudo foram observados por Morandi-Filho et al. (2006), que registraram diferenças na longevidade de machos e fêmeas de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick, 1909) (Lepidoptera: Tortricidae) alimentadas com dieta artificial contendo o óleo de nim Natuneem® nas concentrações de 0,25 e 0,50%. Segundo os autores, os machos viveram 14,8 e 16,2 dias e as fêmeas 19,9 e 20,1 dias, respectivamente para as concentrações, não diferindo da testemunha, que apresentou uma longevidade média de 19 dias tanto para machos quanto para fêmeas.

Em relação ao parâmetro período de pré-oviposição, não houve diferença estatística entre os tratamentos e o controle, sendo observado um período médio de três dias para que as fêmeas ovipositassem (Tabela 4). Outros autores aferem resultados similares, como Ahmad; Ansari; Muslin (2015), que também avaliaram os efeitos de produtos à base de nim sobre a biologia de *H. armigera*, os quais não mostraram nenhuma implicação no período de pré-oviposição, e Morandi-Filho et al. (2006), que também não encontraram diferença estatística para concentrações de óleo de nim e extrato pirolenhoso, em relação ao mesmo parâmetro, sendo equivalente à testemunha.

Para o período de oviposição, os tratamentos diferiram estatisticamente do controle, mas mostram-se iguais entre si. Observou-se que ambos os tratamentos apresentaram um período de oviposição menor quando comparado ao controle que teve uma média de 5,5 dias (Tabela 4). Morandi-Filho et al. (2006) observaram resultados semelhantes e registraram um menor período de oviposição de *A. sphaleropa*, quando submetida ao óleo e extrato pirolenhoso de nim, ambos na concentração de 0,50%, verificando uma média de 4,7 e 5,2 dias de oviposição, respectivamente, para cada tratamento, diferindo da testemunha que teve por média 6,3 dias de oviposição.

De acordo com Silva et al. (2013), o nim pode também possuir efeito esterilizante, reduzindo a fecundidade dos insetos. Com os resultados do presente estudo, constatou-se uma redução drástica na fecundidade das fêmeas expostas aos produtos à base de *A. indica*. Para fecundidade diária, os resultados expressos confirmam que as que foram alimentadas com os bioinseticidas, tiveram um número menor de ovos nas posturas durante o período de oviposição (Tabela 5). Em relação à fecundidade total, todos os tratamentos diferiram estatisticamente entre si, havendo uma média total de 2.116,8 ovos ao final do período de oviposição no controle. Para o Emulzinim® e o Nim-I-go®, observaram-se médias equivalentes a 527,5 e 970,1 ovos, respectivamente (Tabela 5).

A redução na fecundidade de *H. armigera* foi um dos parâmetros observados por Ahmad; Ansari; Ahmad (2013b), quando exposta à azadiractina e ao imidacloprido, (neonicotinoide). Segundo Ahmad; Ansari; Hasan (2012), a redução na fecundidade ocorre em função de a azadiractina causar uma redução significativa no nível de proteína dos ovários, além de interferir na síntese e absorção de vitelogenina nos oócitos em desenvolvimento, fatores que, segundo Pineda et al. (2009), impedem, dentre outras atividades, a produção de ovos.

Tabela 5 - Fecundidade (diária e total) e fertilidade (média \pm EP) de *H. armigera* criada sobre dieta artificial contendo formulações de *A. indica* (72 horas) e controle. Temperatura: $25,0 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $80 \pm 10\%$; fotofase: 12 horas. Rio Largo, AL, 2017.

Produto	Fecundidade diária						Fecundidade total	Fertilidade
	1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia	6º dia		
Emulzinim®	97,9 $\pm 8,27b$	183,7 \pm 29,92c	149,3 $\pm 21,1b$	87,2 \pm 19,77b	9,4 \pm 9,40c	0 \pm 0,00b	527,5 \pm 42,27c	211,6 \pm 28,15b
Nim-I-go®	76,4 $\pm 11,8b$	305,9 \pm 26,11b	260,7 \pm 20,48 b	189,2 \pm 33,29b	126,1 \pm 42,27b	11,8 \pm 11,8b	970,1 \pm 104,36b	216,1 \pm 24,31b
Controle	259,2 \pm	443 \pm	562 \pm	431,4	303,9 \pm	117,3 \pm	2116,8 \pm	1117,1 \pm
negativo	37,64a	36,06a	54,22a	$\pm 40,07a$	31,33a	40,52a	129,08a	91,38 ^a

*Médias (\pm EP) seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram com os obtidos por Abedi et al. (2014), que avaliaram também o efeito de azadiractina, incorporada à dieta artificial e oferecida a lagartas do terceiro instar. Com o estudo, foram verificadas, além da mortalidade de lagartas, outras alterações nos parâmetros biológicos, as quais também foram registradas nesta pesquisa, como, por exemplo, redução no peso de pupas e aumento da duração do período larval, redução na longevidade de fêmeas adultas e significativo decréscimo na fecundidade destas. Esse último efeito observado pode se tornar de valor inestimável para que os produtos sejam utilizados em campo, evitando assim surtos populacionais da praga.

Para o parâmetro biológico fertilidade, o número de ovos viáveis foi maior no controle, que diferiu dos tratamentos, os quais se mostraram estatisticamente iguais entre si. Assim, enquanto o controle apresentou uma média de 1.117,1 ovos férteis, os tratamentos Emulzinim® e Nim-I-go® proporcionaram pouco mais de 200 ovos férteis (Tabela 5). Bruce et al. (2004), avaliando o efeito de diferentes concentrações do óleo de nim (0; 0,075; 0,1 e 0,15 mL/planta) sobre *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae) e *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) em folhas de milho em condições de semi-campo e laboratório, evidenciaram relação entre azadiractina e fertilidade dos ovos.

De acordo com Abbasi et al. (2007), a dieta artificial de *H. armigera* à base de ágar não afeta o número de ovos colocados pelas fêmeas. Hou; Sheng (1999), após avaliar a quantidade de ovos postos por *H. armigera*, sugeriram que o aumento da oviposição e da fertilidade dos ovos podem estar relacionados à produção de hormônios no ovo. Logo, a redução da postura e da fertilidade dos ovos, averiguados no presente estudo, está estritamente atrelada ao efeito que a azadiractina exerce sobre a fisiologia do inseto, afetando negativamente sua biologia.

O comportamento reprodutivo (que envolve desde o desenvolvimento do ovário até o acasalamento e oviposição) é regulado também pelo hormônio juvenil, cuja molécula é estruturalmente ramificada em duas extremidades, uma com o radical epóxi, e a outra com um éster metílico (DAVEY, 2000; WEAVER; AUDSLEY, 2009), sendo que a ação da azadiractina através dos sítios de ligação pode favorecer a redução da fecundidade dos insetos a ela expostos. Feder et al. (1987) sugerem que a azadiractina interfere na produção de ecdisteroides em ovários, afetando diretamente a produção de ovos, contudo, os autores verificaram que não houve alteração na fertilidade.

Para Ascher (1993), os efeitos fisiológicos expressos pela azadiractina tornam os produtos à base de nim ainda mais importantes e, por isso, podem assumir um papel fundamental no manejo de *H. armigera* em agroecossistemas. As lagartas sobreviventes, mas que ingeriram algum teor dessa substância, podem sofrer alterações em seu desenvolvimento biológico, bem como podem ter sua fecundidade ou fertilidade reduzida, fatores que contribuem para o equilíbrio populacional da praga, mantendo estes insetos abaixo do nível de dano econômico nos sistemas de produção.

Sabe-se que, após aplicações sucessivas de produtos com o mesmo ingrediente ativo, os insetos podem desenvolver uma população resistente, por meio da pressão de seleção (WALTHALL; STARK, 1996). Neste sentido, o uso de produtos à base de nim representa uma importante ferramenta dentro do MIP, uma vez que os inseticidas botânicos extraídos de *A. indica* podem apresentar diversos modos de ação, devido à atuação da azadiractina ou dos outros compostos associados. O produto Emulzinim®, óleo emulsionado de nim, testado neste estudo, apresenta em sua composição azadiractina-A, azadiractina-B e nimbina-salanina, metabólitos relacionados também ao controle de insetos. Assim, a rotação de produtos com diferentes ingredientes ativos ou o uso de produtos que apresentem mais de um modo de ação, como é o caso dos produtos à base de nim, se constituem em importantes ferramentas para uso no MIP, por retardarem a possibilidade de desenvolvimento da resistência nos insetos.

5 CONCLUSÕES

O óleo de nim na formulação comercial Neenmax® (1200 ppm de azadiractina) adicionado à dieta artificial de *H. armigera* na dose recomendada pelo fabricante, reduz significativamente a viabilidade das fases de lagarta e pupa da praga, equiparando-se ao inseticida químico Pirate®.

As formulações comerciais Nim-I-go® e Emulzinim®, com 2.000 e 2.389 ppm de azadiractina, respectivamente, adicionados à dieta artificial de *H. armigera*, provocam sérios efeitos à biologia deste inseto, tais como inviabilidade nas fases imaturas, redução na longevidade de adultos, no período de oviposição, na fecundidade e fertilidade.

As formulações comerciais utilizadas neste estudo podem ser usadas no manejo de *H. armigera*, na dose recomendada pelos fabricantes, uma vez que apresentam efeitos letais e subletais sobre a praga.

REFERÊNCIAS

- ABBASI, B.H.; AHMED, K.; KHALIQUE, F.; AYUB, N.; LIU, H.J.; KAZMI, S.A.R.; AFTAB, M.N. Rearing the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, on a tapioca-based artificial diet. **Journal of Insect Science**, v. 7, n. 35, p. 1-7, 2007.
- ABEDI, Z.; SABER, M.; VOJOU DI, S.; MAHDAVI, V.; PARSAEYAN, E. Acute, sublethal, and combination effects of azadirachtin and *Bacillus thuringiensis* on the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*. **Journal of insect science**, v. 14, n. 30, p. 1-9, 2014.
- AGROFIT (2017)**. Disponível em <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em 14 de maio de 2017.
- Agrolink (2013). **5 inseticidas podem controlar a *Helicoverpa armigera***. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/5-inseticidas-podem-controlar%20lagartahelicoverpa_168885.html>. Acesso em: 09 de janeiro de 2017.
- Agrolink (2014). ***Helicoverpa armigera* se espalha por Alagoas**. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/noticia/helicoverpa-armigera-se-espalha-por-alagoas_200995.html> Acesso em: 06 de janeiro de 2017.
- AGUIAR-MENEZES, E.L. **Diversidade vegetal: uma estratégia para o manejo de pragas em sistemas sustentáveis de produção agrícola**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2004. 68 p.
- AHMAD, N.; ANSARI, M.S.; HASAN, F. Effects of neem based insecticides on *Plutella xylostella* (Linn.). **Crop Protection**, v. 34, p. 18-24, 2012.
- AHMAD, S.; ANSARI, M. S.; MUSLIM, M. Toxic effects of neem based insecticides on the fitness of *Helicoverpa armigera* (Hübner). **Crop Protection**, v. 68, p. 72-78, 2015.
- AHMAD, S.; ANSARI, M.S.; AHMAD, N. Acute toxicity and sublethal effects of the neonicotinoid imidacloprid on the fitness of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **International Journal of Tropical Insect Science**. v. 33, n. 4, p. 264-275, 2013b.
- AHMAD, S.; ANSARI, M.S.; MORAIET, M.A. Demographic changes in *Helicoverpa armigera* after exposure to neemazal (1% EC azadirachtin). **Crop Protection**, v. 50, p. 30-36, 2013a.
- ALI, A.; CHOUDHURY, R.A.; AHMAD, Z.; RAHMAN, F.; KHAN, F.R.; AHMAD, S.K. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**, Tunisia, v.4, n.1, p. 99-106, 2009.
- ALTHAUS, R.A.; CANTERI, M.G.; GIGLIOTI, E.A. Tecnologia da informação aplicada ao agronegócio e ciências ambientais: sistema para análise e separação de médias pelos métodos de Duncan, Tukey e Scott-knott. **Anais do X Encontro Anual de Iniciação Científica**, Ponta Grossa, p. 280-281, 2001.

ALVI, A.H.K.; SAYYED, A.H.; NAEF, M.; ALI, M. Field Evolved Resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to *Bacillus thuringiensis* Toxin Cry1Ac in Pakistan. **Plos One**. v.7, p. 1-9, 2012.

ANDOW, D.A.; HUTCHISON, W.D. Bt-corn resistance management. In: MELLON, M.; RISSLER, J. (Ed.). **Now or never: serious new plans to save a natural pest control**. Cambridge: Union of Concerned Scientists, 1998, p. 18-64.

AOYAMA, E.M.; LABINAS, A.M. Características estruturais das plantas contra a herbivoria por insetos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 365-386, 2012.

ARAÚJO, A.C. **Luta biológica contra *Heliothis armigera* no ecossistema agrícola “tomate de indústria”**. 1990. 356 p. Dissertação (Mestre em Entomologia) Universidade de Évora, Évora, 1990.

ASCHER, K. R. Nonconventional insecticidal effects of pesticides available from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, v. 22, n. 3-4, p. 433-449, 1993.

ÁVILA, C.J.; VIVAN, L.M.; TOMQUELSKI, G.V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) e nos sistemas de produção agrícolas**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular Técnica 23, 12 p., 2013.

BARTON, L.B.; RAUBENHEIMER, D. Ontogenetic changes in the rate of ingestion and estimates of food consumption in fourth and fifth instar *Helicoverpa armigera* caterpillars. **Journal of Insect Physiology**, v. 49, n. 1, p. 63-71, 2003.

BOGORNI, P.C.; VENDRAMIM, J.D. Bioatividade de extratos aquosos de *Trichilia* spp. sobre *Spodoptera frugiperda* (JE Smith)(Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 4, p. 665-669, 2003.

BORTOLI, S.A.; VACARI, A.M.; MAGALHÃES, G.O. de; DIBELLI, W.; BORTOLI, C. P. de; ALVES, M.P. Subdosagens de *Bacillus thuringiensis* em *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) e *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 50-57, 2012.

BRAVO, A.; GILL, S.S.; SOBERÓN, M. *Bacillus thuringiensis* mechanisms and use. In: GILBERT, L.I.; IATROU, K.; GILL, S.S. (Ed.). **Comprehensive Molecular Insect Science**. Amsterdam: Elsevier BV, 2005, p. 175-206.

BRÉVAULT, T.; ASFOM, P.; BEYO, J.; NIBOUCHE, S.; VAISSAYRE, M. Assessment of *Helicoverpa armigera* resistance to pyrethroid insecticides in northern Cameroon. **Mededelingen (Rijksuniversiteit te Gent. Fakulteit van de Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen)**, v. 67, p. 641-646, 2002. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12696432>>. Acesso em: 2 de agosto de 2017.

BRUCE, Y.A.; GOUNOU, S.; CHABI-OLAYE, A.; SMITH, H.; SCHULTHESS, F. The effect of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) oil on oviposition, development and reproductive potentials of *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae) and *Eldana saccharina*

Walker (Lepidoptera: Pyralidae). **Agricultural and Forest Entomology**, v. 6, n. 3, p. 223-232, 2004.

BUTT, B.A.; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. Washington: USDA, 1962. p. 1-7.

CABI, 2017. Invasive Species Compendium. ***Helicoverpa armigera* cotton bollworm**. Disponível em: <<http://www.cabi.org/isc/datasheet/26757>>. Acesso em: 04 de agosto de 2017.

CASER, C.R.S.; CARLOS, G.A.; GAZPERAZZO, W.; CRUZ, Z.M.A.; SILVA, A.G. Atividade biológica das folhas secas de neem, *Azadirachta indica*, sobre larvas de *Aedes aegypti*. **Natureza on Line**, v. 5 n. 1, p. 19-24, 2007. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/03_CaserCRSetal_1924.pdf>. Acesso em: 28 de maio de 2017.

CASTILHO, A.R.; MURATA, R.M.; PARDI, V. Produtos Naturais em odontologia. **Revista Saúde**, n. 1, v. 1, p. 11-29, 2007.

CHAGAS, A.C.D.S.; VIEIRA, L.D.S. Ação de *Azadirachta indica* (Neem) em nematódeos gastrintestinais de caprinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 1, p. 49-55, 2007.

CHAMBERLAIN, J.R.; CHILDS, F.J.; HARRIS, P.J.C. **An introduction to Neem, its use and genetic improvement. Improvement of nem (*Azadirachta indica*) and its potential benefits to poor farmers in developing countries**. Oxford: Forestry Research Programme of the Renewable Natural Resources. Department for International Development, 2000. 53p.

CHEN, C.; CHANG, S.; HOU, R.F.; CHENG, L. Deterrent effect of the chinaberry extract on oviposition of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 120, p. 165-169, 1996.

COELHO JUNIOR, A.; DESCHAMPS, F.C. Ação sistêmica e translaminar do óleo de nim visando ao controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) em tomateiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 2, p. 140-144, 2014.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2016). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: safra 2016/2017, dezembro 2016**. v. 4, safra 2016/17 – Terceiro levantamento, Brasília, p. 1- 156. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253>>. Acesso em: 04 de janeiro de 2017.

CORRÊA-FERREIRA; B.S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; SOSA-GÓMEZ, D.R. **Inimigos naturais de *Helicoverpa armigera* em soja**. Londrina, Embrapa Soja, 2014. 12p. (Embrapa Soja 80. Comunicado técnico, 80). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/992733/inimigos-naturais-de-helicoverpa-armigera-em-soja>>. Acesso em: 30 de maio de 2017.

COSME, L.V.; CARVALHO, G.A.; MOURA, A.P. Efeitos de inseticidas botânico e sintéticos sobre ovos e larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 74, n. 3, p. 251-258, 2007.

CUNHA, U.S. da. **Busca de substâncias de *Trichilia pallida* e *Trichilia pallens* (Meliaceae) com atividade sobre a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae).** 2004. 108p. Tese (Doutorado em Entomologia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

CUNNINGHAM, J.P.; ZALUCKI, M.P. Understanding Heliothine (Lepidoptera : Heliothinae) Pests: What is a Host Plant. **Entomological Society of America**, v. 107, n. 3, p. 881-896, 2014.

CUNNINGHAM, J.P.; ZALUCK, M.P.; WEST, S.A. Learning in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): a new look at the behaviour and control of a polyphagous pest. **Bulletin of entomological Research**, v. 89, n. 3, p. 201-207, 1999.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K.C.; VIVAN, L.M.; GUIMARÃES, H.O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013a.

CZEPAK, C.; VIVAN, L.M.; ALBERNAZ, K.C. Praga da vez. **Cultivar: grandes culturas, Pelotas**, v. 15, n. 167, p. 20-27, 2013b.

DAS, D.R.; PARWEEN, S.; FARUKI, S.I. Efficacy of commercial neem-based insecticide, Nimbicidine® against eggs of the red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst). **University Journal of Zoology, Rajshahi**, v. 25, p. 51-55, 2006.

DAVEY, K.G. The modes of action of juvenile hormones: some questions we ought to ask. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 30, n. 8, p. 663-669, 2000.

DIAS, R. **Limitação natural de *Helicoverpa armigera* (Hbn) em tomate de indústria no Ribatejo: parasitoides e predadores.** Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia. Lisboa: ISA, 2005. 70p.

DUARTE, M.; MARCONATO, G.; SPECHT, A.; CASAGRANDE, M.M. Lepidoptera. In: RAFAEL, J.A.; MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.B.B.; CASARI, S.A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia.** Ribeirão Preto: Holos, 2012. 810p.

DUTTA, N.; PANDA, A.K.; KAMRA, D.N. Use of *Pongamia glabra* (karanj) and *Azadirachta indica* (neem) seed cakes for feeding livestock. Chapter 22. In: MAKKAR, H.P.S. (Ed.). **Biofuel co-products as livestock feed - opportunities and challenges**, FAO, p. 379-402, 2012.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2015). ***Helicoverpa armigera*: qual a situação atual da praga que alarmou produtores há dois anos?** Disponível em: <helicoverpa-armigera-qual-a-situacao-atual-da-praga-que-alarmou-produtores-ha-dois-anos>. Acesso em: 21 de janeiro de 2017.

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

- FEDER, D.; MELLO, C.B.; GARCIA, E.S.; AZAMBUJA, P. Immune responses in *Rhodnius prolixus*: Influence of nutrition and ecdysone. **Journal of Insect Physiology**, v. 43, n. 6, p. 513-519, 1997.
- FENG, H.Q; WU, K.M.; NI, Y.X; CHENG, D.F.; GUO, Y.Y. High-altitude windborne transport of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in mid-summer in Northern China. **Journal of Insect Behavior**, v. 18, n. 3, p. 335-349, 2005.
- FERREIRA, M.R. **Cinética do desenvolvimento de *Heliothis armigera***. Trabalho de Conclusão de Curso em Eng. Agrícola. Évora: Universidade de Évora, 1989. 75p.
- FIREMPONG, S.; ZALUCKI, M.P. Host plant selection by *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): the role of some herbivore attributes. **Australian Journal of Zoology**, v. 39, n.3, p. 343-350, 1991.
- FITT, G.P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, v. 34, n. 1, p. 17-52, 1989.
- FYE, R.E.; McADA, W.C. **Laboratory studies on the development, longevity, and fecundity of six lepidopterous pests of cotton in Arizona**: Agricultural Research Service. US: Department of Agriculture, 1972. 32p.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA-NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- GILL, J.S.; LEWIS, C.T. Systemic action of insect feeding deterrent. **Nature**, v. 232, n. 6, p. 402-403, 1971.
- Globo (2014). **Para conter praga, produtores de Alagoas não poderão plantar durante 3 meses**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2014/11/para-conter-praga-agricultores-de-al-nao-poderao-plantar-durante-3-meses.html>>. Acesso em: 09 de janeiro de 2017.
- GONÇALVES-GERVÁSIO, R. de C.R. **Efeito de extratos de *Trichilia pallida* Swarte e *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae) sobre *Tuta absoluta* (Meyrick) e seu parasitoide *Trichogramma pretiosum* Riley**. 2003. 100p. Tese (Doutorado em Entomologia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.
- GRAINGE, M.; AHMED, S. **Handbook of plants with pest-control properties**. Resource systems institute, East-West center, Honolulu, Hawaii. 1988.
- GUNNING, R.V.; DANG, H.T.; KEMP, F.C.; NICHOLSON, I.C.; MOORES, G.D. New resistance mechanism in *Helicoverpa armigera* threatens transgenic crops expressing *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac toxin. **Journal American Society for Microbiology**, v. 71, n. 5, p. 2558-2563, 2005.

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

GUOQING, L.; ZHAOJUN, H.; LILI, M.; XIAORAN, Q.; CHANGKUN, C.; YINCHANG, W. Natural oviposition-deterrent chemicals in female cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner). **Journal of Insect Pathology**, v. 47, n. 9, p. 951-956, 2001.

HARDWICK, D.F. The corn earworm complex. **Entomological Society of Canada**, Ottawa 1965.

HASHMAT, I.; AZAD, H.; AHMED, A. Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) – a nature's drugstore: an overview. **Journal of Biological Sciences**, v. 1, n. 6, p. 76-79, 2012.

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

HERNANDEZ, C.R. **Efeito de extratos aquosos de Meliaceae no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 1995. 100p. Tese (Doutorado em Entomologia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1995.

HERNANDEZ, C.R.; VENDRAMIM, J.D. Avaliação da bioatividades de extratos aquosos de Meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). **Revista de Agricultura**, v. 72, p. 305-318, 1997.

HILL, D.S. **Pest of store products and their control**. London: Brit, Lybrary, 1990. 274p.

HIROSE, E.; MOSCARDI, F. Insetos de outras regiões do mundo: ameaças. In: HOFFMANN CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 445-492.

HOSSAIN, A. Efficacy of some synthetic and biopesticides against pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner) in chickpea. **Tropical Agricultural Research and Extension**. v. 10, p.74-78, 2007.

HOU, M.C.; SHENG, X. Fecundity and longevity of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): Effects of multiple matings. **Journal of Economic Entomology**, v. 92, n. 3, p. 569-573, 1999.

HUMMEL, H.E.; HEIN, D.F.; SCHMUTTERER, H. The coming of age of azadirachtins and related tetranortriterpenoids. **Journal of Biopesticides**, v. 5 p. 82-87, 2012.

IMEA-INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. **Prejuízos com *Helicoverpa* chegam em R\$ 1 bilhão em MT, diz Imea**. In: Globo Rural. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2014/02/prejuizos-com-helicoverpa-chegam-em-r-1-bilhao-em-mt-diz-imea.html>>. Acesso em: 31 de maio de 2017.

JACOBSON, M. Botanical pesticides: past, present and future. In: ARNASON, J.T.; PHILOGENE, B.J.R.; MORAND, P. **Iseticides of plant origin**. Washington: American Chemical Society, 1989.

JOHNSON, M.-L.; ZALUCKI, M.P. Foraging behavior of *Helicoverpa armigera* first instar larvae on crop plants of different developmental stages. **Journal of Applied Entomology**, v. 129, n. 5, p. 239-245, 2005.

KARIM, S. Management of *Helicoverpa armigera*: a review and prospectus for Pakistan. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 3, n. 8, p. 1213-1222, 2000.

KOUL, O. Effect of neem extracts and azadirachtin on fertility and fecundity of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). **Pesticide Research Journal**, v. 10, n. 2, p. 258– 261, 1998.

KUMAR, A.R.V.; JAYAPPA, J.; CHANDRASHEKARA, K. Relative insecticidal value: an index for identifying neem trees with high insecticidal yield. **Current Science**, v. 79, n. 10, 2000.

KUMAR, Y. Evaluation of certain insecticides and biopesticides against *Helicoverpa armigera* in pigeon pea. **International Journal Of Advanced Biological Research**, v. 4, p. 80-82, 2014.

LAGUNES, T.A.; RODRIGUEZ, H.C. Los extratos acuosos y polvos vegetales com actividad insecticida: al combat de la conchuel del frijoal. Tezeoco, **USAID-CONACYR-SME-CP**, 1992, 57p.

LAMMERS, J.W.; MACLEOD, A. Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). 2007. Disponível em: <<http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/helicoverpa.pdf>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2017.

LEÃO, T.C.C.; ALMEIDA, W.R.; DECHOUM, M.; ZILLER, S.R. **Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas**. Recife: Cepan, 2011. 99 p.

LEITE, L.A.R.; CASAGRANDE, M.M.; MIELKE, O.H.H. External morphology of the adult of *Dynamine postverta* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae, Biblidinae) and patterns of morphological similarity among species from eight tribes of Nymphalidae. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 57, n. 2, p. 133-148, 2013.

LIAUW, M.Y.; NATAN, F.A.; WIDIYANTI, P.; IKASARI, D.; INDRASWATI, N.; SOETAREDJO, F.E. Extraction of neem oil (*Azadirachta indica* A. Juss) using n-hexane and ethanol: studies of oil quality, kinetic and thermodynamic. **ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 3, n. 3, 2008.

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**, v. 56, n. 12, p. 1663-1670, 2010.

- MA, D.L.; GORDH, G.; ZALUCKI, M.P. Biological effects of azadirachtin on *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) fed on cotton and artificial diet. **Austral Entomology**, v. 39, n. 4, p. 301-304, 2000.
- MARTINEZ, S.S. O nim *Azadirachata indica* – um inseticida natural. **Instituto Agronômico do Paraná**, 2008. 5 p. Disponível em: <www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/O%20NimDownloadFev2008PDF.pdf>. Acesso em: 19 de outubro de 2017.
- MARTINEZ, S.S. Ação do nim sobre os insetos. In: MARTINEZ, S.S. (Ed.) **O nim - *Azadirachata indica*: natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 2002. p. 31-57.
- MATTHEWS, M. **Heliothinae moths of Australia**: a guide to pest bollworms and related noctuid groups. Melbourne: CSIRO, 1999. 320p.
- MEDEIROS, C.A.M.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; TORRES, A.L. Efeito de extratos aquosos de plantas na oviposição da traça-das-crucíferas, em couve. **Bragantia**, v. 64, n. 2, p. 227-232, 2005.
- MENSAH, R. K. Supression of *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition by use of the natural enemy food supplement Envirofeast. **Australian Journal of Entomology**, v. 35, n. 4, p. 323-329, 1996.
- Ministério do Meio Ambiente (2017). **O bioma Cerrado**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 09 de janeiro de 2017.
- MIRONIDIS, G.K.; STAMOPOULOS, D.C.; SAVOPOULOU- SOULTANI, M. Overwintering survival and spring emergence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Northern Greece. **Environmental Entomology**, v. 39, n. 4, p. 1068-1084, 2010.
- MORAL-GARCIA, F.J. Analysis of the spatiotemporal distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) in a tomato field using a stochastic approach. **Biosystems Engineering**, v. 93, n. 3, p. 253-259, 2006.
- MORANDI FILHO, W.J.; BOTTON, M.; GRÜTZMACHER, A.D.; NONDILLO, A. Biologia comparada de *Agyrotaenia spheropa* (Meyrick, 1909) (Lepidoptera: Tortricidae) em dieta artificial contendo extratos vegetais. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 3, p. 325-331, 2006.
- MORDUE (LUNTZ), A.J.; NISBET, A.J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 4, p. 615-632, 2000.
- MORDUE, A.J.; BLACKWELL, A. Azadirachtin: an update. **Journal Insect Physiology**. v. 39, n. 11, p. 903-924, 1993.
- MOSCARDI, F.; BUENO, A. de F.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; POMARI, A.F.; CORSO, I.C.; AKIMI, S.; YANO, C. Artrópodes que atacam

- as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, B.C.; CORRÊAFERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.) **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 213-333p.
- MOSSINI, S.A.G.; KEMMELMEIER, C. A árvore nim (*Azadirachta indica* A. Juss): múltiplos Usos. **Acta Farmaceutica**, Bonaerense, v. 24, n. 1, p. 48-139, 2005.
- MOURÃO, S.A.; SILVA J.C.T.; GUEDES, R.N.C.; VENZON, M.; JHAM, G.N.; OLIVEIRA, C.L.; ZANUNCIO, J.C. Selectivity of neem extracts (*Azadirachta indica* A. Juss.) to the predatory mite *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Muma) (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 5, p. 613-617, 2004.
- MUÑOZ-VALENZUELA, S.; IBARRA-LÓPEZ, A.A.; RUBIO-SILVA, L.M.; VALDEZ-DÁVILA, H.; BORBOA-FLORES, J. Neem tree morphology and oil content. In: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (Ed.). **Issues in new crops and new uses**. Alexandria, VA: ASHS Press, 126 p. 2007.
- MURRAY, D.A.H.; MONSOUR C.J.; TEAKLE, R.E.; RYNNE, K.P.; BEAN, J.A. Interactions between nuclear polyhedrosis virus and three larval parasitoids of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Australian Journal of Entomology**, v. 34, n. 4, p. 319–322, 1995.
- MURÚA, M.G.; SCALORA, F.S.; NAVARRO, F.R.; CAZADO, L.E.; CASMUZ, A.; VILLAGRÁN, M.E.; LOBOS, E.; GASTAMINZA, G. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 854-856, 2014.
- NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative reproductive performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on thirteen soybean varieties. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 13, n. 1, p. 17-26, 2011.
- NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative life history and fecundity of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) on different soybean varieties. **Entomological Science**, v. 12, n. 2, p. 147-154, 2009a.
- NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Life Table parameters of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae) on different soybean cultivars. **Journal of Entomological Society of Iran**, v. 29, n. 1, p. 25-40, 2009b.
- NASREEN, A.; MUSTAFA, G. Biology of *Helicoverpa armigera* (Hbn) reared in laboratory on natural diet. **Pakistan Journal of Biological Science**, v. 3, n. 10, p. 1668-1669, 2000.
- NAVIA, D. Fatores de uma invasão biológica. In: **XXI Ciência Para a Vida: A ciência que defende as fronteiras**. 15 ed. Jan-abr, Brasília, DF: Embrapa, 2016. 56p.
- NAZRUSSALAM, A.A.; AHMAD, T.; ALI, H. Relative performance of insecticides and multineem schedules for management of pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner) in pigeonpea. **Journal of Biological Sciences**, v. 7, n. 8, p. 1545-1547, 2007.

NETO, L.M.; GALERANI, P.R.; COSTA, J.L. D. S. Pesquisa, desenvolvimento e inovações em face de ameaças sanitárias para a agropecuária brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, 2016.

NEVES, B.P.; NOGUEIRA, J.C.M. **Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.)**. Goiânia: Embrapa CNPAF-APA, Circular Técnica 28, 1996. 32p.

NEVES, E.J.M.; CARPANEZZI, A.A. **Prospecção do cultivo do nim (*Azadirachta indica*) no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/657534>>. Acesso: 28 de maio de 2017.

NICOLETTI, M.; MACCIONI, O.; COCCIOLETTI, T.; MARIANI, S.; VITALI, F. **Neem tree (*Azadirachta indica* A. Juss) as source of bioinsecticides, insecticides – advances**. In: PERVEEN, F. (Ed.). *Integrated Pest Management*, 2012. Disponível em: <<https://www.intechopen.com/books/insecticides-advances-in-integrated-pest-management/neem-tree-azadirachta-indica-a-juss-as-source-of-bioinsecticides>>. Acesso em: 29 de maio de 2017.

NORRIS, R.F.; CASWELL-CHEN, E.P.; KOGAN, M. **Concepts in integrated pest management**. New Jersey: Upper Saddle River, 2003. 588p.

OEPP (2008) – European and Mediterranean Plant Protection Organization. *PQR 5, Standart Program Database of quarantine pests*. Disponível em: <<http://www.eppo.int/DATABASES/pqr/pqr.htm>>. Acessado em: 11 de janeiro de 2017.

OGBUEWU, I.P.; ODOEMENAM, V.U.; OBIKAONU, H.O.; OPARA, M .N.; EMENALOM, O.O.; UCHEGBU, M.C.; OKOLI, I.C.; ESONU, B.O.; ILOEJE, M.U. The growing importance of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) in agriculture, industry, medicine and environment: a review. **Research Journal of Medicinal Plant**, v. 5, n. 3, p. 230-245, 2011.

PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. A ecologia nutricional e o manejo integrado de pragas. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. 1164p.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil: Parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. 609p.

PARROTTA, J.A.; CHATURVEDI, A.N. ***Azadirachta indica* A. Juss. Neem, margosa**. SOITF-SM-70. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 1994. 8 p. Disponível em: <<http://www.fs.fed.us/global/iitf/Azadirachtaindica.pdf>>. Acesso em: 27 de maio de 2017.

PAWAR, C. S.; REED, W. **Heliothis: a Global Problem**. Disponível em: <http://oar.icrisat.org/4046/1/CP_054.pdf>. Acesso em: 12 de janeiro de 2017.

PEDGLEY, D.E. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to the British Isles. **Entomologist's Gazette**, v. 36, n. 1, p. 15-20, 1985.

- PESSOA, M.C.P.Y.; MARINHO-PRADO, J.S.; SÁ, L.A.N. de; MINGOTI, W.A; HOLLER, R.; SPADOTTO, C.A. Priorização de regiões do Cerrado brasileiro para o monitoramento de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 697-701, 2016.
- PINEDA, S.; MARTÍNEZ, A.M.; FIGUEROA, J.I.; SCHNEIDER, M.I.; ESTAL, P.D.; VINUELA, E.; GOMEZ, B.; SMAGGHE, G.; BUDIA, F. Influence of azadirachtin and methoxyfenozide on life parameters of *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 102, p. 1490-1496, 2009.
- PINÓIA, S.S.F. **Eficácia de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) e spinosade no combate a *Helicoverpa armigera* (Hbn) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro**. 2012. 89p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica). Instituto Superior de Agronomia – Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2012.
- POGUE, M.G. A new synonym of *Helicoverpa zea* (Boddie) and differentiation of adult males of *H. zea* and *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliiothinae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 97, n. 6, p. 1222-1226, 2004.
- Portal Brasil (2014). **Produto Interno Bruto da agropecuária deve ser de R\$ 1 trilhão**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2014/12/produto-interno-bruto-da-agropecuaria-deve-ser-de-rs-1-trilhao>>. Acesso em: 21 de março de 2017.
- PRATES, H.T.; VIANA, P.A.; WAQUIL, J.M. Atividade do extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*) sobre *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 3, p. 437-439, 2003.
- PRATISSOLI, D.; LIMA, V.L.S.; PIROVANI, V.D.; LIMA, W.L. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato in the Espírito Santo state. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 101-105, 2015.
- PREVIERO, C.A.; LIMA JÚNIOR, B.C.; FLORENCIO, L.K.; SANTOS, D.L. dos. **Receitas de Plantas com Propriedades Inseticidas no Controle de Pragas**. Palmas: CEULP/ULBRA, 2010. 32p.
- RAGURAMAN, S.; SINGH, R.P. Biological effects of neem (*Azadirachta indica*) seed oil on an egg parasitoid, *Trichogramma chilonis*. **Journal of Economic Entomology**, v. 92, p. 1274-1280, 1999.
- REED, W. *Heliothis armigera* (Hb.) (Noctuidae) in western Tanganyika: II. Ecology and natural and chemical control. **Bulletin of Entomological Research**, v. 56, n. 1, p. 127-140, 1965.
- RIBEIRO, Z.A. **Dieta artificial e metodologia de criação massal para o bem-estar de *Helicoverpa armigera***. 2017. 137p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.
- RODRÍGUEZ H. C.; VENDRAMIM, J. D. Avaliação da bioatividade de extratos aquosos de Meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda*. **Revista de Agricultura**, v. 72, n. 3, p. 305-318, 1997.

- ROEL, A.R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 1, n. 2, p. 23-50, 2001.
- ROMEIS, J.; SHANOWER, T.G. Arthropod natural enemies of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in India. **Biocontrol Science and Technology**, v. 6, n. 4, p. 481-508, 1996.
- RUAN, Y.M.; WU, K.J. Performances of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*, on different food plants. **Acta Entomology**, v. 44, n. 2, p. 205-212, 2001.
- SAITO, M.L.; LUCHINI, F. **Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente**. Jaguariúna: EMBRAPA – CNPMA, 1998. 46 p.
- SALVADORI, J.R.; PEREIRA, P.R.V. da; SPECHT, A. *Helicoverpa armigera* no Sul. **Revista Cultivar**, v.15, n. 176, p. 22-23, 2013.
- SANTOS, J.H.R. dos; GADELHA, J.W.; PIMENTEL, J.V.F.; JÚLIO, P.V.M.R. **Controle alternativo de pragas e doenças**. Fortaleza: UFC, 1998. 227 p.
- SAOUR, G.; CAUSSE, R. Comportement de ponte d'*Heliothis armigera* Hübner (Lep., Noctuidae) sur tomate. **Journal of Applied Entomology**, v. 115, n. 1-5, p. 203-209, 1993.
- SCHLESENER, D.C.H.; DUARTE A.F.; GUERRERO, M.F.C.; CUNHA, U.S.; NAVA, D.E. Efeitos do nim sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e os predadores *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Neoseiulus californicus* (Mcgregor) (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 59-66, 2013.
- SELJASEN, S., MEADOW, R., Effects of neem on oviposition and egg and larval development of *Mamestra brassicae* L., dose response, residual activity, repellent effect and systemic activity in cabbage plants. **Crop Protection**, v. 25, n. 4, p. 338-345, 2006.
- SENAVE en alerta tras ingreso de peligrosa plaga agrícola**. ABC Color, Edición Impresa, 17 out. 2013. Disponível em: <<http://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/senave-en-alerta-tras-ingreso-depeligrosa-plaga-agricola-629240.html>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2017.
- SHARMA, H.C.; DHILLON, M.K.; ARORA, R. Effects of *Bacillus thuringiensis* δ - endotoxin-fed *Helicoverpa armigera* on the survival and development of the parasitoid *Campoletis chloridae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 126, n. 1, p. 1-8, 2008.
- SILVA, M.A.; BEZERRA-SILVA, G.C.D.; VENDRAMIM, J.D.; MASTRANGELO, T.; FORIM, M.R. Neem derivatives are not effective as toxic bait for tephritid fruit flies. **Journal of Economic Entomology**, v. 106, n. 4, p. 1772-1779, 2013.
- SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; PAULA-MORAES, S.V. de; YANO, S.A.C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e

- ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 6, p. 689-692, 2013.
- STARK, J.D.; BANKS, J.E. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 48, n. 1, p. 505-519, 2003.
- SULLIVAN, M.; MOLET, T. CPHST pest datasheet for *Helicoverpa armigera*. Chicago: **USDA-APHIS-PPQCPHST**, 2014.
- TAY, W.T.; SORIA, M.F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, G.T.; ANDERSON, C.; S. DOWNES. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Plos One**, v. 8, n. 1, p. 134, 2013.
- TEODORO, A.V.; SILVA, S.S.; PASSOS, E.M. dos; SANTOS, J.M. NEGRISOLI-JUNIOR, A.S.; GUZZO, E.C. **Biologia e reconhecimento das principais lagartas-praga do milho de ocorrência no agreste e zona da mata de Alagoas, Bahia e Sergipe**. Embrapa Tabuleiros Costeiros-Comunicado Técnico 173 (INFOTECA-E), 8p., 2015.
- TERAN, F.O.; NOVARETTI, W.R.T. **Manejo integrado da broca da cana-de-açúcar nas usinas cooperadas**. Boletim Técnico da COPERSUCAR, v. 11, p. 9, 1980.
- THOMAZONI, D.; SORIA, M.F.; PEREIRA, E.J.G.; DEGRANDE, P.E. ***Helicoverpa armigera*: perigo iminente aos cultivos de algodão, soja e milho do estado de Mato Grosso**. Instituto Mato-grossense do Algodão (IMAmt). Publicação periódica de difusão científica e tecnológica: Mato Grosso, 2013.
- VAN DEN BERG, H.; COCK, M.J.W. Stage-specific mortality of *Helicoverpa armigera* in three small holder crops in Kenya. **Journal of Applied Ecology**, v. 30, n. 3, p. 604-653, 1993.
- VENDRAMIM, J.D. Plantas inseticidas. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 1997, Salvador, BA. **Resumos. Salvador: 1997**. v. 1, n. 1, p. 10.
- VENDRAMIM, J.D.; GUZZO, E.C. Plant resistance and insect bioecology and nutrition. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.) **Insect bioecology and nutrition for integrated pest management**. Boca Raton: CRC Press, 2011. p. 657-685.
- 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 de insetos: Base para o manejo integrado de pragas**. 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 1164 p.
- VENZON, M.; ROSADO, M.C.; PALLINI, D.E. **Controle biológico conservativo**. In: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T.J.; PALLINI, A. (Ed.). Controle alternativo de doenças e pragas. Viçosa: EPAMIG, 2005. p. 1-22.
- VIANA, P.A.; PRATES, H.T. Desenvolvimento e mortalidade larval de *Spodoptera frugiperda* em folhas de milho tratadas com extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica*. **Bragantia**, v. 62, n. 1, p. 69-74, 2003.

WALTHALL, W.K.; STARK, J.D. A comparison of acute mortality and population growth rate as endpoints of toxicological effects. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 37, p. 45-52, 1996.

WANG, N.C.; LI, Z.H. Studies on the biology of cotton bollworm (*Heliothis armigera* Hübner) and tobacco budworm (*Heliothis assulta* Quenee). **Journal of the Shandong Agricultural University**, v. 1-2, n. 1, p. 13-25, 1984.

WONDAFRASH, M.; GETU, E.; TEREFE, G. Life-cycle parameters of African bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) affected by neem, *Azadirachta indica* (A. Juss) extracts. **Agricultural Science Research Journal**. v. 2, n. 6, p. 335-345, 2012.

XIE, Y.S.; ISMAN, M.B.; GUNNING, P.; MACKINNON, S.; ARNASON, J.T.; TAYLOR, D.R.; SANCHEZ, P.; HASBUN, C.; TOWERS, G.H.N.. Biological activity of extracts of *Trichilia* Species and the limonoid hirtin against lepidopteran larvae. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 22, n. 2, p. 129-136, 1994.

ZALBA, S.; ZILLER, S.R. Manejo adaptativo de espécies exóticas invasoras: colocando a teoria em prática. **Natureza & Conservação**, v. 5, n. 2, p. 16-22, 2007.

ZENKER, M.M.; SPECHT, A.; CORSEUIL, E. Estágios imaturos de *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 1, p. 99-107, 2007.