



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA- UNEB
Departamento de Ciências Humanas - Campus IX - Barreiras
Colegiado de Engenharia Agrônômica
Componente Curricular: Trabalho de Conclusão de Curso

CONTROLE E EFEITOS SOBRE A ALIMENTAÇÃO DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER) PELA AÇÃO DE INSETICIDAS APLICADOS EM FOLHAS DE ALGODÃO

EMANUELY LOPES DOS SANTOS

BARREIRAS - BA

Dezembro, 2023



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA- UNEB
Departamento de Ciências Humanas - Campus IX - Barreiras
Colegiado de Engenharia Agrônômica
Componente Curricular: Trabalho de Conclusão de Curso

CONTROLE E EFEITOS SOBRE A ALIMENTAÇÃO DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER) PELA AÇÃO DE INSETICIDAS APLICADOS EM FOLHAS DE ALGODÃO

EMANUELY LOPES DOS SANTOS

Monografia apresentada ao Colegiado de Engenharia Agrônômica da Universidade do Estado da Bahia - UNEB - Campus IX, como requisito parcial para a conclusão do curso de Engenharia Agrônômica.

Orientador: Dr. Marco Antonio Tamai

BARREIRAS - BA

Dezembro, 2023



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA- UNEB
Departamento de Ciências Humanas - Campus IX - Barreiras
Colegiado de Engenharia Agrônômica
Componente Curricular: Trabalho de Conclusão de Curso

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

CONTROLE E EFEITOS SOBRE A ALIMENTAÇÃO DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER) PELA AÇÃO DE INSETICIDAS APLICADOS EM FOLHAS DE ALGODÃO

AUTORA: EMANUELY LOPES DOS SANTOS

ORIENTADOR: Dr. MARCO ANTONIO TAMAI

Banca Examinadora:

Dr. Marco Antonio Tamai (Orientador)
Universidade do Estado da Bahia/ UNEB

Dra. Mônica Cagnin Martins
Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira/ UNIFAAHF

MSc. Daniella Aparecida das Virgens Cantelli
Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira/ UNIFAAHF

Data de realização: 11 / 12 / 2023.

Dedico este trabalho ao meu Pai,
por dividir este sonho comigo, não
medindo esforços para que o mesmo se
concretizasse e, por ser minha maior
inspiração e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, pelo dom da vida e pelo alicerce que me ergueu até aqui, superando todos os obstáculos e dificuldades ao longo deste curso.

Aos meus pais, Emanuel Messias e Françoares Lopes, por todo amor, incentivo, apoio, educação e valores reais que me foram ensinados desde cedo, e me fizeram chegar até aqui.

A minha irmã, Eduarda Lopes, por ser o meu alicerce mais forte, minha fonte de força e amor inesgotáveis. Pela torcida em primeiríssimo lugar por mim e, por ser o meu motivo maior de seguir em frente e querer sempre crescer.

Ao professor Dr. Marco Antonio Tamai, pelo conhecimento compartilhado, orientações e conselhos para seguir na minha vida profissional.

Ao Fábio Cruz, Ellen Carolinne e a toda equipe do laboratório de Entomologia Agrícola da UNEB- Campus IX- Barreiras /BA. Por toda dedicação e paciência durante a condução desta pesquisa.

A JCO Indústria e Comércio de Fertilizantes Ltda (JCO BioProdutos) e a LO Miller pelo financiamento desta pesquisa e apoio às atividades do Laboratório de Entomologia Agrícola.

A Universidade do Estado da Bahia – Campus IX, juntamente a todo o corpo docente, por todo o aprendizado, vivências e experiências compartilhadas e, por proporcionarem a realização do sonho da graduação em agronomia, dando início aos caminhos que irei trilhar.

Ao meu par, Yago Lacerda, por compartilhar comigo seu processo e por viver comigo o meu. Por sempre acreditar e apostar alto em todos os meus projetos e, pelo apoio e carinho incondicionais.

Ao meu grupo de amigas Natiele Santos, Taynara Souza, Shirley Danielli e Débora Pinheiro, por todo amparo emocional, por sonhar alto comigo, pelas palavras de afirmação e por todo conhecimento compartilhado entre nós.

Aos colegas de sala que me ensinaram sobre valores, competitividade, conhecimento e por vezes acolhimento e boas amizades.

E por fim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização desta pesquisa e por toda minha trajetória dentro da Universidade.

“É melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”

(Theodore Roosevelt)

SANTOS, Emanuely Lopes dos. **CONTROLE E EFEITOS SOBRE A ALIMENTAÇÃO DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER) PELA AÇÃO DE INSETICIDAS APLICADOS EM FOLHAS DE ALGODÃO**. 2023. (52 páginas). Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade do Estado da Bahia, Campus IX, Barreiras - Bahia, 2023.

RESUMO

A cultura do algodão é uma das principais commodities agrícolas brasileiras, podendo ser acometida pelo ataque de diversas espécies de lagartas durante o seu ciclo, com destaque para *Helicoverpa armigera*, recentemente introduzida no país, e com grande potencial de ocasionar redução de produtividade. O objetivo da pesquisa foi avaliar o controle e os efeitos sobre a alimentação de *H. armigera* em dois instares larvais, por meio da aplicação de diferentes inseticidas em folhas de algodão. Nos experimentos, foram utilizadas lagartas de terceiro e quarto instares, em delineamento experimental Inteiramente Casualizado (DIC), com 16 tratamentos (1 Testemunha e 15 inseticidas), três repetições de 10 lagartas alimentando-se de folhas do cultivar IMA 2106 GL pulverizadas com os inseticidas, à $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 12 horas de fotofase. Os inseticidas foram aplicados com pulverizador pressurizado a CO_2 , volume de calda de 150,0 L por hectare, sobre sete vasos por tratamento, contendo duas plantas por vaso. Após 20 minutos da aplicação, foram coletadas folhas dos tratamentos, sendo estas transferidas individualmente para frascos plásticos contendo uma lagarta ao fundo (Ensaio 1= lagartas de terceiro ínstar; Ensaio 2= lagartas de quarto ínstar). As avaliações foram realizadas por sete dias, determinando o número de lagartas vivas e mortas, e a porcentagem acumulada de consumo foliar. Para ambos os fatores, os valores foram submetidos à análise de variância pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR. Todos os inseticidas apresentaram alta eficiência de controle para lagartas de terceiro ínstar. Os produtos (em gramas de ingrediente ativo por hectare) Perito[®] (acefato= 970,0 g), Pirate[®] (clorfenapir = 240,0 g), Lannate[®] BR (metomil= 215,0 g), Larvin[®] 800 WG (tiodicarbe= 640,0 g), Voraz[®] (metomil + novalurom = 264,0 g + 21,0 g), Proclaim[®] 50 (benzoato emamectina= 15,0 g), Influx[®] (benzoato de emamectina + lufenurom= 5,0 g + 40,0 g) e Exalt[®] (espinetoram = 18,0 g), foram os mais eficientes tanto no controle quanto em reduzir o consumo foliar de lagartas de terceiro e quarto instares. Os produtos Hero[®] (zeta-cipermetrina + bifentrina = 60,0 g + 54,0 g), Takumi[®] (flubendiamida = 66,6 g) e Verismo[®] (metaflumizone = 240,0 g) apresentaram a menor eficiência de controle de lagartas de quarto ínstar.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*. Heliothinae. Lagarta-das-maçãs.

SANTOS, Emanuely Lopes dos. **CONTROL AND EFFECTS ON THE FEEDING OF *Helicoverpa armigera* (HÜBNER) THROUGH THE ACTION OF INSECTICIDES APPLIED TO COTTON LEAVES.** 2023. (52 pages). Monograph (Graduation in Agricultural Engineering) - Bahia State University, Campus IX, Barreiras - Bahia, 2023.

ABSTRACT

Cotton cultivation is one of the main Brazilian agricultural commodities, and can be affected by the attack of several species of caterpillars during its cycle, with emphasis on *Helicoverpa armigera*, recently introduced in the country, and with great potential to cause a reduction in productivity. The objective of the research was to evaluate the control and effects on the feeding of *H. armigera*, of two larval instars, through the effect of insecticides applied to cotton leaves. In the experiments, third and fourth instar caterpillars were used, in a Completely Randomized experimental design (DIC), with 16 treatments (1 Control and 15 insecticides), three repetitions of 10 caterpillars feeding on leaves of the cultivar IMA 2106 GL sprayed with the insecticides, at $25\pm 1^\circ\text{C}$ and 12 hours of photophase. The insecticides were applied with a pressurized CO₂ sprayer, spray volume of 150.0 L per hectare, on seven pots per treatment, containing two plants per pot. After 20 minutes of application, leaves were collected from the treatments and transferred individually to plastic bottles containing a caterpillar at the bottom (Trial 1= third instar caterpillars; Trial 2= fourth instar caterpillars). The evaluations were carried out for seven days, determining the number of live and dead caterpillars, and the accumulated percentage of leaf consumption. For both factors, the values were subjected to analysis of variance using the Scott-Knott test (1974) at 5% probability, using the SISVAR program. All insecticides showed high control efficiency for third instar caterpillars. The products (in grams of active ingredient per hectare) Perito® (acephate= 970.0 g), Pirate® (chlorfenapyr = 240.0 g), Lannate® BR (methomyl= 215.0 g), Larvin® 800 WG (tiadicarb= 640.0 g), Voraz® (methomyl + novalurom = 264.0 g + 21.0 g), Proclaim® 50 (emamectin benzoate= 15.0 g), Influx® (emamectin benzoate + lufenuron= 5, 0 g + 40.0 g) and Exalt® (spinetoram = 18.0 g), were the most efficient in both controlling and reducing leaf consumption of third and fourth instar caterpillars. The products Hero® (zeta-cypermethrin + bifenthrin = 60.0 g + 54.0 g), Takumi® (flubendiamide = 66.6 g) and Verismo® (metaflumizone = 240.0 g) showed the lowest efficiency in controlling fourth instar caterpillars.

Keywords: *Gossypium hirsutum*. Heliothinae. Cotton bollworm.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida <i>H. armigera</i> : A) Ovo; B) Lagartas 2° a 4° ínstar; C) Pupas; D-E) Mariposa	17
Figura 2. A) Gaiolas utilizadas para manter as mariposas; B-C) Sacos contendo as posturas.....	27
Figura 3. Vidrinhos de tubo chato, contendo lagartas de <i>H. armigera</i> junto a dieta artificial.....	28
Figura 4. Sementes e plantas da cultivar IMA2106GL.....	29
Figura 5. Aplicação dos tratamentos sobre as plantas utilizando pulverizador costal pressurizado a CO ₂	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição da dieta artificial adaptada de (Greene et al. 1976) utilizada para a criação da fase larval de <i>Helicoverpa armigera</i>	27
Tabela 2. Mortalidade acumulada de <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) de terceiro ínstar larval após 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias do início da alimentação em folhas de algodão. Safra 2022.....	35
Tabela 3. Porcentagem acumulada da folha de algodão consumida pelas lagartas de <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) de terceiro ínstar larval após 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias do início da alimentação. Safra 2022.....	37
Tabela 4. Mortalidade acumulada de <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) de quarto ínstar larval após 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias do início da alimentação em folhas de algodão. Safra 2022	39
Tabela 5. Porcentagem acumulada da folha de algodão consumida pelas lagartas de <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) de quarto ínstar larval após 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias do início da alimentação. Safra 2022	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Tratamentos/produtos, doses recomendadas por bula, ingredientes ativos e grupos químicos para o controle de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) (Lepidoptera Noctuidae) de 3° e 4° instares larvais	32
---	-----------

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Importância socioeconômica do algodão.....	16
2.2 <i>Helicoverpa armigera</i>.....	17
2.2.1 <i>Classificação taxonômica</i>	17
2.2.2 <i>Biologia e morfologia do inseto</i>	17
2.2.3 <i>Distribuição geográfica e ocorrência</i>	18
2.2.4 <i>Plantas hospedeiras e danos causados</i>	19
2.3 Manejo integrado da praga	20
2.3.1 <i>Controle químico</i>	20
2.4 Modos de ação dos grupos químicos.....	21
2.4.1 <i>Diamidas</i>	21
2.4.2 <i>Piretroides</i>	22
2.4.3 <i>Espinosinas</i>	22
2.4.4 <i>Oxadiazinas</i>	23
2.4.5 <i>Avermectinas</i>	23
2.4.6 <i>Benzoilureias</i>	24
2.4.7 <i>Carbamatos e Organofosforados</i>	24
2.4.8 <i>Análogo de Pirazol</i>	24
2.5 Gestão de resistência	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Descrição do local de pesquisa.....	25
3.2 Insetos utilizados nos experimentos	25
3.2.1 <i>Procedência da linhagem de <i>Helicoverpa armigera</i></i>	26
3.2.2 <i>Método de criação</i>	26
3.3 Plantas de algodão	28
3.3.1 <i>Cultivar IMA2106 GL</i>	28
3.3.2 <i>Cultivo das plantas</i>	28
3.4 Condução dos ensaios.....	29
3.5 Inseticidas químicos.....	31
4 RESULTADOS	33
4.1 Ensaio utilizando lagartas de 3º ínstar larval	33

<i>4.1.1 Mortalidade acumulada dos insetos</i>	33
<i>4.1.2 Danos de consumo foliar</i>	36
4.2 Ensaio utilizando lagartas de 4^o ínstar larval	38
<i>4.2.1 Mortalidade das lagartas</i>	38
<i>4.2.2 Danos de consumo foliar</i>	40
5 DISCUSSÃO	42
6 CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1 INTRODUÇÃO

A cotonicultura é uma das principais atividades agrícolas no Brasil, com o país posicionando-se entre os cinco maiores produtores a nível global (BARROS, 2022). A cultura é considerada como a maior fonte de fibras naturais, com a produção nacional de algodão em pluma estimada em 3,069 milhões de toneladas na safra 2022/23, em 1,657 milhão de hectares cultivados (ABRAPA, 2023). O estado da Bahia é responsável por 28,9% da produção nacional, inferior apenas ao Mato Grosso com 37% (CONAB, 2022).

Existem diversos fatores que podem ocasionar perdas de produtividade e alteração na qualidade das fibras, como exemplo, problemas fitossanitários, devido ao forte ataque de insetos-praga (BUSOLI et al., 2017). Dentro deste complexo, destaca-se a *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), causando danos tanto na fase vegetativa (desfolha), quanto na reprodutiva (queda dos botões florais e injúrias internas nas maçãs) do algodão (CZEPACK et al., 2013).

H. armigera é polífaga, com mais de 170 espécies de plantas hospedeiras, em sua maioria de importância agrícola, como soja, algodão e feijão; com alta capacidade de dispersão e adaptação a diversos ambientes; além de alto potencial reprodutivo, sendo considerada uma praga de difícil controle (MAPA, 2022). Na safra 2012/13, quando o inseto foi reportado pela primeira vez no Brasil, seu controle foi estimado em 46% do valor total gasto para o controle de pragas no algodoeiro, aumento de 10% a 15% no número de pulverizações na cultura (ÁVILA, 2013).

Dentre as medidas de controle adotadas, o controle químico se destacou por meio do registro emergencial de inseticidas (EMBRAPA, 2013). Contudo, a ausência de informações sobre a suscetibilidade das populações brasileiras de *H. armigera* aos produtos liberados emergencialmente, fez com que estes, não fossem eficientes no seu controle (TAY et al., 2013). Nesse sentido, há relatos de resistência da praga a inseticidas químicos em todas as regiões brasileiras produtoras de algodão. De acordo com estudo feito pela Embrapa, em 2022, identificou-se resistência por parte do inseto a 12 grupos químicos, incluindo os principais produtos já utilizados para o seu manejo na cultura do algodão (MAPA, 2022).

Todavia, a adoção de estratégias com objetivo de evitar a evolução da resistência, torna-se forte aliada ao manejo dessa praga, tendo destaque a rotação de produtos com diferentes mecanismos de ação (SUDO et al., 2017). Portanto, é imprescindível que seja realizado o monitoramento dos níveis de eficiência dos inseticidas, uma vez que, possibilita avaliar a situação atual de um produto no controle da praga, permitindo ao

produtor uma correta tomada de decisão, a fim de evitar a evolução da resistência, e consequentemente economizar no sistema de manejo (OLIVEIRA, 2011).

Nesse contexto, o presente estudo teve por objetivo, avaliar a eficiência de 15 inseticidas químicos no controle de dois instares larvais de *H. armigera* em folhas de algodão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância socioeconômica do algodão

O algodoeiro é uma planta da família das malváceas cuja espécie *Gossypium hirsutum* L. é a mais cultivada para produção em pluma utilizada pelas indústrias têxteis, representando 75% das fibras naturais, e possui um enorme significado econômico e social para a agricultura brasileira (COELHO, 2021). Além disso, o país possui lugar privilegiado no cenário internacional, como um dos cinco maiores produtores mundiais, ao lado de China, Índia, Estados Unidos e Paquistão (EMBRAPA, 2023).

Em 2018 o Brasil já era o quinto maior produtor de algodão do mundo, segundo maior exportador e o nono maior consumidor. Sendo assim, o Valor Bruto da Produção (VBP) no ano, foi de R\$ 34,95 bilhões, sendo a quarta cultura mais importante da agricultura brasileira, depois da soja, cana de açúcar e milho. Dessa forma, representa 9,10% em relação ao VBP das culturas e 6,10% em relação ao VBP da produção agrícola como um todo. Sobretudo, a cultura obteve um desempenho expressivo, nos últimos anos crescendo em valor 131% entre 2015 a 2018, uma vez que, seu VBP em 2009 era de apenas R\$ 5,14 bilhões (GASQUES, 2018).

Em 2023, o país exportou 186,5 mil toneladas de algodão no mês de setembro. Isto implica que, o volume foi 0,9% maior que o total embarcado no mesmo mês, em 2022. No acumulado de agosto e setembro de 2023, as exportações somaram 290,8 mil toneladas, alta de 17,4% com relação ao mesmo período de 2022. Setembro é o segundo mês do período comercial 2023/24 (ABRAPA, 2023). Além disso, o setor emprega diretamente cerca de 1 milhão de pessoas e gera uma receita anual de cerca de R\$ 10 bilhões (ABRAPA, 2023).

Nesse sentido, a fibra é o produto fundamental do algodão, sendo formada por apenas uma célula, que cresce e se desenvolve por aproximadamente 50-60 dias, ou seja, período que sucede a elongação e deposição de celulose, o que diz respeito a 95% de sua constituição (BELTRÃO, 2004). Ademais, a fibra é proveniente da epiderme da semente

e para ser considerada de qualidade é indispensável acatar com as exigências da indústria têxtil, pois isso trará um valor financeiro mais alto. (CEPEA, 2018).

2.2 *Helicoverpa armigera*

2.2.1 Classificação taxonômica

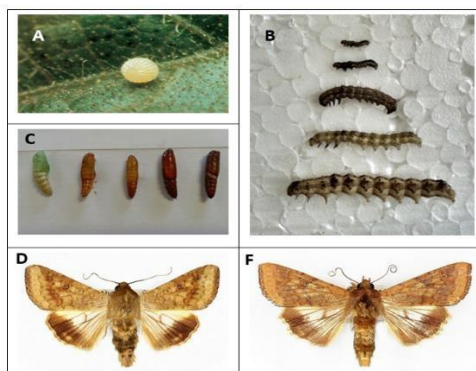
A taxonomia deste inseto praga descreve-se como: pertencente à classe Insecta, à ordem Lepidoptera, família Noctuidae, subfamília Heliiothinae; gênero *Helicoverpa* (Hardwick, 1965); e espécie *H. armigera* (Hübner) (MURÚA, 2014).

2.2.2 Biologia e morfologia do inseto

A espécie *Helicoverpa armigera* é um inseto holometábolo, ou seja, passa por um processo de metamorfose completa, com quatro estágios de desenvolvimento biológico: ovo, lagarta, pupa e adulta (Figura 1) (SNODGRASS; 1935). Deste modo, seu ciclo se completa em cerca de 30 a 45 dias, variando de acordo a alimentação e condições climáticas (VANDERLEY et al., 2013).

Os ovos dessa mariposa possuem a coloração branco-amarelada, modificando-se para marrom-escuros quando antecedem ao momento de eclosão da larva. Ademais, demonstram formato ovalado mais agudo na porção apical e achatado na base, com tamanhos variando de 0,42mm a 0,60 mm de comprimento e de 0,40mm a 0,55mm de largura. O período embrionário é em média, de 3,3 dias (PESSOA, 2020). As fêmeas realizam a oviposição normalmente durante o período noturno, colocando seus ovos de maneira isolada, ou em pequenos agrupamentos, nas folhas, ou sobre os talos, flores, frutos e brotações terminais com superfícies pubescentes (AVILA, et al., 2013).

Figura 1) Ciclo de vida *H. armigera*: A) Ovo; B) Lagartas 2° a 4° ínstar; C) Pupas; D- E) Mariposa.



Fonte: Revista Cultivar

Dessa forma, a fase larval se faz completa após o desenvolvimento de seis diferentes ínstares, podendo durar de duas a três semanas. Nesse sentido, nos primeiros estádios larvais, a coloração do corpo dos insetos pode variar de branco-amarelada a marrom avermelhada, com alterações também na cápsula cefálica, podendo alternar-se de marrom escura a preta. Ademais, neste mesmo período, as lagartas medem cerca de 1,4mm a 4,0mm, com baixa locomoção (BUENO, 2014)

Na medida em que as lagartas se desenvolvem, a cor de seus corpos varia de amarelada a verde, e é composta por listras de coloração marrom lateralmente no tórax, abdômen e na cabeça. Nos ínstares finais, as lagartas apresentam tubérculos escuros e evidentes na região do dorso do primeiro segmento abdominal e o tegumento tem aspecto levemente coriáceo (CZEPAK et al., 2013).

A fase de pré-pupa diz respeito ao período entre o momento em que a lagarta para de se alimentar, até a fase de pupa. Desta forma, as pupas de *H. armigera* ocorrem no solo e podem entrar em diapausa de acordo com as condições climáticas (SILVA, 2023). No início do período, são de coloração verde-claro, no entanto, com a evolução do processo de esclerotização, ao fim de 24 horas, passam a marrom-mogno. Possuem formato fusiforme, com comprimento variando entre 12 mm a 20 mm e, o período pupal pode variar de 10 a 14 dias (OLIVEIRA, 2021).

Quando adultas, as mariposas de *H. armigera* possuem sobre as margens das asas anteriores, cerca de oito manchas, além de uma vasta faixa marrom irregular e transversal; por outro lado, na parte central, apresenta uma marca em formato de vírgula. Assim, as asas posteriores são mais claras e na extremidade apical apresentam uma borda marrom escura e ao centro uma mancha clara. A longevidade média deste inseto-praga é de 11,7 dias (fêmeas) e de 9,2 dias (machos) (FERRAL et al., 2015).

Além disto, apresenta também alto potencial reprodutivo, uma vez que uma fêmea possa colocar de 2 a 3mil ovos e, a depender das condições climáticas, podem ocorrer de 2 a 11 gerações por ano (SANTANA, 2016).

2.2.3 Distribuição geográfica e ocorrência

Helicoverpa armigera é amplamente distribuída geograficamente, sendo registrada em quase toda a Europa, Ásia, África, Austrália e Oceania. Contudo, essa praga ainda não havia sido detectada nas Américas até 2013, quando sua ocorrência foi registrada pela primeira vez em várias regiões agrícolas brasileiras (CZEPAK et al., 2013). Ao passo que o inseto foi relatado no Brasil, outros países da América do Sul

também detectaram a presença de *H. armigera*, sendo eles o Paraguai também em 2013; a Argentina em 2014 e o Uruguai em 2016 (SILVA, 2017).

Nesse sentido, a ampla disseminação deste inseto-praga está diretamente ligada a sua alta capacidade de dispersão, pois, quando adultos, são migrantes naturais podendo percorrer longas distâncias, chegando a 1.000 km. Tal migração é geralmente realizada no período noturno por centenas de quilômetros a favor do vento por muitas horas. Além destes fatores, o comércio internacional de plantas também contribui para o transporte de *H. armigera* para diferentes regiões (SANTOS, 2015).

2.2.4 Plantas hospedeiras e danos causados

Devido a alta polifagia, *H. armigera* é evidência entre as pragas agrícolas de maior importância, pois, é considerada um sério problema em qualquer lugar onde ocorre. Dessa forma, em sua fase larval, pode ocasionar perdas significativas de produção por atingirem tanto a parte vegetativa, quanto reprodutiva das culturas, consumindo assim, folhas, caules, brotos, inflorescências, frutos e vagens (LAMMERS, 2007).

Nesse contexto, há relatos da ocorrência dessa espécie em mais de 170 plantas de até 45 famílias incluindo Fabaceae, Malvaceae, Asteraceae, Solanaceae e Poaceae. No Brasil, as lagartas de *H. armigera* já foram encontradas se alimentando de diversas culturas de importância econômica, tais como algodão, soja, milho, tomate, feijão, sorgo, milheto, guandu, trigo e crotalária, além de algumas espécies de plantas daninhas (EMBRAPA, 2013).

Ademais, as lagartas apresentam preferência pelas estruturas reprodutivas das plantas, causando deformações ou podridões e até mesmo a queda das mesmas (DHADIALLA, 2012). Tal capacidade de causar danos a essas estruturas da planta, aliada a sua capacidade de atacar um vasto número de hospedeiros, são fatores que elevam o status de importância econômica da praga (LAURENTIS, 2017).

Deste modo, além das plantas hospedeiras preferenciais onde normalmente as fêmeas depositam suas posturas, outros hospedeiros alternativos presentes nos arredores das lavouras, como por exemplo tigueras, soqueiras e demais plantas daninhas, assumem papel decisivo na sobrevivência e dinâmica sazonal da praga, pois, podem dar suporte à manutenção de suas populações (EMBRAPA, 2013).

Cabe salientar que na safra 2011/12, foi registrado um grande surto de lagartas de *H. armigera* na região oeste da Bahia, especialmente no algodoeiro, quando foram constatadas perdas de até 80% da produção desta cultura, segundo relatos dos produtores.

Ademais, outras culturas como soja e milho, sejam elas Bt ou não, também foram atacados por esta praga na ocasião. Nessa perspectiva, na safra seguinte 2012/13, novamente foram verificadas incidências do inseto em cultivos na Bahia, em especial nas lavouras de soja irrigada, algodão e feijão, quando os produtores tiveram a necessidade de realizar diversas aplicações de inseticidas para seu controle (CISNEROS, 2013).

Nesse contexto, um estudo publicado em 2023 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), indica que os danos causados por *Helicoverpa armigera* a culturas agrícolas no Brasil são significativos. O estudo estima que as perdas econômicas causadas pela praga em 2022 foram de R\$ 1,5 bilhão (BRASIL, 2023).

2.3 Manejo integrado da praga

O manejo integrado de pragas (MIP) é a associação de maneira harmônica, de diversas técnicas de controle compatíveis entre si, com o objetivo de manter as populações das pragas em densidades abaixo dos níveis de dano econômico, levando-se em consideração aspectos sociais, ambientais e econômicos (ABNT, 2022).

Nesse sentido, para que haja êxito no controle de *H. armigera*, é imprescindível a correta identificação da espécie, bem como o conhecimento a respeito da dinâmica populacional, seu comportamento e os fatores ambientais ou biológicos que venham a interferir no seu desenvolvimento (ÁVILA, 2013). Sobretudo, o monitoramento eficaz de todo o seu desenvolvimento, desde o ovo a adultos, é considerado um fator chave para a implementação com sucesso das estratégias de manejo desta praga (EMBRAPA, 2013).

Ademais, para o monitoramento dos adultos podem ser utilizadas as armadilhas luminosas ou as de feromônio sexual. No entanto, as armadilhas de feromônio são mais eficientes, pois, são específicas a cada espécie, além de serem práticas no manuseio e de contagem fácil. Contudo, é importante que a inspeção no campo para verificar a presença de lagartas e ovos seja feita periodicamente (ALAVO, 2011).

2.3.1 Controle químico

Das ferramentas do manejo integrado de pragas, o controle químico é a mais utilizada e considerada de extrema importância para o manejo da *Helicoverpa armigera*. Deste modo, esse método é amplamente utilizado pelos produtores, uma vez que garante eficiência (quando utilizado corretamente) na redução da população do inseto; é de rápida aplicação e resultado; além de outras vantagens quando associado a demais técnicas do MIP (GARAVAZI et al. 2020).

Alguns produtos amplamente utilizados para o controle desta praga são: flubendiamida (grupo das diamidas); clorantpriliprole (neonicotinóides); espinosade (avermectinas); clorfenapir (neonicotinóides); indoxacarbe (oxadiazinas) são inseticidas registrados para uso em diversas culturas agrícolas, como o algodão, a soja, milho e feijão (MAPA, 2023).

Ademais, devido ao uso demasiado e de maneira desordenada de grupos químicos como organofosforados, carbamatos, ciclodienos e piretoides, casos de resistência foram reportados em diversos países, tornando ineficaz o controle das populações da praga (VANDERLEI et al., 2016). Sendo assim, para que isto seja evitado, bem como, para retardar a seleção de populações resistentes, é necessário que algumas estratégias de gerenciamento da resistência aos inseticidas sejam executadas.

Nesse sentido, rotacionar inseticidas de grupos químicos e modos de ação diferentes; efetuar a tomada de decisão no momento adequado, ou seja, quando a praga estiver no estágio de desenvolvimento que seja suscetível ao controle; utilizar inseticidas seletivos que permitam a manutenção dos inimigos naturais na área; além da associação de controle químico com biológico e demais controles de acordo ao MIP são estratégias essenciais para que se obtenha êxito na utilização do controle químico e manejo da praga agrícola *Helicoverpa armigera* (LAURENTIS, 2017).

2.4 Modos de ação dos grupos químicos

2.4.1 Diamidas

As diamidas possuem alta atividade para uma série de lagartas-praga, incluindo *Helicoverpa spp.*, de maneira simplificada, esse grupo químico provoca alterações na contração muscular dos insetos, o que gera problemas como paralisia alimentar e no desenvolvimento e, conseqüentemente a morte (BAYER, 2022). Deste modo, atuam como moduladores dos receptores de rianodina, regulando a liberação de cálcio, agindo diretamente na contração muscular. Assim, sua ação promove uma abertura contínua dos canais de sódio, ocorrendo assim um grande influxo de ions de cálcio para dentro das células, levando a letargia, paralisia, redução da alimentação e, por fim, a morte do inseto (OLIVEIRA, 2017).

Ademais, a ação desse grupo pode ser relatada tanto na fase larval, quanto na adulta, que se contaminam ao se alimentar, provocando esterilidade e reduzindo sua fecundidade, além de a viabilidade dos ovos. Nesse sentido, apresentam como

características, baixa toxicidade a mamíferos, menor efeito ambiental e uma ótima ação residual. Assim, a mortalidade ocasionada pelas diamidas ocorre após 1-3 dias, sendo altamente ativos principalmente contra larvas de Lepidoptera (NALHATO, 2021).

Kuss et al. (2016) avaliou sete diferentes inseticidas químicos no controle de *H. armigera* em soja, e, constatou que aos 3 dias após o início da exposição das lagartas aos folíolos tratados, flubendiamida, clorantraniliprole (diamidas), obtiveram 100% de mortalidade acumulada do 2º e 4º ínstaes larvais, demonstrando assim, o menor tempo letal, dentre os demais produtos testados.

2.4.2 Piretroides

São pertencentes ao grupo dos moduladores de canais de sódio. Assim, atuam na membrana celular dos neurônios dos insetos, alterando a condutância de íons de sódio e potássio. Dessa forma, tal alteração ocasionará em uma despolarização da membrana celular, o que resulta em hiperexcitação e morte do inseto. Os piretróides podem ser divididos em tipo I: com ausência de um substituinte alfa-ciano, e tipo II: contendo o substituinte alfa-cianofenoxibenzil. A diferença entre estes com relação à interferência no funcionamento dos canais de sódio, está na intensidade do efeito, mais pronunciado para os piretróides do tipo II que resulta em melhores resultados (MONTANHA, 2012).

Oliveira et al. (2021) em um estudo publicado pelo “Journal of Pest Science”, avaliou a eficácia de combinações de inseticidas piretróides com neonicotinoides, avermectinas e *Bacillus thuringiensis*. Os resultados mostraram que (piretróides + neonicotinoides) foi a combinação mais eficaz, com taxas de controle de até 90%, seguida de (piretróides + avermectinas) apresentando controle de 85%. Por outro lado, (piretróides + *Bacillus thuringiensis*), foi a menos eficaz com taxas de controle de 75%. Além disso, os resultados mostraram que as combinações de inseticidas foram mais eficazes no controle da lagarta do que o uso de inseticidas piretróides isolados, devido a altas taxas de resistência.

2.4.3 Espinosinas

Este grupo de inseticidas atua no sistema nervoso central dos insetos como moduladores alostéricos dos receptores nicotínicos de acetilcolina, ou seja, se ligam a esse sítio alostérico e alteram a conformação do receptor, tornando-o mais ativo. Essa ativação excessiva do receptor leva à hiperexcitação do sistema nervoso, resultando em contrações musculares involuntárias, tremores, paralisia e morte do inseto (SILVA, 2019).

Silva et al. (2023) em seu estudo, avaliou a eficácia do uso de espinosinas no controle de *H. armigera* em soja. Assim, os tratamentos consistiram na aplicação de espinosinas em diferentes concentrações e intervalos de aplicação. Dessa forma, os resultados mostraram que as espinosinas foram eficazes no controle da lagarta, com reduções significativas na densidade populacional. Pois, a espinosina com a maior concentração (240 g/ha) foi a mais eficaz com redução de 90% na densidade populacional da praga, contudo, a de menor concentração (80 g/ha) também se mostrou eficaz, com redução de 70%.

2.4.4 Oxadiazinas

As oxadiazinas atuam como bloqueadoras dos canais de sódio. Os inseticidas desse grupo químico reduzem ou suprimem a elevação do potencial de ação. Ademais, seu efeito ocorre quando ele é bioativado por um sistema enzimático (esterase ou amidase) no trato gastrointestinal do inseto, o que formará um metabólito tóxico que atuará bloqueando os canais de sódio, evitando que ions de sódio fluam para dentro do axônio, e conseqüentemente causam paralisia e morte da praga (STEFANELI, 2019). Alguns produtos comerciais do Brasil pertencente a esse grupo são: Avatar, Avatar Evo, Plethora BR, Rajada UP (MAPA, 2019).

Kuss et al. (2016) em seu estudo, avaliou sete inseticidas químicos e biológicos, dentre eles o Indoxacarbe e, observou que este era um dos produtos que apresentaram ação mais rápida e desempenho satisfatório no controle de *H. armigera* em soja. Apresentando resultados com 100% de mortalidade acumulada após 3 dias de infestação.

2.4.5 Avermectinas

Os inseticidas deste grupo químico atuam ligando-se a receptores na membrana celular dos neurônios dos insetos. Assim, esses receptores são chamados de GABA-gated chloride channels (receptores de cloreto controlados por GABA). O GABA é um neurotransmissor inibitório que controla a atividade dos neurônios. Dessa forma, quando as avermectinas se ligam a esses receptores, ativam os canais de cloreto, de maneira a permitir que o cloreto flua para dentro da célula nervosa. O aumento dos níveis de cloreto na célula nervosa gera hiperpolarização da membrana celular, o que impede que os neurônios transmitam sinais elétricos. Isso resulta em paralisia e, eventualmente, na morte do inseto (FURTADO, 2018).

Sivakumar et al. (2022), em um estudo publicado pela revista "Pest Management Science", testou a eficácia de cinco avermectinas (abamectina, doramectina, emamectina

benzoato, ivermectin e milbemicina oxima) no controle de *Helicoverpa armigera* em folhas de algodão. Ademais, os resultados mostraram que todas as avermectinas foram eficazes no controle da praga, com mortalidades acumuladas de 90% a 100% no dia 7. Em geral, os resultados de estudos científicos mostram que as avermectinas são um método eficaz de controle da *H. armigera*.

2.4.6 Benzoilureias

Os inseticidas deste grupo possuem modo de ação inibitório da síntese de quitina nos insetos, interferindo assim no crescimento e desenvolvimento da praga, e por isso, são identificados como inseticidas fisiológicos. Assim, diferente da maioria dos inseticidas comerciais, o grupo químico das benzoilureias, apresentam ação não neurotóxica e, seu sítio de ação não existe em vertebrados, de modo que não apresente toxicidade à mamíferos. Contudo, sua atuação se mostra eficiente somente sobre as fases jovens das pragas, devido à ausência de mobilidade nos tecidos foliares e estabilidade das moléculas, esse produto apresenta prolongado período de proteção e não possui ação de choque (FERREIRA, 2023).

2.4.7 Carbamatos e Organofosforados

Ambos os grupos químicos agem pela ingestão e, irão atuar na inibição da enzima acetilcolinesterase, essa enzima é responsável pela degradação da acetilcolina, um neurotransmissor que é essencial para a transmissão dos sinais nervosos. Deste modo, quando inseticidas desses grupos entram em contato com o inseto, se liga à enzima acetilcolinesterase (organofosforados por meio do grupamento fosfato; carbamatos por meio do grupamento carbamila), e causa redução da desativação hidrolítica da acetilcolina, dessa forma, ocorre um acúmulo de acetilcolina na sinapse, resultando na hiperexcitação do sistema nervoso, causando uma série de sintomas no inseto, incluindo tremores, convulsões, paralisia e morte (SILVA et al, 2023).

2.4.8 Análogo de Pirazol

Dentro deste grupo químico, pode-se encontrar o Clorfenapir, este é um inseticida de amplo espectro de controle, que atua na respiração celular. Dessa forma, esse inseticida quando bioativado por enzimas monoxigenases forma um composto tóxico capaz de inibir a fosforilação oxidativa da cadeia de transporte de elétrons, de maneira que a mitocôndria não consiga gerar ATP. Com isso, irá ocasionar a perda de energia e por consequência à disfunção celular e morte do inseto. Nesse sentido, a intoxicação ocorre

tanto por contato, como por ingestão, contudo, em lepidópteros tende a ser mais tóxico mediante via oral (ORLANDO, 2021).

Barboza (2015), em seu estudo, avaliou a eficiência de diferentes inseticidas no controle de *H. armigera* em folhas de soja, dentre eles o clorfenapir. Ademais, dentre os inseticidas testados, o Clorfenapir foi o que apresentou maior efeito de choque, apresentando mortalidade de 100% das lagartas de 4º instar de desenvolvimento.

2.5 Gestão de resistência

Dentre as principais formas de manejo de resistência de pragas, encontra-se a rotatividade de inseticidas, com o uso de diferentes modos de ação, com o intuito de reduzir a pressão seletiva. Deste modo, acredita-se que os insetos resistentes a um determinado ingrediente ativo serão mortos pelo próximo inseticida utilizado na rotação (ONSTAD, 2008). Contudo, os sistemas de rotação facilitam o restabelecimento de frequências de populações suscetíveis onde um determinado produto não foi utilizado por um período de tempo e indivíduos suscetíveis ainda podem migrar de áreas não tratadas para áreas tratadas (ROUSH, 1989).

Além disso, a incorporação de outras medidas de controle do MIP, são de fundamental importância, pois, combinam o uso de inseticidas com outros métodos, como por exemplo o controle biológico, controle cultural e comportamental. Assim, o MIP pode ajudar a reduzir a necessidade de inseticidas, o que pode ajudar a retardar o desenvolvimento de resistência (ADAMI, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição do local de pesquisa

O estudo foi conduzido no Laboratório de Entomologia Agrícola da Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Departamento de Ciências Humanas - DCH - Campus IX, coordenadas 12°8'36.97"S e 44°57'47.11"W, município de Barreiras-BA, no período de março/2022 a novembro/2022.

3.2 Insetos utilizados nos experimentos

3.2.1 Procedência da linhagem de *Helicoverpa armigera*

A linhagem do inseto foi obtida a partir de coleta de lagartas em lavoura comercial de soja, em Goiânia - GO na safra 2021/22, pela empresa AgBiTech Controles Biológicos Ltda., sendo posteriormente criadas em laboratório. Uma amostra de insetos desta criação foi fornecida ao Laboratório de Entomologia Agrícola da UNEB em janeiro/2022.

3.2.2 Método de criação

As mariposas foram mantidas permanentemente em gaiolas feitas de cano PVC (10 cm de diâmetro x 30 cm de altura) (Figura 2 - Item A), com a abertura superior coberta por tecido “voil” preso com um auxílio de elásticos e, sua abertura inferior posicionada sobre um prato plástico contendo papel toalha ao fundo. A parede interna da gaiola foi revestida por papel A4, que atuou como suporte para oviposição das mariposas. Os insetos adultos foram alimentados com solução adocicada preparada com água destilada (370,0 mL) e mel de abelha (30,0 mL), fornecida em um copinho plástico descartável “tipo café” contendo um chumaço de algodão embebido com a solução.

Posteriormente, as gaiolas com as mariposas foram dispostas na parte superior de prateleiras metálicas, e mantidas em sala climatizada com temperatura média de $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e 8 horas de fotofase. A cada três dias eram feitas as substituições do papel A4 e do tecido “voil”, local onde se encontravam as posturas, sendo estas colocadas dentro de sacos plásticos transparentes, fechados e inflados com ar (Figura 1 - Item B,C), a $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e 8 horas de fotofase, até o nascimento das lagartas.

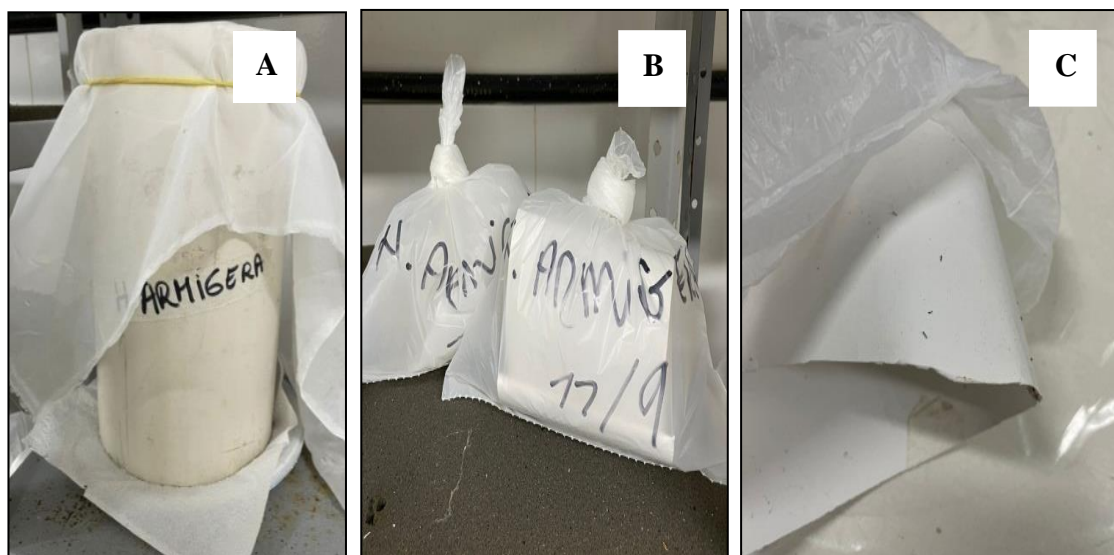
As lagartas neonatas (recém-nascidas) eram transferidas, com auxílio de pincel com poucos pelos ou cotonete, para tubos de vidro de fundo chato (2,5 cm de diâmetro x 8,0 cm de altura) (Figura 3. Item - A-B-C), tamponados com algodão esterilizado, e alimentadas com um bloco pequeno feito de dieta artificial descrita por Greene et al. (1976) (Tabelas 1), até atingirem a fase de pupa.

As pupas eram retiradas dos tubinhos, lavadas com água corrente, secas em papel toalha, e então transferidas para vasilha plástica (34,5 cm de comprimento x 21,5 cm de largura x 15,6 cm de altura), com o seu interior revestido com papel toalha úmido, até o surgimento das mariposas. As mariposas eram então transferidas para as gaiolas.

Tabela 1. Composição da dieta artificial adaptada de Greene et al. (1976) utilizada para a criação da fase larval de *Helicoverpa armigera*.

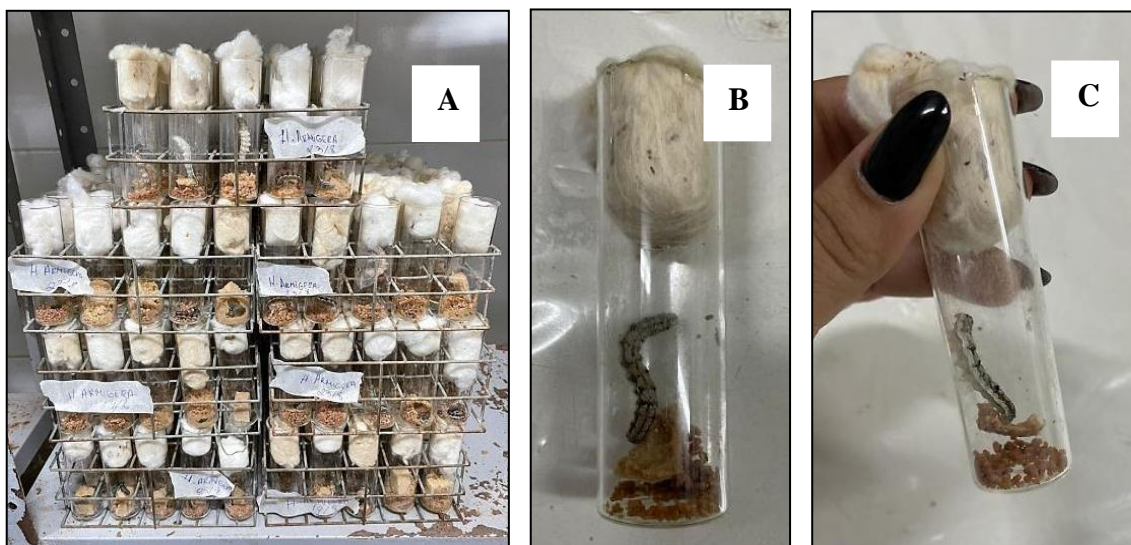
COMPONENTE	QUANTIDADE
Feijão cozido	187,50 g
Farelo de soja	150,00 g
Gérmen de trigo	150,00 g
Caraginata	60,00 g
Terramicina	5,45 g
Leite em pó	75,00 g
Levedura de cerveja	93,60 g
Ácido sórbico	6,15 g
Ácido ascórbico	9,00 g
Nipagin	7,50 g
Tetracilina	0,105 g
Fungicida	3,10 g
Solução vitamínica	17,55 mL
Formaldeído 40%	9,00 mL
Água destilada	3000,00 mL

Figura 2. A) Gaiolas utilizadas para manter as mariposas; B-C) Sacos contendo as posturas.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 3. Vidros de fundo chato contendo lagartas de *H. armigera*



Fonte: Autor, 2022.

3.3 Plantas de algodão

3.3.1 Cultivar IMA2106 GL

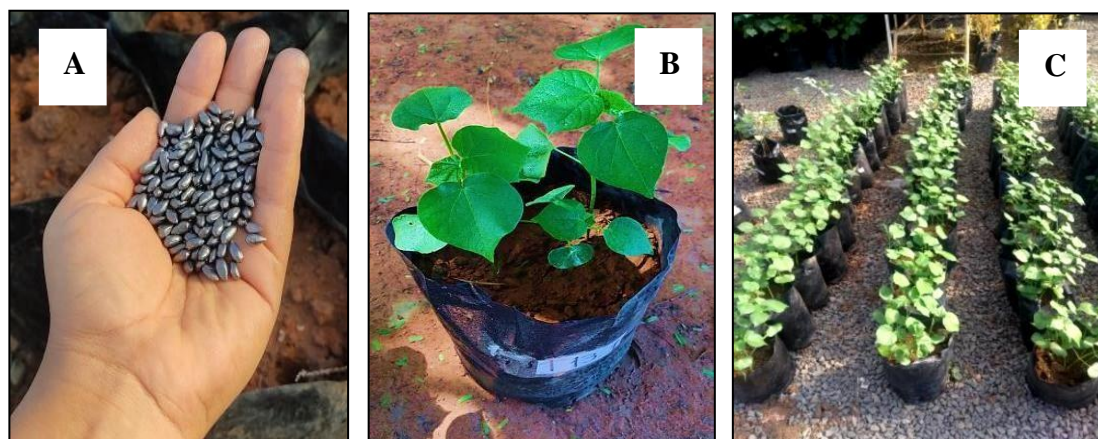
Nesta pesquisa, foram utilizadas sementes do cultivar IMA 2106 GL tolerante ao herbicida glifosato e não contendo genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* Berliner que levam a produção de toxinas inseticidas Cry e Vip em seus tecidos, sendo assim considerada suscetível a *Helicoverpa ar*. As sementes possuíam tratamento apenas com grafite (Figura 4-Item A).

3.3.2 Cultivo das plantas

O cultivar foi semeado em vasos de muda de polietileno de cor preta (30 cm de largura x 40 cm de altura), contendo uma mistura composta de solo de superfície, areia, esterco bovino curtido e adubação fosfatada, na quantidade de 10 sementes/vaso e profundidade de 2,5 cm. Os vasos foram então mantidos em estufa telada, com cobertura de sombrite com 50% de sombreamento, irrigados duas vezes ao dia (pela manhã e tarde). Foram realizadas duas sementeira de 100 vasos, totalizando 200 plantas.

A emergência das plantas ocorreu cinco dias após a sementeira. Após cinco dias da emergência, procedeu-se o raleio das plantas, deixando apenas cinco plantas/vaso. Ao atingir a fase V4, as plantas foram utilizadas para a montagem do ensaio.

Figura 4. Sementes e plantas do cultivar IMA 2106 GL.



Fonte: Autor 2022.

3.4 Condução dos ensaios

Foram conduzidos dois ensaios, o primeiro com lagartas de terceiro instar larval, e o segundo com o de quarto instar. Para ambos os ensaios, as lagartas desenvolveram, desde a fase neonata, alimentando exclusivamente de folhas de algodão do cultivar IMA 2106 GL.

Os dois ensaios (Ensaio 1= lagartas de terceiro instar; Ensaio 2= lagartas de quarto instar) foram instalados em delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC), com 3 repetições de 10 lagartas e, 16 tratamentos (Testemunha e 15 inseticidas) (Quadro 1). A aplicação dos inseticidas (T2 a T16) foi feita sob 7 vasos/tratamento, dispostos em linha a uma distância 0,40 m entre um vaso e outro, contendo cinco plantas por vaso, utilizando-se um pulverizador pressurizado a CO₂, composto por barra de 3,0 m de comprimento com seis pontas de pulverização tipo leque 11002 espaçados em 0,50m, regulado para distribuir volume de calda equivalente a 150,0 L/ha (Figura 5. Item A-B). As plantas da Testemunha (T1) não foram pulverizadas.

Após a aplicação, os vasos foram mantidos a sombra e temperatura ambiente para secagem completa do produto, sendo posteriormente transferidos para estufa. Os vasos de cada tratamento foram identificados (T1 a T16) e agrupados em linha para evitar a mistura na estufa. Os vasos de todos os tratamentos foram molhados diariamente, com a água sendo colocada junto ao colo das plantas.

Após 30 minutos da aplicação foram retiradas folhas das plantas dos tratamentos, de tamanhos semelhantes, sendo estas, com a face adaxial (pulverizada) voltada para cima, colocadas individualmente em um frasco transparente de 50,0 mL de volume (5,0 cm x 4,0 cm), limpos e desinfetados, contendo no fundo uma lagarta. Os frascos foram

fechados com tampa de rosca, identificados com as informações do tratamento (1 a 16), repetição (1 a 3) e lagarta (1 a 10), e então acondicionados em vasilhas plásticas transparentes (34,5 cm de comprimento x 21,5 cm de largura x 15,6 cm de altura) contendo papel toalha ao fundo levemente umedecido com água e, mantidas em câmara incubadora BOD ($25 \pm 1^\circ\text{C}$ e 12 horas de fotófase) por 7 dias. Os frascos de cada tratamento foram reunidos em uma única vasilha, para evitar misturas. As folhas de todos os tratamentos foram substituídas no terceiro dia após a aplicação, por outras retiradas das mesmas plantas que forneceram as folhas para a montagem do ensaio, cujos vasos encontravam-se na estufa.

As avaliações de cada ensaio foram realizadas por 7 dias consecutivos, determinando-se: a) número de lagartas vivas e mortas; b) porcentagem acumulada da folha de algodão consumida pelas lagartas. Para os dois fatores os valores foram submetidos à análise de variância e comparação de médias por meio do teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 1999).

Adicionalmente, foi avaliada a fitotoxicidade: nota visual de possíveis efeitos fitotóxicos dos inseticidas às plantas de algodão com auxílio da escala de notas de 0 a 100%, onde 0% representa a ausência de sintomas de toxicidade e 100%, a morte das plantas, aos 3 e 6 dias após a aplicação.

Figura 5. Aplicação dos tratamentos sobre as plantas utilizando pulverizador costal pressurizado a CO_2 .



Fonte: Autor 2022.

3.5 Inseticidas químicos

Foram utilizadas amostras de inseticidas retiradas de embalagens comerciais, fornecidas por representantes das empresas fabricantes que atuam na região Oeste da Bahia, dentro do prazo de validade. No Quadro 1, estão descritos os nomes comerciais dos inseticidas, doses utilizadas nos ensaios (mL ou g do produto comercial/ha), ingredientes ativos e grupos químicos.

Quadro 1. Tratamentos e respectivos produtos e doses (produto comercial/ha e ingrediente ativo/ha), ingredientes ativos e grupos químicos para os ensaios com *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera Noctuidae) de terceiro e quarto instares larvais.

Tratamento	Dose (p.c./ha)¹	Quantidade (i.a./ha)²	Ingrediente ativo	Grupo químico
T1. Testemunha	-----	-----	-----	-----
T2. Ampligo [®]	300,0 mL	30,0 g + 15,0 g	Clorantraniliprole + lambda-cialotrina	Diamida antranílica + piretróide
T3. Avatar [®]	800,0 mL	120,0 g	Indoxacarbe	Oxadiazina
T4. Exalt [®]	150,0 mL	18,0 g	Espinetoram	Espinosina
T5. Hero [®]	300,0 mL	60,0 g + 54,0 g	Zeta-Cipermetrina + bifentrina	Piretróide + piretróide
T6. Influx [®]	100,0 g	5,0 g + 40,0 g	Benzoato emamectina + lufenurom	Avermectina + benzoiluréia
T7. Lannate [®] BR	1,0 L	215,0 g	Metomil	Metilcarbamato de oxima
T8. Larvin [®] 800 WG	800,0 g	640,0 g	Tiodicarbe	Metilcarbamato de oxima
T9. Perito [®] 970 SG	1,0 kg	970,0 g	Acefato	Organofosforado
T10. Pirate [®]	1,0 L	240,0 g	Clorfenapir	Análogo de pirazol
T11. Plethora [®] BR	300,0 mL	72,0 g + 24,0 g	Indoxacarbe + novalurom	Oxadiazina + benzoiluréia
T12. Premio [®]	150,0 mL	30,0 g	Clorantraniliprole	Diamida antranílica
T13. Proclaim [®] 50	300,0 g	15,0 g	Benzoato emamectina	Avermectina
T14. Takumi [®] SC	300,0 mL	66,6 g	Flubendiamida	Diamida do ácido ftálico
T15. Verismo [®]	1,0 L	240,0 g	Metaflumizone	Semicarbazone
T16. Voraz [®]	600,0 mL	264,0 g + 21,0 g	Metomil + novalurom	Metilcarbam. oxima + benzoilureia

¹Dose do produto comercial por hectare. ²Quantidade de ingrediente ativo por hectare correspondente a dose do produto comercial por hectare.

4 RESULTADOS

4.1 Ensaio utilizando lagartas de 3° ínstar larval

4.1.1 Mortalidade acumulada dos insetos

Nos tratamentos com ausência de aplicação (testemunhas), a mortalidade foi zero até o 7° dia de avaliação em ambos os ínstaes testados (Tabela 2 e 4).

Isso significa que houve um correto manuseio dos insetos e que a qualidade do alimento fornecido e, as condições de confinamento foram adequadas, não influenciando no resultado final. Dessa forma, os resultados obtidos nos demais tratamentos são reflexos apenas dos efeitos dos inseticidas. Ademais, todos os 15 tratamentos se diferenciaram da testemunha aos 7 dias de avaliação.

Dentre os quinze produtos testados, todos foram altamente eficientes no controle de *Helicoverpa armigera* de terceiro ínstar, ao 7° dia de avaliação, com porcentagens de 100,0% de mortalidade acumulada (Tabela 2).

Cabe destacar que, dentre os tratamentos o T9. Perito® 970 SG, se sobressaiu como o produto que apresentou 100% de mortalidade acumulada logo no primeiro dia, seguido de T10. Pirate®; T7. Lannate® BR; com porcentagens acima de 80%. Os demais inseticidas também se diferenciaram da testemunha desde a primeira avaliação, com valores de mortalidade inferiores aos mencionados, variando entre 20,0% e 73,33%.

Ao segundo dia de avaliação, o T10. Pirate® também alcançou a marca de 100,0% de mortalidade acumulada se juntando ao (T9), seguidos de T7. Lannate® BR; T6. Influx® e T16. Voraz®, com valores entre 93,33% a 96,67%, sendo considerados os produtos mais eficientes estatisticamente. Ao terceiro dia, os tratamentos: T4. Exalt®; T2. Ampligo®, T8. Larvin® 800 WG, T13. Proclaim®50 e T14. Takumi® SC, apresentaram avanço na mortalidade em relação ao segundo dia, unindo-se aos produtos considerados de maior eficiência. Os produtos T5. Hero® e T15. Verismo® mostraram-se inferiores aos demais tendo T5- 33,33% e T15- 66,67% de mortalidade acumulada ao terceiro dia.

Ao quarto dia, não houve alterações significativas em relação a avaliação anterior, mantendo-se os produtos mencionados como os mais eficientes. Contudo, do quinto ao sétimo dia, os 15 produtos já apresentavam alta eficiência com valores entre 80,0% e 100,0%.

Foi observado que todos os produtos apresentaram alta eficiência de controle, porém, a diferença entre estes é o tempo que levaram para alcançar os maiores valores de mortalidade, ou seja, os tratamentos T10. Pirate®; T9. Perito® 970 SG; T7. Lannate® BR; T6. Influx® e T16. Voraz®, destacaram-se como mais eficientes ao segundo dia de avaliação, pois, apresentaram valores de mortalidade acumulada acima de 90,0%. Nesse sentido, a partir do quarto dia apenas o tratamento T5. Hero®, não havia apresentado valores acima de 80,0%, sendo considerado inferior aos demais em relação ao tempo.

Tabela 2. Mortalidade acumulada de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) de terceiro ínstar larval após 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias do início da alimentação em folhas de algodão. Safra 2022.

Tratamento	Dose/ha	1 DIA ^{1,2}	2 DIAS	3 DIAS	4 DIAS	5 DIAS	6 DIAS	7 DIAS
T1. Testemunha	-----	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
T2. Ampligo [®]	300,0 mL	40,00 c	83,33 e	93,33 d	100,0 d	100,0 c	100,0 b	100,0 b
T3. Avatar [®]	800,0 mL	40,00 c	70,00 d	83,33 c	86,67 d	96,67 c	100,0 b	100,0 b
T4. Exalt [®]	150,0 mL	40,00 c	76,67 d	100,0 d	100,0 d	100,0 c	100,0 b	100,0 b
T5. Hero [®]	300,0 mL	20,00 b	26,67 b	33,33 b	60,00 b	80,00 b	100,0 b	100,0 b
T6. Influx [®]	100,0 g	70,00 e	93,33 f	100,0 d	100,0 d	100,0 c	100,0 b	100,0 b
T7. Lannate [®] BR	1,0 L	80,00 f	96,67 f	100,0 d	100,0 d	100,0 c	100,0 b	100,0 b
T8. Larvin [®] 800 WG	800,0 g	43,33 c	86,67 e	93,33 d	96,67 d	100,0 c	100,0 b	100,0 b
T9. Perito [®] 970 SG	1,0 kg	100,0 g	100,0 f	100,0 d	100,0 d	100,0 c	100,0 b	100,0 b
T10. Pirate [®]	1,0 L	83,33 f	100,0 f	100,0 d	100,0 d	100,0 c	100,0 b	100,0 b
T11. Plethora [®] BR	300,0 mL	40,00 c	63,33 d	73,33 c	80,00 c	100,0 c	100,0 b	100,0 b
T12. Premio [®]	150,0 mL	60,00 d	70,00 d	76,67 c	100,0 d	100,0 c	100,0 b	100,0 b
T13. Proclaim [®] 50	300,0 g	73,33 e	86,67 e	100,0 d	100,0 d	100,0 c	100,0 b	100,0 b
T14. Takumi [®] SC	300,0 mL	56,67 d	70,00 d	90,00 d	100,0 d	100,0 c	100,0 b	100,0 b
T15. Verismo [®]	1,0 L	20,00 b	50,00 c	66,67 c	70,00 c	100,0 c	100,0 b	100,0 b
T16. Voraz [®]	600,0 mL	70,00 e	93,33 f	100,0 d	100,0 d	100,0 c	100,0 b	100,0 b

¹Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott & Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade. ²DIA: dias após o início da alimentação em folhas pulverizadas.

Fonte: Autor, 2022.

4.1.2 Danos de consumo foliar

A eficiência de controle dos inseticidas é um fator de suma importância na escolha dos inseticidas, como demonstrado nos dados da tabela 2. No entanto, outra vertente importante a ser analisada, é a forma com que esses produtos podem agir na proteção da planta contra danos que venham interferir na produtividade. Nesse sentido, devido ao hábito alimentar desfolhador de *Helicoverpa armigera*, há uma redução na área foliar das plantas afetando diretamente no processo fotossintético, o que ocasionará perdas tanto no crescimento quanto na produção. Assim, na tabela 3, estão representados os dados de dano por consumo foliar do ensaio com lagartas de terceiro ínstar larval.

Levando em consideração o consumo foliar acumulado durante os sete dias de avaliação, no tratamento 1 (testemunha), as lagartas apresentaram alimentação média de 52,67% de uma folha grande padronizada de algodão. Deste modo, os inseticidas se dividiram em três diferentes grupos estatísticos devido ao nível de proteção, onde o grupo 1 é composto por: T3. Avatar[®], T4. Exalt[®], T7. Lannate[®] BR, T9. Perito[®] 970 SG, T10. Pirate[®], T11, Plethora[®] BR, T12. Premio[®] e T16. Voraz[®], representando os produtos com os mais baixos níveis de dano por consumo foliar, em que os valores de porcentagem não ultrapassaram 8,5%. Dessa forma, esses produtos não se diferenciaram estatisticamente, o que corresponde a uma redução de 44,17% de alimentação em relação à testemunha.

Ocupam o segundo grupo estatístico os tratamentos: T2. Ampligo[®], T6. Influx[®], T8. Larvin[®] 800 WG, T13. Proclaim[®] 50, T14. Takumi[®] SC e T15. Verismo[®], com valores de dano não ultrapassando 14,0%. Assim, este grupo reflete uma redução de dano foliar de 38,67% quando comparada a testemunha. Ademais, o terceiro grupo é composto pelo T5.Hero[®], com a porcentagem acumulada de 23,50%, representando o inseticida com o maior percentual de dano em comparação aos demais aos sete dias de avaliação. Sendo assim, este maior consumo está diretamente ligado à efetividade de controle mais baixa do produto ao decorrer dos dias como representado na tabela 2. Nenhum dos grupos obteve semelhança à testemunha.

Contudo, nota-se uma semelhança direta entre a efetividade de controle e o cessar da alimentação das lagartas, visto que os produtos que cessaram do primeiro ao terceiro dia, são os mesmos que alcançaram as maiores porcentagens acumuladas de mortalidade dos insetos. Há também uma relação entre os produtos e seus grupos químicos e modos de ação, uma vez que o produto pode não levar as lagartas a morte em menos tempo, porém cessar a alimentação desde os primeiros dias.

Tabela 3. Porcentagem acumulada da folha de algodão consumida pelas lagartas de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) de terceiro ínstar larval após 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias do início da alimentação. Safra 2022.

Tratamento	Dose/ha	1 DIA^{1,2}	2 DIAS	3 DIAS	4 DIAS	5 DIAS	6 DIAS	7 DIAS
T1. Testemunha	-----	15,83 c	20,67 c	25,33 d	37,00 d	42,83 d	48,33 d	52,67 d
T2. Ampligo [®]	300,0 mL	12,00 c	13,83 b	14,00 b	14,00 b	14,00 b	14,00 b	14,00 b
T3. Avatar [®]	800,0 mL	4,00 a	6,00 a	7,50 a	7,50 a	7,67 a	7,83 a	7,83 a
T4. Exalt [®]	150,0 mL	4,67 a	6,50 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a
T5. Hero [®]	300,0 mL	11,00 b	15,00 b	18,50 c	19,67 c	22,67 c	23,50 c	23,50 c
T6. Influx [®]	100,0 g	9,50 b	10,50 b	10,83 b	10,83 b	10,83 b	10,83 b	10,83 b
T7. Lannate [®] BR	1,0 L	4,67 a	5,50 a	5,67 a	5,67 a	5,67 a	5,67 a	5,67 a
T8. Larvin [®] 800 WG	800,0 g	10,17 b	11,50 b	12,17 b	12,17 b	12,50 b	12,50 b	12,50 b
T9. Perito [®] 970 SG	1,0 kg	8,00 b	8,00 a	8,00 a	8,00 a	8,00 a	8,00 a	8,00 a
T10. Pirate [®]	1,0 L	8,17 b	8,50 a	8,50 a	8,50 a	8,50 a	8,50 a	8,50 a
T11. Plethora [®] BR	300,0 mL	3,83 a	5,00 a	5,50 a	5,67 a	6,83 a	6,83 a	6,83 a
T12. Premio [®]	150,0 mL	4,17 a	5,67 a	7,17 a	7,67 a	7,67 a	7,67 a	7,67 a
T13. Proclaim [®] 50	300,0 g	12,67 c	13,83 b	13,83 b	13,83 b	13,83 b	13,83 b	13,83 b
T14. Takumi [®] SC	300,0 mL	8,67 b	11,00 b	11,67 b	11,67 b	11,67 b	11,67 b	11,67 b
T15. Verismo [®]	1,0 L	5,83 a	8,83 a	9,50 a	10,33 b	10,83 b	10,83 b	10,83 b
T16. Voraz [®]	600,0 mL	5,17 a	6,17 a	6,17 a	6,17 a	6,17 a	6,17 a	6,17 a

¹Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott & Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade. ²DIA: dias após o início da alimentação em folhas pulverizadas.

Fonte: Autor

4.2 Ensaio utilizando lagartas de 4º ínstar larval

4.2.1 Mortalidade das lagartas

Como já mencionado, a confiabilidade dos produtos está mantida, uma vez que a testemunha não apresentou nenhuma morte aos sete dias avaliados (Tabela 4). Assim, todos os inseticidas testados se diferenciaram da testemunha ao sétimo dia, e dividiram-se em dois grupos estatísticos.

O primeiro grupo é composto pelos inseticidas que se mostraram mais efetivos, ou seja, com as maiores porcentagens de mortalidade das lagartas. Nesse sentido, representaram o primeiro grupo, um total de 12 produtos, sendo estes: T4. Exalt[®]; T9. Perito[®] 970 SG; T10. Pirate[®]; T13. Proclaim[®] 50; T16. Voraz[®], apresentando 100,0% de mortalidade acumulada; seguidos de T6. Influx[®]; T7. Lannate[®] BR; T8. Larvin[®] 800 WG; T12. Premio[®]; T3. Avatar[®]; T2. Ampligo[®] e T11. Plethora[®] BR com valores entre 76,67% e 96,67%, esses produtos não se diferenciaram entre si estatisticamente.

Ademais, o segundo grupo é composto por apenas três produtos, sendo estes considerados os menos efetivos, em comparação aos anteriores, ao sétimo dia de avaliação. Compõem este grupo os tratamentos: T5. Hero[®] e T14. Takumi[®] SC, com 33,33% de mortalidade acumulada e, T15. Verismo[®], com 43,33%, ambos também não se diferenciaram estatisticamente.

Dentre os 12 produtos que compõem o primeiro grupo, quatro obtiveram destaque logo no segundo dia de avaliação, com valores de 70,0% a 80,0%, sendo estes: T16. Voraz[®]; T9. Perito[®] 970 SG; T7. Lannate[®] BR e T10. Pirate[®], mantendo-se altamente eficientes até o sétimo dia de avaliação. No entanto, quatro outros apresentaram efetividade mais lenta, apresentando valores acima de 80,0% somente após o quarto dia de avaliação, neste caso: T2. Ampligo[®]; T3. Avatar[®]; T12. Premio[®] e T13. Proclaim[®] 50. Entende-se que a ação lenta dos produtos esteja ligada diretamente ao grupo químico aos quais pertencem, de modo a tardar a ação destes inseticidas, de acordo ao grau de toxicidade.

Ao terceiro dia, não houve diferenças significativas, no entanto, na quarta avaliação, três tratamentos alcançaram a marca de 100,0% de mortalidade acumulada, dentre eles, além do T9 e T10 mencionados anteriormente, o T4. Exalt[®]. A partir da quinta avaliação, apenas T5. Hero[®], T14. Takumi[®] SC e T15. Verismo[®] não apresentaram eficiência de controle para *Helicoverpa armigera* de 4º instar.

Tabela 4. Mortalidade acumulada de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) de quarto ínstar larval após 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias do início da alimentação em folhas de algodão. Safra 2022.

Tratamento	Dose/ha	1 DIA ^{1,2}	2 DIAS	3 DIAS	4 DIAS	5 DIAS	6 DIAS	7 DIAS
T1. Testemunha	-----	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
T2. Ampligo [®]	300,0 mL	6,67 a	36,67 b	60,00 b	86,67 c	86,67 c	86,67 c	86,67 c
T3. Avatar [®]	800,0 mL	30,00 b	50,00 c	66,67 b	86,67 c	90,00 c	90,00 c	90,00 c
T4. Exalt [®]	150,0 mL	20,00 a	63,33 c	86,67 b	100,0 c	100,0 c	100,0 c	100,0 c
T5. Hero [®]	300,0 mL	0,00 a	6,67 a	10,00 a	23,33 b	30,00 b	30,00 b	33,33 b
T6. Influx [®]	100,0 g	33,33 b	53,33 c	83,33 b	90,00 c	93,33 c	93,33 c	96,67 c
T7. Lannate [®] BR	1,0 L	40,00 b	76,67 d	83,33 b	93,33 c	93,33 c	93,33 c	93,33 c
T8. Larvin [®] 800 WG	800,0 g	20,00 a	53,33 c	80,00 b	86,67 c	90,00 c	90,00 c	90,00 c
T9. Perito [®] 970 SG	1,0 kg	40,00 b	73,33 d	90,00 b	100,0 c	100,0 c	100,0 c	100,0 c
T10. Pirate [®]	1,0 L	43,33 b	80,00 d	86,67 b	100,0 c	100,0 c	100,0 c	100,0 c
T11. Plethora [®] BR	300,0 mL	43,33 b	56,67 c	63,33 b	70,00 c	76,67 c	76,67 c	76,67 c
T12. Premio [®]	150,0 mL	26,67 b	40,00 b	73,33 b	83,33 c	86,67 c	90,00 c	90,00 c
T13. Proclaim [®] 50	300,0 g	6,67 a	50,00 c	76,67 b	86,67 c	100,0 c	100,0 c	100,0 c
T14. Takumi [®] SC	300,0 mL	10,00 a	30,00 b	30,00 a	33,33 b	33,33 b	33,33 b	33,33 b
T15. Verismo [®]	1,0 L	0,00 a	10,00 a	20,00 a	40,00 b	43,33 b	43,33 b	43,33 b
T16. Voraz [®]	600,0 mL	36,67 b	70,00 d	83,33 b	90,00 c	100,0 c	100,0 c	100,0 c

¹Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott & Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade. ²DIA: dias após o início da alimentação em folhas pulverizadas.

Fonte: Autor 2022.

4.2.2 Danos de consumo foliar

Com relação aos valores de consumo foliar acumulado aos sete dias de avaliação, a alimentação média das lagartas da testemunha foi de 96,83% (Tabela 5), correspondendo a uma folha de algodão grande e padronizada quase completa. Levando em consideração o fato de que a lagarta é maior, ligeiramente haverá um aumento no consumo, comparado ao ensaio anterior de terceiro instar (Tabela 3). Novamente os inseticidas se dividiram em grupos estatísticos diferentes, dessa vez em cinco.

Começando pelos inseticidas que demonstraram menor efetividade, ou seja, maiores valores de danos por consumo foliar, encontra-se o primeiro grupo, composto pelo tratamento T5. Hero[®], apresentando um valor de 64,33% de danos por consumo foliar, isto se deve a baixa mortalidade apresentada pelo inseticida como demonstrado na (Tabela 4), o que implica numa redução da alimentação de 32,5% em relação à testemunha.

O segundo grupo, por sua vez, é representado pelos tratamentos T14. Takumi[®] e T15. Verismo[®], com valores de 50,17% a 55,67%, representando uma redução no consumo foliar de 41,16% quando comparados à testemunha. Ademais, representando o terceiro grupo, estão: T11. Plethora[®] BR e T2. Ampligo[®], com valores entre 37,0% e 38,0%, com redução de consumo de 58,83%, considerados melhores em relação aos anteriores.

O quarto grupo estatístico é composto pelos produtos: T8. Larvin[®] 800 WG e T3. Avatar[®], que demonstraram valores entre 28,50% e 30,33% de danos por consumo foliar, representando uma maior redução de consumo quando comparado à testemunha e aos produtos anteriores. O quinto e último grupo é composto por oito tratamentos, que apresentaram valores de consumo acumulado entre 20,0% e 25,33% sendo considerados os inseticidas que melhor protegeram a área foliar da planta. Este último está representado pelos tratamentos: T4. Exalt[®]; T6. Influx[®]; T7. Lannate[®] BR; T9. Perito[®] 970 SG; T10. Pirate[®]; T12. Premio[®]; T13. Proclaim[®] 50 e T16. Voraz[®]. Estes tratamentos apresentaram redução de alimentação de 71,50% de alimentação, em relação à testemunha.

Tabela 5. Porcentagem acumulada da folha de algodão consumida pelas lagartas de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) de quarto ínstar larval após 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias do início da alimentação. Safra 2022.

Tratamento	Dose/ha	1 DIA^{1,2}	2 DIAS	3 DIAS	4 DIAS	5 DIAS	6 DIAS	7 DIAS
T1. Testemunha	-----	19,33 b	26,00 b	31,50 b	48,67 c	63,33 e	79,33 e	96,83 f
T2. Ampligo [®]	300,0 mL	19,67 b	23,17 b	26,33 b	29,33 b	31,67 b	34,50 c	37,50 c
T3. Avatar [®]	800,0 mL	13,00 a	18,33 a	21,67 a	25,17 b	26,33 b	28,33 b	30,33 b
T4. Exalt [®]	150,0 mL	13,50 a	18,50 a	20,33 a	21,17 a	21,17 a	21,17 a	21,17 a
T5. Hero [®]	300,0 mL	18,33 b	24,50 b	29,83 b	42,50 c	45,67 d	48,50 d	64,33 e
T6. Influx [®]	100,0 g	10,33 a	14,83 a	17,17 a	18,67 a	19,17 a	19,33 a	20,00 a
T7. Lannate [®] BR	1,0 L	10,50 a	16,17 a	17,33 a	18,67 a	19,17 a	19,33 a	20,67 a
T8. Larvin [®] 800 WG	800,0 g	16,33 b	20,67 b	23,33 a	25,67 b	26,33 b	27,00 b	28,50 b
T9. Perito [®] 970 SG	1,0 kg	8,67 a	13,00 a	14,83 a	15,33 a	15,33 a	15,33 a	15,33 a
T10. Pirate [®]	1,0 L	14,50 b	18,33 a	19,17 a	20,33 a	20,33 a	20,33 a	20,33 a
T11. Plethora [®] BR	300,0 mL	16,83 b	20,17 b	22,67 a	27,00 b	30,83 b	34,50 c	38,00 c
T12. Premio [®]	150,0 mL	11,00 a	15,83 a	18,83 a	20,00 a	21,50 a	23,17 a	24,33 a
T13. Proclaim [®] 50	300,0 g	15,00 b	19,67 a	22,33 a	23,67 b	23,67 a	23,67 a	23,67 a
T14. Takumi [®] SC	300,0 mL	17,67 b	22,33 b	25,67 b	32,00 b	37,17 c	41,17 d	50,17 d
T15. Verismo [®]	1,0 L	10,83 a	19,00 a	23,00 a	28,67 b	36,67 c	46,17 d	55,67 d
T16. Voraz [®]	600,0 mL	19,33 b	22,50 b	24,00 a	25,33 b	25,33 b	25,33 a	25,33 a

¹Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Scott & Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade. ²DIA: dias após o início da alimentação em folhas pulverizadas.

Fonte: Autor 2022.

5 DISCUSSÃO

Um fator importante para a escolha do inseticida é o nível de controle que este apresenta sobre as pragas, como demonstrado na tabela 2. No entanto, outro aspecto relevante, é como esses produtos agem na proteção da planta, o que está associado ao tempo em que eles causam a mortalidade dos insetos. Deste modo, entende-se que os inseticidas que apresentem alta eficiência de controle em menor tempo, irão cessar mais rápido a alimentação e conseqüentemente proporcionar maior proteção a planta, sendo um fator importante, principalmente a depender do nível de infestação da praga na área, uma vez que a cada dia que a lagarta não é controlada, maior serão os danos ocasionados a planta.

Nesse sentido, a capacidade que os produtos apresentam de atuar rapidamente no controle das lagartas está diretamente ligada ao modo de ação de seus grupos químicos. Exemplo disto são os tratamentos T7. Lannate® BR, T8. Larvin® 800 WG e T16. Voraz®, pertencentes ao grupo químico metilcarbamato de oxima (carbamatos), que atuam na inibição da ação da enzima acetilcolinesterase, agindo diretamente nos impulsos nervosos, ocasionando uma hiperexcitação do sistema nervoso e conseqüentemente a morte do inseto (AZEVEDO, 2014).

Os tratamentos do grupo químico mencionado, demonstraram desempenho semelhante nos dois instares testados, a diferença entre estes é a quantidade do ingrediente ativo (Metomil), que se faz presente em maior quantidade no T16. Voraz®, que vem ainda acompanhado a um regulador de crescimento (Novalurom). Meng et al. (2021) em suas pesquisas, constatou que o uso do ingrediente ativo (metomil) junto ao regulador de crescimento (novalurom) na cultura do algodão, proporcionou um controle de 95% das lagartas de *H. armigera* de 4º instar. Contudo, os três produtos apresentaram ação semelhante, alcançando níveis acima de 80% de mortalidade acumulada aos três dias de avaliação para o 4º instar, bem como, acima de 90% logo no segundo dia, para terceiro instar. Isto implica que, a junção dos produtos ou o uso do Metomil isoladamente (nas doses indicadas) para *Helicoverpa armigera* apresentam resultados semelhantes.

Ademais, o inseticida Perito® 970 SG apresentou ótimos resultados, este é um organofosforado com ação sistêmica e de contato que pode levar de 12 a 24h para causar a morte do inseto. Seu modo de ação é também pela inibição da acetilcolinesterase e, quando a lagarta é exposta a esse produto, seu ingrediente ativo (acefato), se liga à acetilcolinesterase de forma irreversível. Isso significa que a enzima não pode ser regenerada e a acetilcolina se acumula nas sinapses nervosas, essa acumulação causa uma

hiperestimulação do sistema nervoso, levando a uma série de sintomas como fortes contrações musculares, paralisia e morte.

O produto contendo acefato, apresentou resultados de 100,0% de mortalidade acumulada logo no primeiro dia de avaliação (após 24h da infestação) para lagartas de terceiro ínstar, e para o quarto ínstar começou com uma porcentagem considerável acima de 70% logo no segundo dia. Silva et al. (2023), em seu estudo testou a eficácia de inseticidas químicos para o controle de *H. armigera* em soja cujos ingredientes ativos foram: Acefato; Clorantraniliprole; Clorpirifós-elite; Indoxacarbe; Lambda-cialotrina e Metoxifenoazida. Os resultados mostraram que o acefato foi um dos inseticidas mais eficazes no controle da lagarta, com redução média da população de 90%, seguido dos inseticidas clorantraniliprole, indoxacarbe e metoxifenoazida também foram eficazes, com reduções médias da população de lagartas de 85%, 80% e 82%, respectivamente.

Outro inseticida que obteve destaque foi o T10.Pirate[®], pertencente ao grupo químico dos análogos de pirazois, demonstrou alta eficiência no controle de *H. armigera* com porcentagem acumulada de 100% de mortalidade no segundo dia para lagartas de 3^o ínstar e de 80% de mortalidade no mesmo dia, para lagartas de 4^o ínstar. Seu ingrediente ativo (Clorfenapir) é de amplo espectro de controle, e atua na respiração celular. Esse inseticida quando bioativado por enzimas monoxigenases forma composto tóxico capaz de inibir a fosforilação oxidativa da 18 cadeia de transporte de elétrons, de modo que a mitocôndria não consiga gerar ATP, levando a perda de energia e consequentemente à disfunção celular e morte do inseto. A intoxicação ocorre tanto por contato como ingestão, porém em lepidópteros tende a ser mais tóxico mediante via oral. (RAGHAVENDRA et al., 2011).

Kuss (2016) em seu estudo, verificou que para as lagartas de 4^o ínstar que receberam folhas colhidas a partir de 24 horas da pulverização, a melhor eficiência de controle foi observada nos tratamentos compostos por clorfenapir, seguido por flubendiamida, clorantraniliprole, e indoxacarbe com 100% de mortalidade acumulada aos 3 dias de exposição. Essas observações indicam que existem produtos eficientes para o controle de *H. armigera*, com bom desempenho, inclusive para lagartas de 4^o ínstar, que são consideradas de difícil controle. O desempenho satisfatório desses produtos foi observado também por Chatterjee & Mondal (2012) e Abbas et al. (2015) para *H. armigera*.

Em sequência, os produtos Proclaim[®] 50 e Influx[®], apresentaram resultados semelhantes de controle e cessação alimentar, em ambos os ínstars. Para lagartas de

terceiro ínstar apresentaram um desempenho melhor, com mortalidade acima de 70,0% desde o primeiro dia de avaliação, já no quarto ínstar essa porcentagem foi reduzida, alcançando melhor controle a partir do terceiro dia. Pertencente ao grupo químico das avermectinas, os produtos demonstram ótima capacidade de controle agindo como modulador alostérico de canais de cloro, influenciando o fluxo de cloro para dentro da célula, acarretando em inibição dos impulsos nervosos e resultando na paralisia e cessação da atividade alimentar, promovendo a morte por inanição (JANSSON; DYBAS, 1998).

Sivakumar et al. (2022), em um estudo publicado pela revista "Pest Management Science", testou a eficácia de cinco avermectinas (abamectina, doramectina, emamectina benzoato, ivermectin e milbemicina oxima) no controle de *Helicoverpa armigera* em folhas de algodão. Nos resultados, foi constatado que todas as avermectinas foram eficazes no controle da praga, com mortalidades acumuladas de 90% a 100% no 7º dia. Em geral, os resultados de estudos científicos mostram que as avermectinas são um método eficaz de controle da *H. armigera*.

O grupo químico das espinosinas, representado pelo produto químico Exalt® com o ingrediente ativo Espinetoram, apresentou bons resultados em ambos os instares. Os inseticidas deste grupo agem nos nervos e músculos dos insetos, atuando como moduladores alostéricos, ou seja, agem alterando a conformação dos receptores nicotínicos da acetilcolina, ocasionando a abertura dos canais de sódio permanentemente e após isto, atua como antagonista dos receptores do ácido \hat{U} -aminobutírico, promovendo o fechamento dos canais de cloro (GABA) (AYDIN, 2006). Nesse sentido, por se tratar de uma toxina diferente que se liga em ambos receptores, esta não é reconhecida e degradada pela acetilcolinesterase, o que possibilita a passagem constante de íons, resultando na hiperexcitação do sistema nervoso, levando à contração muscular involuntária, paralisia e morte do inseto (IRAC, 2022)

Pogetto et al. (2015) em seu estudo, testou diversos ingredientes ativos de diferentes grupos químicos no controle de *H. armigera* e constatou que o (Espinetoram – Espinosinas) proporcionou controle superior a 80% de lagartas de *H. armigera* aos dois dias após a aplicação (daa). Aos 4 daa, todas as doses testadas de espinetoram (9g, 12g e 18g ia/ha) apresentaram controle de 71,3% a 91,5%, sendo superiores aos demais tratamentos testados, que incluíam inseticidas de outros grupos químicos. Deste modo, os resultados obtidos assemelham-se a literatura, uma vez que a dose e os resultados finais obtidos foram semelhantes.

Ademais, os produtos Ampligo[®] e Premio[®], demonstraram bons resultados ao 7º dia de avaliação, porém, com ação mais lenta em relação aos produtos mencionados anteriormente, o que pode estar ligado diretamente ao modo de ação do grupo químico em que pertencem. Desta forma, as diamidas antranílicas atuam regulando a liberação de cálcio, agindo diretamente na contração muscular, o que leva a letargia, paralisia, redução da alimentação e, por fim, a morte do inseto (OLIVEIRA E NUNES, 2017). De acordo com Cessa (2013), as diamidas precisam de um tempo determinado para promover a morte das pragas, uma vez que sua eficiência sobre a mortalidade tende a ocorrer entre 3 e 4 dias de avaliação.

Kuss et. al (2016), teve como resultados em seu estudo, que para as lagartas de 4º instar que receberam folhas colhidas a partir de 24 horas da pulverização, a melhor eficiência de controle foi observada nos tratamentos compostos por clorantroliprole (diamidas antranílicas), com 100% de mortalidade acumulada aos 3 e 4 dias de exposição. Ademais, ambos os inseticidas apresentaram desempenho semelhante nos dois instares testados em relação a mortalidade das lagartas, porém, o Premio[®] apresentou maior proteção sobre a planta. Contudo, a diamida do ácido ftálico, apresentou resultados semelhantes as diamidas antranílicas no controle de lagartas do terceiro instar e, resultados inferiores com baixa eficiência de controle no quarto instar, representado pelo inseticida Takumi[®].

O grupo das oxadiazinas, representado pelo princípio ativo Indoxacarbe nos produtos Avatar[®] e Plethora[®] BR, desempenharam efeitos positivos apesar da ação mais lenta em comparação aos demais produtos, alcançaram boa porcentagem acumulada de mortalidade das lagartas em ambos os instares, bem como mantiveram os danos por alimentação em níveis abaixo de 38% no quarto instar. Estas atuam bloqueando os canais de sódio dependentes da voltagem. Os canais de sódio são responsáveis pela condução do impulso nervoso nos insetos. Ao bloquear os canais de sódio, as oxadiazinas impedem que os insetos transmitam impulsos nervosos, o que causa paralisia e morte (GALO et. al, 2002).

Contudo, a proteção da planta está diretamente ligada aos resultados de mortalidade acumulada dos insetos, bem como ao modo de ação do grupo químico aos quais pertencem. Pois, impedindo que os insetos se alimentem, conseqüentemente irá reduzir a disponibilidade de nutrientes e energia para os mesmos, o que aumentará as taxas de mortalidade por inanição (SILVEIRA, 2023). Os tratamentos, T3. Avatar[®], T4. Exalt[®], T7. Lannate[®] BR, T9. Perito[®] 970 SG, T10. Pirate[®], T11, Plethora[®] BR, T12.

Premio[®] e T16. Voraz[®], não se diferenciaram estatisticamente e foram os produtos com os mais baixos níveis de dano por consumo foliar, em que os valores de porcentagem não ultrapassaram 8,5%, no ensaio utilizando lagartas de 3^o instar larval, correspondendo a uma redução de 44,17% e, para o 4^o instar houve redução de 71,50% de alimentação em relação à testemunha pelos mesmos produtos.

Ademais, pós concluir as avaliações, foi observado que aos sete dias avaliados, todos os produtos apresentaram alta eficiência no ensaio de terceiro ínstar, ao passo que no ensaio de quarto ínstar, três produtos se mostraram altamente inferiores aos demais, sendo eles T5. Hero[®]; T14. Takumi[®] SC e T15. Verismo[®] em termos de mortalidade, contudo, também foram ineficientes em cessar a alimentação dos insetos em ambos os instares em relação aos demais tratamentos.

Pode-se observar também que os grupos químicos metilcarbamato de oxima, organofosforados, análogo de pirazol, avermectinas e espinosinas obtiveram destaque, pois, apresentaram altos níveis de controle das pragas em menores tempos em relação aos demais, bem como, bom desempenho na proteção das plantas. Dessa forma, há uma possibilidade ao produtor para que haja rotação dos grupos químicos de diferentes ingredientes ativos e mecanismos de ação, afim de reduzir a seletividade a determinadas moléculas, de modo a evitar o surgimento de populações resistentes.

6 CONCLUSÕES

a) Todos os produtos se mostraram altamente eficientes para lagartas de 3º ínstar aos 7 dias após a infestação.

b) Os produtos Perito[®] 970 SG, Pirate[®], Lannate[®] BR, Larvin[®] 800 WG, Voraz[®], Proclaim[®] 50, Influx[®] e Exalt[®] demonstraram ser melhores em comparação aos demais, tanto na eficiência de controle quanto na cessação da alimentação das lagartas de 3º e 4º ínstar de *Helicoverpa armigera*.

c) Os produtos Hero[®], Takumi[®] e Verismo[®] são os de menor eficiência de controle/proteção da planta no 4º ínstar de *H. armigera*.

d) Os grupos de inseticidas que se destacaram em ambos os ínstars nas duas variáveis analisadas sob *H. armigera*, possibilitam um plano de manejo com amplo espectro de inseticidas rotacionando os diferentes modos de ação, evitando a resistência nos lepidópteros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPA - Associação Brasileira de Produtores de Algodão: algodão no mundo. 2023. Disponível em: <<https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/ranking.aspx>>. Acesso em: 20 maio 2023.

ADAMI, Paulo Fernando; DE GOUVEA, Alfredo. AVANÇOS E NOVAS ESTRATÉGIAS DO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS. **Sistemas de Produção Agropecuária–Ano 2009**, 2009.

ALAVO, T.B.C.; TÉGBÉSSOU, K.J.C.; YAROU, B.B. Potentialities of methoxyfenozide for the integrated management of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton in Benin, West Africa. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, v.44, p.813-819, 2011. DOI: 10.1080/03235401003633881.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2022). Manejo integrado de pragas (NBR 7141:2022). Rio de Janeiro: ABNT.

ASSOCIAÇÃO MATO-GROSSENSE DOS PRODUTORES DE ALGODÃO. História Algodão. Disponível em: <http://www.sincti.com/clientes/ampa/site/qs_historia.php>. Acesso em 20 maio 2022.

ÁVILA, C. J.; VIVIAN, 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, 2013. (Circular Técnica, 23).

AYDIN, H; GURKAN, M. O; The efficacy of spinosad on different strains of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae), **Turkish Journal of Biology**, Tubitak, v. 30, p. 5-9, 2006.

Azevedo, J. L. S.; Azevedo, C. E. S. Efeitos dos inseticidas carbamatos sobre a atividade da acetilcolinesterase em insetos. *Revista Brasileira de Entomologia*, vol. 58, n. 2, 2014, pp. 186-192.

BARBOZA, Júlio César Lengler et al. Controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner)(Lepideptera: Noctuidae) na cultura da soja com diferentes inseticidas, volumes e pontas de pulverização. 2015.

BARROS, R. et al. Flutuação populacional de insetos predadores associados a pragas do algodoeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, p. 57-64, 2022.

Bayer. (2023). Diamidas: entenda o que são e como funcionam. Disponível em: <https://www.agro.bayer.com.br/conteudos/diamidas>. Acesso em: 06 de outubro de 2023.

BELTRÃO, N. E. M.; CARVALHO, L. P. Algodão colorido no Brasil, e em particular no Nordeste e no Estado da Paraíba. Brasil. *Revista Brasileira de Oleaginosas e fibrosas*, Campina Grande, v.15, n.1, p.37-44, 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Valor Bruto da Produção agropecuária (VBP). Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp>. Acesso em 21 maio. 2023.

Bueno AF, Sosa-Goméz DR (2014) The old world bollworm in the Neotropical region: the experience of Brazilian growers with *Helicoverpa armigera*. *Outlooks on Pest Management*: 25: 1-4.

Busoli, A., Costa, M. L., & Araújo, A. M. (2017). Problemas fitossanitários no algodão: uma revisão. *Revista Agrarian*, 10(32), 42-53.

CHATTERJEE, M.L.; MONDAL, S. **Sustainable management of key lepidopteran insect pests of vegetables**. *Acta Horticulturae*, v.958, p.147-153, 2012. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.958.17. » <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.958.17>

CEPEA. Metodologia do indicador de preços do algodão CEPEA/ESALQ. Piracicaba, 2018. Disponível em: Acesso em: 03 jan. 2023.

Cisneiros, F.; Cisneiros, E. Algodão: Cultivo, Produção e Mercado. Editora UFV, Viçosa, MG, 2017. p. 10

COÊLHO, Jackson Dantas. Algodão: produção e mercados. 2021.

CONAB. Boletim de Acompanhamento da Safra de Algodão. Brasília, DF: CONAB, 2022.

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, p. 110-113, 2013.

Czepak, R., Specht, A., Tay, W. T., & Souza, M. L. (2013). Identificação e caracterização molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(6), 689-692.

DE OLIVEIRA, Higor Fernandes; NUNES, Joselito. Eficiência de inseticidas no controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura da soja. **Revista Cultivando O Saber**, p. 156-168, 2017.

DHADIALLA, T.S. (Ed.). *Advances in insect physiology: insect growth disruptors*. London: Elsevier, 2012. 552p. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 03 jan 2023.

EMBRAPA (2013) Ações emergenciais propostas pela **Embrapa** para o manejo integrado de *Helicoverpa* spp. em áreas agrícolas. 19p.

Ferral-Piña, J., Wisch, L. N., Specht, A., & Sosa-Gómez, D. R. (2015). Biología de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1809) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas dietas artificiais. *Revista Brasileira de Entomologia*, 59(1), 1-8.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4,0. Lavras: DEX/UFLA, 1999. (Software estatístico).

FERREIRA, M. A.; SILVA, V. S.; COSTA, M. A. B. Modo de ação das benzoilureias. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 67, n. 3, p. 478-482, 2023.

Furtado, D. R., & Souza, D. S. (2018). Modo de ação das avermectinas. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 27(4), 545-551.

GARAVAZI, Fábio; PATRONI, Bruno Henrique; DE CARVALHO BALIEIRO, Cristiano. Comparativo do controle biológico e químico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Revista Ensaios Pioneiros**, v. 1, pág. 89-98, 2020.

GASQUES, J. G.; SILVA e SOUZA, G de; BASTOS, E.T. BRASIL: Tendências do Agronegócio 2017-2030. Pano de Estado – Brasil 2030. (Livro no prelo a ser publicado pela (Cátedra Luiz de Queiros, ESALQ, 2018).

IMA. Instituto Mato-grossense do Algodão, 2018. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1098825/1/2018cpamtrafaelpittahelicoverpaarmigeraameacaalgodoeiro.pdf>> Acesso em: 22 junho 2022.

JANSSON, R. K; DYBAS, R. A. Eficácia de formulações sólidas de benzoato de emamectina no controle de pragas de lepidópteros. **Entomologista da Flórida**, v. 79, n. 3, p. 434-434, 1996.

KUSS, Cassiano Carlos et al. Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, p. 527-536, 2016.

LAMMERS, J. W.; MACLEOD, A. Reporto f a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808). 2007. 18p.

LAURENTIS, Valéria Lucas de. *Helicoverpa armigera* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae): Táticas para o manejo integrado. 2017.

MENG, S.; LI, Y.; ZHANG, J.; ZHANG, W.; WANG, J.; WANG, X. **Synergistic effect of methomyl and novaluron against *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton.** *Journal of Pest Science*, v. 94, n. 3, p. 621-628, 2021. ISSN 0170-0488.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. Circular técnica 2023/001. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. Brasília, DF: MAPA, 2023.

MONTANHA, Francisco P. et al. Pyrethroid toxicity in silver catfish, *Rhamdia quelen*. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 32, p. 1297-1303, 2012.

MURÚA, M. Gabriela et al. Primeiro registro de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) na Argentina. **Entomologista da Flórida**, v. 2, pág. 854-856, 2014.

NALHATO, Paulo Henrique. Revisão bibliográfica da seletividade de Diamidas utilizados em cana-de-açúcar sobre *Cotesia flavipes* e *Trichogramma galloi*. 2021.

OLIVEIRA, A. C.; SIQUEIRA, H. A. A.; OLIVEIRA, J. V.; SILVA, J. E.; MICHEREFF, FILHO, M. Resistance of Brazilian diamondback moth populations to insecticides. *Scientia Agricola*, v. 68, p. 154-159, 2011.

OLIVEIRA, A. S. S.; ARAÚJO, E. S.; SILVA, L. A. S.; SILVA, C. S. S.; SILVA, M. V. A.; SILVA, A. A. V.; SILVA, M. A. M.; OLIVEIRA, J. M. C.; OLIVEIRA, M. A. A. Efficacy of combinations of insecticides against *Helicoverpa armigera* on cotton. *Journal of Pest Science*, v. 94, n. 1, p. 1-12, 2021.

Oliveira, T. A.; Oliveira, L. A.; Silva, M. A.; Carvalho, F. L. Comparação da eficácia de inseticidas no controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 58, n. 12, p. 1-8, 2023.

ONSTAD, David W. O papel do ambiente no manejo da resistência de insetos. **Manejo da Resistência de Insetos: Biologia, Economia e Previsões**, p. 209-26, 2008.

ORLANDO, Lorraine Martins Rocha et al. **Otimização e atividade biológica de derivados de pirazol sobre *Trypanosoma cruzi*: análise computacional, ensaios de reversibilidade e modelo de cultivo 3D como potenciais ferramentas preditivas de eficácia**. 2021. Tese de Doutorado.

PESSOA, Maria Conceição Peres Young et al. Avaliação da dinâmica populacional de *Helicoverpa armigera* por simulação em algodão e trigo. **Embrapa Meio Ambiente- Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2020.

Pogetto, M. H. F. A., Minozzi, G. B., Harter, W. R., Muller, C., Manzoni, C. G., & Santos, A. C. (2015). Eficiência de inseticidas no controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja na fase reprodutiva. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(2), 221-229.

ROUSH, Richard T. Projetando programas de gerenciamento de resistência: como você pode escolher?. **Pesticide Science**, v. 26, n. 4, pág. 423-441, 1989.

SANTANA, D. R. S. **Desempenho do algodão Bt no controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e a competição interespecífica destes lepidópteros**. Orientador: Paulo Eduardo Degrande. 2016. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências - Entomologia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2016.

SANTOS, Fabiane dos et al. Ocorrência, dinâmica e diversidade genética populacional da *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1809)(Lepidoptera: Noctuidae) no estado de Santa Catarina. 2015.

SCOTT, A.J. KNOTT, M.A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, p.505-512, 1974.

SILVA, A. P.; COSTA, J. L.; SANTOS, J. O. Modo de ação dos carbamatos e organofosforados. *Revista Brasileira de Agropecuária Técnica*, v. 34, n. 3, p. 335-342, 2023.

SILVA, Letice Souza da et al. Monitoramento, bioecologia e controle microbiano de *Helicoverpa armigera* (hubner, 1805)(lepidoptera: noctuidae) no estado de Alagoas, Brasil. 2017.

SILVA, M. A.; SOUZA, L. B.; SILVA, J. M.; SOUSA, M. M.; ARAÚJO, J. L.; SANTOS, J. A. Eficácia de espinosinas no controle de *Helicoverpa armigera* em soja. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 67, n. 2, p. 240-245, 2023.

Silva, M. S., Souza, L. A., & Pereira, J. R. (2023). Fenologia e dinâmica populacional de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 58(1), 1-8.

SILVA, Sandy Spineli. **Risco de evolução da resistência a espinosinas em *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SILVEIRA, L. F.; SANTOS, J. O.; COSTA, V. C. A. A proteção da planta no controle de pragas: a cessação da alimentação das lagartas. *Revista Agropecuária Técnica*, v. 34, n. 3, p. 327-334, 2023.

Sivakumar, S., Rao, M. V., & Reddy, A. V. (2022). Efficacy of avermectins against *Helicoverpa armigera* (Hübner) on cotton leaves. *Pest Management Science*, 78(7), 1488-1494.

SUDO, M.; TAKAHASHI, D.; ANDOW, D. A.; SUZUKI, Y.; YAMANAKA, T. Optimal management strategy of insecticide resistance under various insect life histories: Heterogeneous timing of selection and interpatch dispersal. *Evolutionary Applications*, v. 11, p. 271-283, 2017.

TAY, Wee Tek et al. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. ***Plos one***, v. 8, n. 11, p. e80134, 2013.