

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Paulo Augusto Zucchi Desenso

**Associação de inseticidas sintético e biológicos no manejo de  
*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

PAULO AUGUSTO ZUCCHI DESENZO

**Associação de inseticidas sintético e biológicos no manejo de  
*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)**

Orientador: Prof. Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Mato  
Grosso do Sul, para obtenção do  
título de Mestre em Agronomia, área  
de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS  
2017



Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
Câmpus de Chapadão do Sul



## **CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

AUTOR: Paulo Augusto Zucchi Desenso

ORIENTADOR: Prof. Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa

**Associação de inseticidas sintético e biológicos no manejo de  
*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)**

---

Prof. Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elisângela da Silva Loureiro

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Luciana Cláudia Toscano Maruyama

Chapadão do Sul, 24 de abril de 2017.

---

Presidente da Banca Examinadora  
Prof. Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa

A Deus e a minha família, por acreditar em mim e me ajudar em todos os momentos, Dedico, Ofereço e Agradeço.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa, pela amizade, atenção, confiança, carinho, paciência, e pela possibilidade de concluir esse trabalho em suas orientações.

A profa. Dra. Elisângela de Souza Loureiro, pelo carinho, confiança, incentivo, e pela contribuição e auxílio no presente trabalho.

A Profa. Dra. Luciana Cláudia Toscano Maruyama, por aceitar a fazer parte da banca examinadora.

A minha família que sempre acreditou em mim, me apoiando em momentos difíceis e em todas as minhas decisões.

A todos os Docentes do Programa de Pós-graduação em Agronomia do CPCS/UFMS pelos ensinamentos e atenção.

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

A empresa Nufarm Indústria Química e Farmacêutica S.A.

## EPÍGRAFE

*“Acredite na força dos seus sonhos. Deus é justo, e não colocaria em seu coração um desejo impossível de ser realizado”.*

**Ayrton Senna**

## RESUMO

DESENSO, Paulo Augusto Zucchi. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Associação de inseticidas sintético e biológicos no manejo de *Helicoverpa armigera*.  
Professor Orientador: Luis Gustavo Amorim Pessoa.

A *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie de praga de importância mundial e que apresenta dificuldades de manejo. Deste modo, esse trabalho objetivou avaliar a eficácia da associação de inseticidas sintético e biológicos, aplicados isolados e conjuntamente em diferentes doses, no controle de *H. armigera*. Realizou-se o experimento em laboratório, com delineamento experimental inteiramente casualizado, com 7 tratamentos, cada um composto por 10 repetições contendo 5 lagartas. Os produtos utilizados foram organofosforado Klorpan® (Clorpirifós) e dois biológicos, Armigem® (VPN-HzSNPV) e Xentari® (*Bacillus thuringiensis*). Os tratamentos fitossanitários foram: Armigem® (150 mL), Armigem® (150 mL) + Klorpan® (500 mL – meia dose), Armigem® (150 mL) + Klorpan® (1000 mL dose cheia), Xentari® (750 gr) + Klorpan® (500 mL – meia dose), Xentari® (750 gr) + Klorpan® (1000 mL – dose cheia) e Klorpan® (1000 mL – dose cheia). A testemunha foi constituída de água destilada esterilizada. Todos os tratamentos foram aplicados utilizando torre de Potter, sobre cubos de dieta e oferecidos, após secagem do excesso de calda, as lagartas que apresentavam entre 0,8 cm e 1,0 cm de comprimento. Após a aplicação dos tratamentos as avaliações foram realizadas a cada 24 horas, anotando-se o número de lagartas mortas. O inseticida Klorpan® proporcionou maior mortalidade de *H. armigera*. A associação de Klorpan® com os bioinseticidas Xentari® e Armigem® proporcionou incremento significativo na taxa de mortalidade (independente da dose), quando comparado aos bioinseticidas sem mistura, evidenciando possível ação sinérgica. Os bioinseticidas proporcionaram as menores taxas de mortalidade, observando-se melhor resultado para o Xentari®.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle biológico, entomopatógenos, lagarta desfolhadora, organofosforado.

## ABSTRACT

DESENSO, Paulo Augusto Zucchi. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Association of synthetic insecticides and entomopathogens in the management of *Helicoverpa armigera*.

Author: Paulo Augusto Zucchi Desenso

Adviser: Luis Gustavo Amorim Pessoa.

The *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) is a species of pest of worldwide importance and which presents difficulties in management. Thus, this study aimed to evaluate the efficacy of the combination of synthetic insecticide and biological agents, applied alone and together in different doses, in control of *H. armigera*. The experiment in the laboratory, with a completely randomized experimental design, with 7 treatments, each one composed of 10 replicates containing 5 caterpillars. The products used belonged to the chemical group Klorpan<sup>®</sup> organophosphate (chlorpyrifos) and two biological, Armigem<sup>®</sup> (VPN-HzSNPV) and Xentari<sup>®</sup> (*Bacillus thuringiensis*). The phytosanitary treatments were: Armigem<sup>®</sup> (150 mL), Armigem<sup>®</sup> (150 mL) + Klorpan<sup>®</sup> (500 mL - half dose), Armigem<sup>®</sup> (150 mL) + Klorpan<sup>®</sup> (1000 mL full dose), Xentari<sup>®</sup> (750 gr) + Klorpan<sup>®</sup> (500 mL - half dose), Xentari<sup>®</sup> (750 gr) + Klorpan<sup>®</sup> (1000 mL - full dose) and Klorpan<sup>®</sup> (1000 mL - full dose). The witness was composed of sterile distilled water. All treatments were applied using tower of Potter, on blocks of diet and offered, after drying the excess water, the caterpillars that had between 08 cm and 1.0 cm in length. After the application of treatments evaluations were performed every 24 hours, noting the number of dead larvae. The insecticide Klorpan<sup>®</sup> provided<sup>®</sup> greater mortality of *H. armigera*. The association of Klorpan<sup>®</sup> with bioinseticidas Xentari<sup>®</sup> and Armigem<sup>®</sup> provided a significant increase in mortality rate (independent of the dose), when compared to the bioinseticidas without mixing, revealing possible synergistic action. The bioinseticidas resulted in lower rates of mortality, with better results for the Xentari<sup>®</sup>.

**KEY-WORDS:** Biological control, entomopathogens, defoliating caterpillars, organophosphates.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	<i>Helicoverpa armigera</i> <b>a.</b> Larva em pré-eclosão; <b>b.</b> Eclosão da larva neonata.....	16
2	<i>Helicoverpa armigera</i> <b>a.</b> Larva neonata (L <sub>1</sub> ) (Cheng, s/data); <b>b.</b> Larva L <sub>2</sub> (Cheng, s/data); <b>c.</b> Larva L <sub>5</sub> .....	18
3	Pupa de <i>Helicoverpa armigera</i> <b>a.</b> pupa com coloração verde-clara (Desenso, 2017); <b>b.</b> Pupa com coloração castanha.....	19
4	<i>Helicoverpa armigera</i> <b>a.</b> Macho e <b>b.</b> Fêmea.....	20
5	Fórmula estrutural do ingrediente ativo Clorpirifós.....	22
6	<i>Helicoverpa armigera</i> morta por vírus.....	24
7	Mortalidade diária acumulada (%) de lagartas de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) após a aplicação dos inseticidas sintético e biológicos. Chapadão do Sul-MS, 2017.....	49

**LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Características morfológicas e duração dos instares larvares de <i>Helicoverpa armigera</i> .....	17
2	Agrotóxicos com posicionamento favorável da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) para registro emergencial para <i>Helicoverpa armigera</i> no Brasil.....	21
3	Tratamento (inseticida, classe e dose) utilizado no ensaio de controle de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae).....	45
4	Mortalidade (%) de lagartas de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) exposta aos diferentes tratamentos. Chapadão do Sul-MS, 2017.....	46

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 <i>Helicoverpa armigera</i> .....	14
2.1.1 Posição taxonomica.....	14
2.1.2 Importância econômica.....	14
2.1.3 Biologia e Morfologia.....	15
2.1.4 Ovo.....	16
2.1.5 Instares larvais.....	16
2.1.6 Pupa.....	18
2.1.7 Adulto.....	19
2.2 Inseticidas no manejo de <i>H. armigera</i> .....	20
2.3 Vírus entomopatogênico no manejo de <i>H. armigera</i> .....	23
2.4 <i>Bacillus thuringiensis</i> no manejo de <i>H. armigera</i> .....	25
2.5 Interações entre vírus e <i>Bt</i> com inseticidas.....	27
3 REFERÊNCIAS.....	29
CAPÍTULO 1 – ASSOCIAÇÃO DE INSETICIDA SINTÉTICO COM VÍRUS E BACTERIA ENTOMOPATOGÊNICOS NO MANEJO DE <i>HELICOVERPA ARMIGERA</i> (HÜBNER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).....	39
Resumo .....	39
Abstract .....	39
1 INTRODUÇÃO.....	41
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	44
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4 CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS.....	53

## 1 INTRODUÇÃO

*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie de praga agrícola de importância mundial, devido a sua ampla distribuição geográfica e polifagia (Zalucki et al. 1986, Guo 1997). Seus ataques já foram registrados em várias plantas hospedeiras, totalizando mais de 100 espécies, incluindo culturas de interesse econômico (ALI; CHOUDHURY, 2009; FITT, 1989; PAWAR et al., 1986; POGUE, 2004;). Suas lagartas são extremamente vorazes, atacando estruturas vegetativas e reprodutivas da planta, como os cotilédones, flores, folha e frutos (Jhonson & Zalucki, 2005).

Esse lepidóptero apresenta capacidade de migração de até 1.000 km (Pedgley, 1985), alta capacidade reprodutiva (Naseri et al., 2009a, 2009b) e ainda conseguir sobreviver em condições adversas (Karim, 2000; Mironidis et al., 2010).

Devido à seleção de indivíduos resistentes e a necessidade de utilização de produtos mais seletivos, com características toxicológicas e ecotoxicológicas mais adequadas para as exigências atuais e também devido à necessidade de um manejo eficaz para pragas-chave, como exemplo a *H. armigera*, a partir da década de 1990 novos grupos químicos de inseticidas foram descobertos e desenvolvidos (Unsworth, 2010).

O controle químico é um dos principais métodos de controle utilizado para manejar as populações de pragas, mas seu uso em excesso é ecologicamente nocivo e proporciona a seleção de insetos resistentes, além de possíveis efeitos negativos sobre os inimigos naturais (PIUBELLI et al., 2005). A associação do controle biológico como parte do Manejo Integrado de Pragas (MIP) reduz os possíveis riscos ambientais, legais e públicos que os produtos químicos poderiam proporcionar (BAMBARA e KAPER, 1997).

Vários estudos vêm sendo realizados no âmbito do controle biológico de lagartas com bactérias, fungos e vírus entomopatogênicos (BUENO et al., 2012). Os vírus são usados no Brasil no controle de lagartas associadas aos cultivos de soja, milho, mandioca, batata, frutíferas e hortaliças, gerando benefícios econômicos e ambientais ao ambiente rural e ao consumidor final. Atualmente são conhecidos mais de vinte grupos de vírus para insetos e ácaros (Tanada & Kaya 1993).

Mais de 500 Nucleopolyhedrovirus (NPV), ou “vírus da poliedrose nuclear”, já foram identificados e apresentam grande especificidade, que os torna excelentes candidatos para o uso no controle biológico de pragas (SOZA-GÓMEZ *et al.*, 2008). Assim, quando o seu uso é direcionado para controle de pragas, o grupo dos Baculovírus são os mais estudados e empregado para este propósito. Os vírus de poliedrose nuclear (VPN), pertencentes a este grupo, podem chegar a infectar várias espécies de insetos, entorno de 600, e diferentes ordens de insetos como Lepidóptera, Coleóptera e Díptera (Possee 1993, Tanada & Kaya 1993).

O *Bacillus thuringiensis* é empregado há mais de 70 anos no controle biológico de insetos-praga, tendo vários benefícios como a ação específica sobre a praga-alvo (MONNERAT; BRAVO, 2000; RAMOS, 2008). Os bioinseticidas que contém essa bactéria são os mais empregados (GLARE; O’CALLAGHAN, 2000; BRAR *et al.*, 2006) e equivalem a 53% dos bioinseticidas comercializados no mundo (CPL BUSINESS CONSULTANTS, 2010).

Tem-se observado que agricultores tem realizado misturas de produtos biológicos e inseticidas, sem critérios técnicos, tentando conseguir ação sinérgica dos mesmos no controle de pragas. Porém, da maneira como o processo é feito, não é possível verificar esse efeito, e nem verificar algum possível efeito antagônico.

A utilização associada de produtos fitossanitários e agentes entomopatogênicos para o controle de pragas é capaz de auxiliar na redução da sua população e incidência, devido à presença de substâncias que estão contidos nos produtos fitossanitários que conseguem atuar como estressantes ou ativadores, favorecendo então a infecção por microrganismos que realizam o controle biológico de pragas (POLANCZYK & ALVES, 2005; SOSA-GOMEZ, 2005). Essa situação se verifica quando os inseticidas são seletivos ou compatíveis. A seletividade/compatibilidade nos programas de MIP é um conceito importante no momento da escolha do inseticida ou da maneira de aplicá-lo, para preservar os inimigos naturais, espécies inofensivas à cultura e outros organismos benéficos que convivem no agroecossistema, como microrganismos que são utilizados no controle da população de insetos que causam danos econômicos nas culturas, na intenção de minimizar os prejuízos ocasionados por eles (ONOFRE *et al.*, 2001; YAMAMOTO & BASSANEZI, 2003; SILVA *et al.*, 2009).

Sendo assim, este trabalho objetivou avaliar o efeito isolado ou em associação de inseticida sintético com vírus e bactéria entomopatogênicos no controle de *H. armigera*.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 *Helicoverpa armigera*

#### 2.1.1 Posição taxonômica

Ordem taxonômica da espécie, segundo a Fauna Europaea (2011):

Reino Animalia

Filo Artropoda

Classe Insecta

Ordem Lepidoptera

Família Noctuidae

Subfamília Heliothinae

Género *Helicoverpa* Hardwick 1965

Espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808)

#### 2.1.2 Importância econômica

*Helicoverpa armigera* está disseminada por toda a Europa, África, Ásia, Oceania e América do Sul, variando tanto em locais de clima temperado quanto de clima tropical (GUO, 1997; GUOQING et al., 2001; LAMMERS; MACLEOD, 2007; OEPP, 2008). Um dos principais fatores que está colaborando para dispersão desse inseto-praga é a comercialização internacional de plantas ornamentais (CABI; OEPP, 1992; LAMMERS; MACLEOD, 2007).

Seus ataques já foram registrados em várias plantas hospedeiras, totalizando mais de 100 espécies, incluindo culturas de interesse econômico (ALI; CHOUDHURY, 2009; FITT, 1989; PAWAR et al., 1986; POGUE, 2004;). Por serem lagartas polípagas, causam danos a várias culturas como sorgo, milho, milheto, algodão, amendoim, girassol, feijão, grão de bico, guandu.

Atualmente no Brasil, a *H. armigera* é relatada atacando culturas de importância comercial, como tomate, milho, batata, hortaliça, trigo além de outras (GUEDES et al., 2014).

A importância econômica da praga varia de país para país, conforme a importância da cultura e o quanto são afetadas. Na Europa as perdas na produção estão entre 28-40%, com perdas econômicas de US\$ 300 milhões por ano (NAZRUSSALAM; AHMAD; ALI, 2007; SHARMA et al., 2012;). Na Espanha, é uma importante praga para os cultivos de tomate (ARNÓ et al., 1999). Até então, nas Américas a *H. armigera* não havia sido detectada até 2013, quando houve relatos de sua presença no Brasil em diversas áreas agrícolas (CZEPAK et al., 2013).

Somente na região dos trópicos semiáridos da Europa, as perdas anuais em decorrência da *H. armigera* ultrapassaram 2 bilhões de dólares e o custo anual para seu controle, com inseticidas, é de 500 milhões de dólares (SHARMA et al., 2008). As perdas mundiais proporcionadas por essa praga foram estimadas em US\$ 5 bilhões (LAMMERS; MACLEOD, 2007).

No Brasil, *H. armigera* foi relatada em diversas culturas de importância econômica, como soja, milho, algodão, feijão, tomate, sorgo, milheto, trigo, crotalária e guandú, além de algumas espécies de plantas daninhas. Devido ao Brasil apresentar condições climáticas favoráveis e a praga ter alta capacidade de dispersão, é possível que a *H. armigera* já esteja difundida por todo o País (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013).

### **2.1.3 Biologia e morfologia**

*Helicoverpa armigera* apresenta hábito predominante crepuscular, repousando então durante o dia (HARDWICK, 1965; FERREIRA, 1989; ARAÚJO, 1990). Sua biologia é fortemente influenciada pela umidade, temperatura e fotoperíodo, evidenciada pela variação no número de gerações de acordo com o ano e o local (HARDWICK, 1965; ARAÚJO, 1990; MARTINS, 1990a).

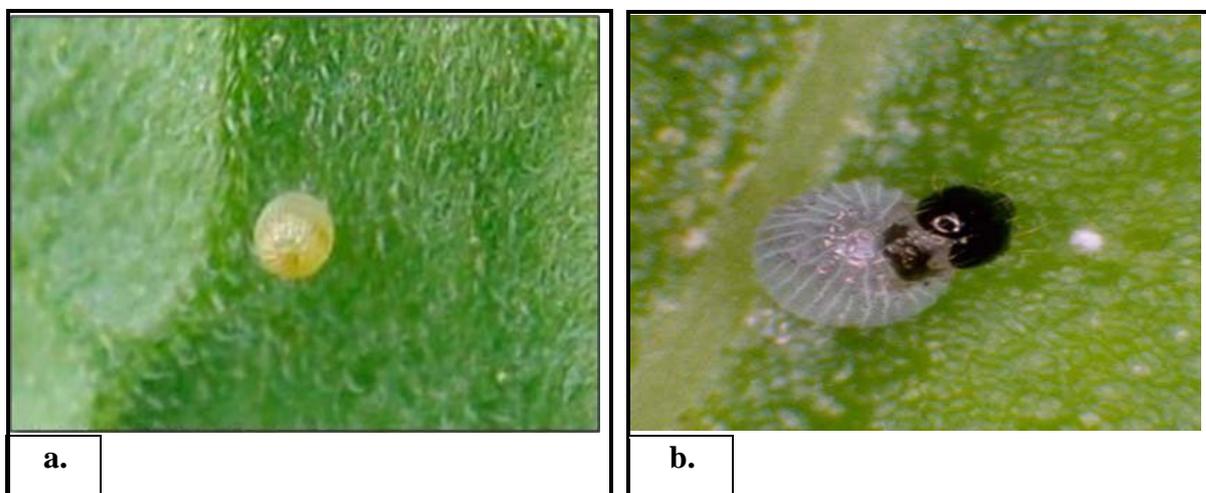
Condições ideais para seu desenvolvimento são umidade relativa de 90%, temperatura de 25°C, variando de 15°C e 35°C e fotoperíodo de 16 horas (HARDWICK, 1965; ARAÚJO, 1990; MARTINS, 1990). Em condições ambientais desfavoráveis, para garantir sua sobrevivência, o inseto na fase de pupa, pode entrar em diapausa (MARTINS, 1990).

*H. armigera* é um inseto holometábolo, ou seja, apresenta metamorfose completa, onde seu desenvolvimento passa por 4 fases, sendo elas ovo, larva, pupa e adulto.

#### 2.1.4 Ovo

O ovo apresenta forma oval, mais aguda na parte apical e pouco achatado na base com diâmetro de 0,5 mm (Cortes, 1972). Postura possui coloração marfim (Cortes, 1972), com um aro castanho após o 2º dia de desenvolvimento (Nasreen & Mustafa, 2000) e com o desenvolvimento embrionário, fica cada vez mais escuro (Cortes, 1972) (Fig. 1a e 1b).

Normalmente os primeiros ovos são inférteis e após 3 dias ficam cada vez mais amarelos (Nasreen & Mustafa, 2000). Cada fêmea ovoposita de 2.000 a 3.000 ovos. O período de incubação é de 3,3 dias. A oviposição é de forma isolada ou em pequenos agrupamentos normalmente na parte adaxial das folhas, ou sobre flores, talos e brotações terminais (MENSAH, 1996).



**Figura 1** – *Helicoverpa armigera* **a.** Ovo em pré-eclosão; **b.** Emergência da larva neonata (Syngenta Crop Protection, s/data).

#### 2.1.5 Ínstares larvais

*H. armigera* apresenta de cinco a seis ínstaes larvais, onde o 6º instar pode não existir, pois depende de fatores como condições climáticas, características genéticas e qualidade de alimentação (ARAÚJO, 1990).

**Tabela 1** – Características morfológicas e duração dos ínstaes larvais de *Helicoverpa armigera* (Araújo, 1990; Nasreen & Mustafa, 2000; Toguebaye & Couilloud, 1982).

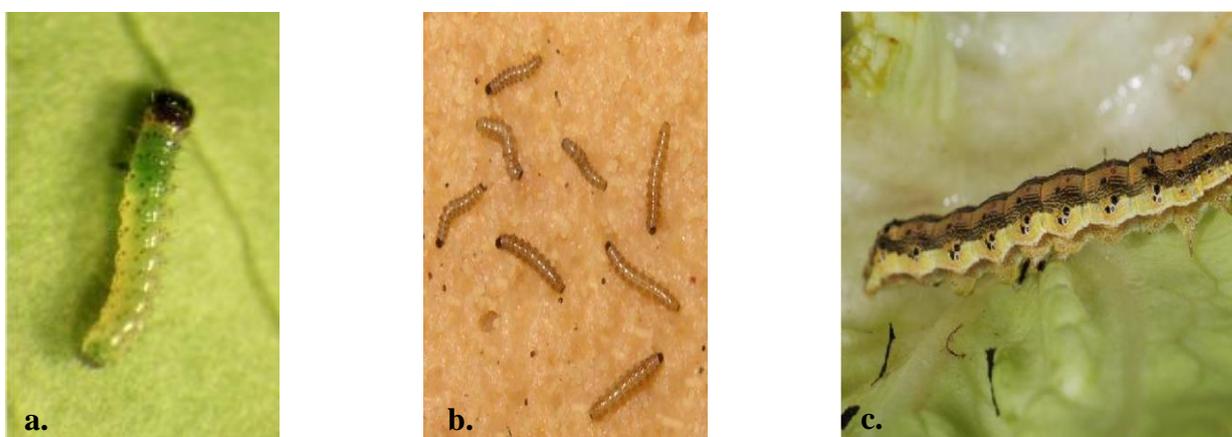
Instar	Dimensão (mm)	Duração (dias)	Cor e características	Observações
L1 (Fig. 2a)	2,71 ± 0,21 3,40 ± 0,23	2,08 ± 0,09	Linhas longitudinais de cor amarelada. Cabeça, tórax, placa anal e pernas castanho-escuro.	Finas sedas de locomoção passiva em caso de alimentação apropriada; Em densidades populacionais elevadas protegem a zona de alimentação.
L2 (Fig. 2b)	4,97 ± 0,13 4,60 ± 0,34	2,15 ± 0,12	Cápsula cefálica cor castanha escura; Corpo marfim leitoso; Ponto dorsal preto no centro do 3º segmento.	-
L3	9,85 ± 0,38 9,65 ± 0,74	2,48 ± 0,16	Expressão variável da cor Linhas laterais claras, fundo verde, linha dupla preta lateral-apical e centro-dorsal.	3 pares de pernas e 5 pares falsos abdominais (confere locomoção típica).
L4	18,70 ± 1,70 17,00 ± 0,71	3,13 ± 0,17	Cor variável. Cápsula cefálica creme. Bandas dorsais contíguas e estreitas esbranquiçadas. Lateralmente possui uma larga faixa banda clara.	Larvas agressivamente Canibais.
L5 (Fig. 3c)	20,65 ± 0,18 28,35 ± 0,69	3,55 ± 0,16	Cor variável.	

As dimensões descritas na Tabela 1, variam para cada instar conforme a temperatura que a lagarta está exposta. Nasreen & Mustafa (2000) em condições de

laboratório, conduziram criação a  $26 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa entre 60 e 70% e fotoperíodo de 16 horas.

Uma característica marcante para identificar lagartas de *H. armigera* é a presença de tubérculos abdominais escuros e bem nítidos na região dorsal que se expressam a partir do quarto instar (MATTHEWS, 1999).

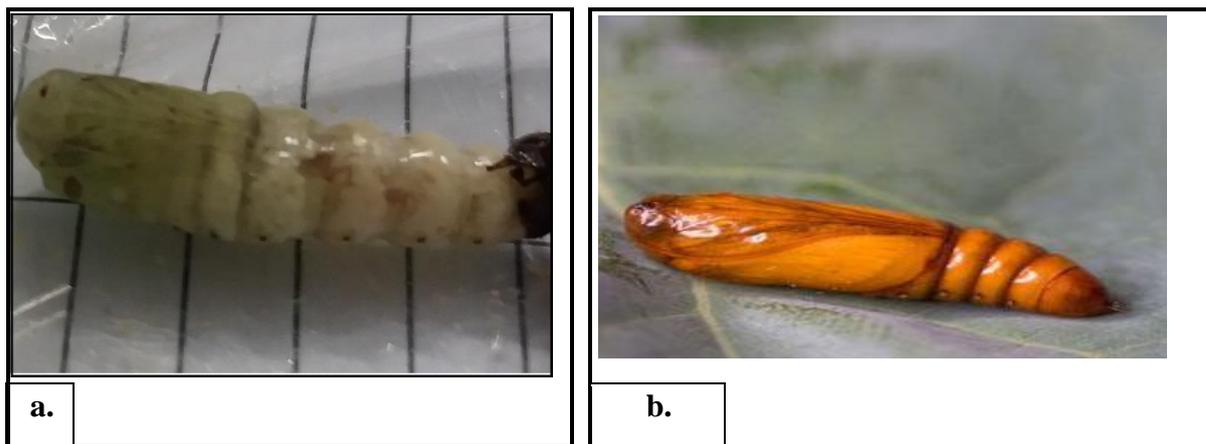
A duração da fase larval varia de 15 a 17 dias; porém, em condições extremas pode variar, de 10,9 dias a  $35^\circ\text{C}$  e 41,1 dias a  $15^\circ\text{C}$  (FERREIRA, 1989; Figueiredo et al., 2006).



**Figura 2** – *Helicoverpa armigera* **a.** Larva neonata (L<sub>1</sub>) (Cheng, s/data); **b.** Larva L<sub>2</sub> (Cheng, s/data); **c.** Larva L<sub>5</sub> (Ducept, 2012).

### 2.1.6 Pupa

Ao chegar ao final do último instar larval, quando a lagarta entra na fase de pré-pupa, ela cessa a alimentação e se move até o solo para encontrar condições de temperatura e umidade ideais para sua transformação. Ela tritura o substrato em que se encontra com fios de seda que a lagarta confecciona, cria uma proteção externa, um casulo e transforma-se em pupa. No início a pupa apresenta coloração verde-clara (fig. 3a) e após certo tempo o tegumento começa a ficar rígido e a pupa apresenta uma cor castanha (fig.3b). Nesta fase já é possível através de observações genitália externas distinguir o sexo (ARAÚJO, 1990). A pupa apresenta um formato fusiforme e as dimensões variando de 12 a 20 mm com um estágio de duração de 10 a 14 dias (ALI; CHOUDHURY, 2009).

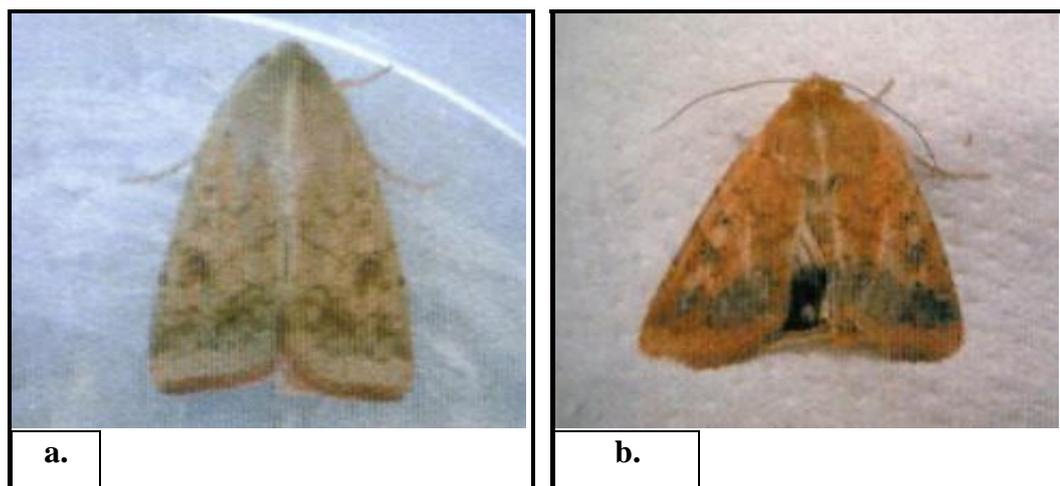


**Figura 3** – Pupa de *Helicoverpa armigera* **a.** pupa com coloração verde-clara (Desenso, 2017); **b.** Pupa com coloração castanha (Bayer Crop Science, s/data).

### 2.1.7 Adulto

Observa-se na fase adulta de *H. armigera*, dimorfismo sexual, podendo-se distinguir a fêmea e o macho pela coloração e tamanho das asas. A fêmea apresenta uma coloração no tom base castanho rosado e envergadura de 40 mm aproximadamente (fig.4b), enquanto que nos machos a coloração das asas é verde acinzentada e envergadura com cerca de 35 mm (fig.4a). Outra diferença é vista no abdome da fêmea, sendo mais arredondado em comparação com o do macho (JAYARAJ, 1972). Nos dois sexos as asas anteriores apresentam uma mancha reniforme clara e uma linha com sete a oito pontos escuros na margem externa. As asas posteriores são de coloração branca, tendo uma larga banda distal preta apresentando uma mancha branca (Araújo, 1990).

Adultos de *H. armigera* apresentam atração vigorosa por flores que produzem néctar, recurso este importante na seleção do hospedeiro além de influenciar na capacidade de oviposição (CUNNINGHAM et al., 1999). A longevidade média das fêmeas é de 11,7 dias e dos machos 9,2 dias (ALI; CHOUDHURY, 2009). O período de oviposição de cada fêmea é de cerca de 5,3 dias, tendo a capacidade de colocar de 2.000 até 3.000 ovos (REED, 1965; NASERI et al., 2011).



**Figura 4** – *Helicoverpa armigera* **a.** Macho e **b.** Fêmea (Dias, 2005).

## 2.2 Inseticidas no manejo de *H. armigera*

Têm sido utilizados largamente os inseticidas químicos para o controle de *H. armigera* nos ambientes agrícolas em que ocorre essa praga, sendo muitas vezes, uma alternativa de controle rápida, econômica e confiável. Cerca de 50% dos inseticidas utilizados na Índia e China são voltados para o controle de *H. armigera* (BUILDING; ARHABHATA, 2007).

De maneira geral, os inseticidas apresentam vantagens como as de atuação imediata, serem econômicos e à disposição do agricultor no momento em que a população de uma praga atinge o nível de dano econômico, sendo praticamente a única opção. Dentre as diversas desvantagens, verifica-se o espectro de ação, que engloba o efeito indesejável sobre o meio ambiente e os inimigos naturais (SANTOS; BUENO; BUENO; 2006).

Para o manejo de *H. armigera* os tratamentos com inseticidas são indispensáveis em quase todas as culturas do mundo. Diante disso, esta praga vem sendo submetida a uma pressão de seleção forte. Alguns dos inseticidas usualmente utilizados para o controle desta praga são: indoxacarbe, benzoato de emamectina, metoxifenoazida, novalurom, imidacloprido, clorfenapir, fluvalinato, espinosade, abamectina, deltametrina, carbaril, lambda-cialotrina, cipermetrina, metomil, profenofós, tiodicarbe e clorpirifós (RAFIEE et al., 2008; MAHDAVI et al., 2011; AVILLA; GONZALEZ, 2010; BABARIYA et al., 2010).

**Tabela 2.** Agrotóxicos recomendados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), para registro emergencial, contra *Helicoverpa armigera* no Brasil.

Ingrediente ativo	Grupo químico
Benzoato de Emamectina	Evermectinas
Indoxacarbe	Oxadiazina
Espinosade	Espinosinas
Spinetoram	Espinosinas
Clorfenapirr	Bloqueadores de Na
Metaflumizone	Bloqueadores de Na
Chlorfuazurom	Benzonilureiais
Flubendiamide	Diamina
Clorantraniliprole	Diamina
Lufenurum	Benzoiluréia
Metoxifenozone	Diacilhidrazinas
Z11-hexadecenal	Feromônio sexual
Z9-hexadecenal	Feromônio sexual
Tiodicarbe	Carbamato
Metomil	Carbamato
Novaluron + Metomil	Benzonilureiais + Carbamato
Lufenuron + Profenofós	Benzonilureiais + Organofosforado
(Z)-9-hexadecenal (Z90C16Ald); (Z)-9-tetradecenal (Z9-C14Ald); (Z)-11-C16Ald	Semioquímico - Iscalure armigera
(Z)-9-hexadecenal (Z90C16Ald); (Z) -9-tetradecenal (Z9-C14Ald); (Z)-11-C16Ald	Semioquímico-SPLAT-armigera
(Z)-9-hexadecenal (Z90C16Ald); (Z)-9-tetradecenal (Z9-C14Ald); (Z)-11-C16Ald	Semioquímicos + Isca concentrada-Splat Noctutrap

**Fonte:** Embrapa (2013).

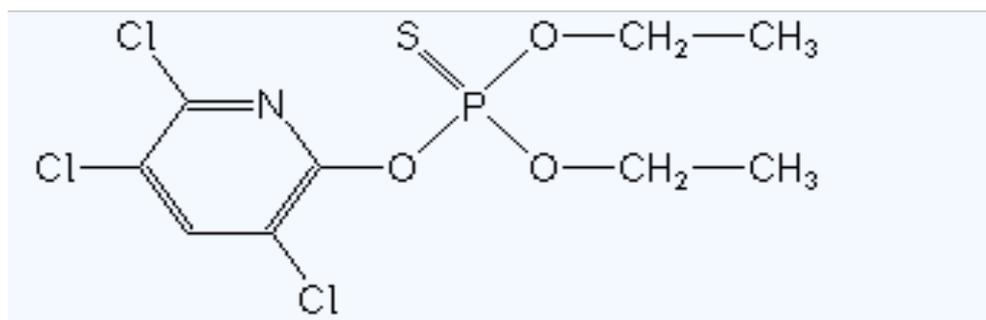
Clorpirifós [0,0-dietil-0-(3,5,6-tricloro-piridil)-fósforo-tionato], pertencente ao grupo dos inseticidas organofosforados, apresenta baixa solubilidade em água (1,39 mg/L) e alto coeficiente de sorção no solo ( $K_{oc} = 8498$  mL/g) (RACKE, K.D, 1993). É altamente tóxico e muito perigoso para o meio ambiente (Classe II), sendo que o limite máximo permitido para resíduos de Clorpirifós (em grãos, vegetais e pastagens) varia de acordo com a cultura (BAPTISTA, 2002).

Clorpirifós encontra-se entre os principais inseticidas comercializados no Brasil (GUILHERME, L. R. G. et al., 2000), atuando sobre os insetos por contato, ingestão e fumigação (BOGUS, E.R. et al., 1990).

Lee-Joon & Kim-Yong (1997) analisaram os resultados de clorpirifós metil (CPM) em lagartas de *Spodoptera exigua* (Hübner) utilizando aplicação tópica. A

fecundidade dos adultos oriundos de lagartas expostas com doses subletais de CPM no quinto instar sofrendo pouca redução, enquanto que a fertilidade dos ovos foi reduzida de maneira mais drástica e dependente da dose. Sendo assim, o clorpirifós pode ser visto como um quimioesterilizante como também um agente neurotóxico, expressando potencial em programas de controle genético.

**Figura 5** - Fórmula estrutural do ingrediente ativo Clorpirifós.



Desta forma verifica-se potencialidade no uso desse inseticida para o manejo de *H. armigera* uma vez que outros inseticidas como os piretroides, que apresentam efeito de choque (Gallo, et al., 2002), interessantes para o manejo de pragas vorazes e com alto potencial biótico, já se relatou a existência de resistência a lepidópteros da família Noctuidae, como fenvarelate a *H. armigera* (Hübner) (Daly & Fisk 1992, 1993, Tan & McCaffery 1999) e de cipermetrina e permetrina a *Heliothis virescens* (Fabricius) (Payne et al., 1988; Elzen et al., 1994).

### 2.3 Vírus entomopatogênico no manejo de *H. armigera*

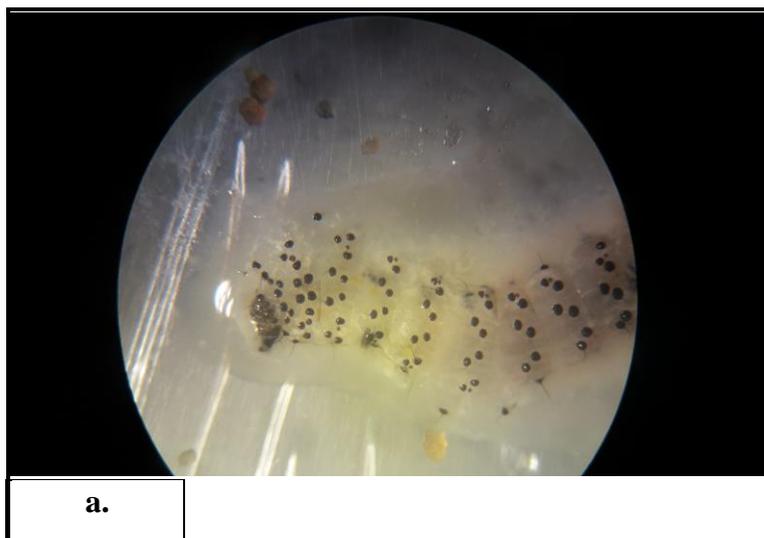
Os vírus de inseto têm sido largamente utilizados em vários países do mundo, objetivando o controle de pragas das lavouras. Comercialmente alguns vírus já vêm formulados ou na forma de macerado de lagartas (Alves et al., 1998). Segundo MARTIGNONI; IWAI (1986) existem mais de 20 grupos de vírus que são patogênicos aos insetos. Dentre estes, os baculovírus são o grupo mais estudado e comum, com maior potencial para serem utilizados como agente de controle biológico de pragas.

Os baculovirus são vírus que apresentam em seu DNA dupla-fita circular habilitadas a infectar, por via oral, o estágio larval de insetos das ordens Lepidoptera (mariposas e borboletas), Hymenoptera (larvas de vespa da família Diprionidae, que agem como lagartas) e Diptera (mosquitos da família Culicidae) (Rohrmann, 2013).

Baculovírus tem seu nome originado do latim *baculo* que significa bastão, por apresentar formato do nucleocapsideo viral (Rohrmann, 2013). Ao longo de um ciclo infectivo completo, os vírus originam dois fenótipos: o primeiro (i) o vírion derivado de oclusão (ODV) sendo encarregado pela infecção oral e está ocluído em um corpo cristalino proteico nomeado de corpo de oclusão (OB) e o segundo (ii) o vírion brotado (BV) responsável pela disseminação da infecção no corpo do inseto hospedeiro (Clem & Passarelli, 2013).

Como bioinseticidas, os baculovirus apresentam desvantagem de ter um longo período entre a infecção até o momento da morte do inseto-alvo, podendo permitir que o mesmo provoque perdas significativas à lavoura antes de sua morte (Alves et al., 1998). A infecção em lepidópteros normalmente se propaga rapidamente para os demais tecidos pelo sistema traqueal (Engelhard et al. 1994).

A principal rota de infecção desse entomopatógeno é pela ingestão de alimento contaminado, com posterior liberação nas células epiteliais do intestino médio por partículas virais (Ribeiro et al., 1999). Devido à ingestão dos poliedros pelos insetos, há o dissolvimento da matriz proteica no intestino médio, ocasionado pelo pH fortemente alcalino (8-11). Por causa da dissolução da matriz proteica, se tem a liberação dos vírions no lúmen digestivo além de as partículas infecciosas invadirem as células epiteliais do intestino médio, promovida por receptores específicos. Os nucleocapsideos são levados ao núcleo, onde libera o seu DNA, dando início ao processo de replicação viral. Os demais tecidos são infectados pela forma não oclusa do vírus produzida pela replicação do vírus. Somente nos estágios finais da infecção viral que a forma oclusa é formada, onde os vírions são “envelopados”, originando os poliedros. Nos últimos estágios ocorre a ruptura das células e diante disso a liberação dos poliedros. É onde ocorre a morte do inseto mediante a liquefação dos tecidos (FEDERICI, 1997, 1999; Alves et al., 1998).



**Figura 6** – *Helicoverpa armigera* morta por vírus (Desenso, 2017).

O início da fase larval mais suscetível à infecção, onde o inseto pode ser contaminado através dos ovos, inimigos naturais, espiráculos, ou mais habitualmente pela via oral. A manifestação dos sintomas e a morte dependem de vários fatores, como condições climáticas, idade do inseto e virulência do isolado (Valicente & Cruz 1991).

Em 1975 nos EUA, foi registrado o VPN de *Heliothis* spp. pela Sandoz Inc., com a marca comercial Elcar, para utilizar na cultura do algodão, onde futuramente, foi registrado para controle de *H. punctigera* e *H. armigera* na Austrália, exibindo eficiência no controle de *Heliothis* em milho, soja, sorgo e tomate (Ignoffo & Couch 1981).

Os Baculovírus podem manter-se latente no interior dos seus hospedeiros, isso ocorre quando o vírus é ingerido em concentrações subletais encontrando-se em estado de dormência sem manifestar os sintomas da doença (Cory e Myers, 2003; Burden et al., 2003). No entanto, no estado de latência o vírus pode ser ativado e iniciar a infecção e ainda podendo continuar latente e ser ou não transmitido aos seus descendentes (Kukan, 1999). Para que as ativações dos vírus ocorram, são necessários fatores estressantes para os hospedeiros, nutrição inadequada, baixas temperaturas, densidade populacional alta e a presença de mais de um patógeno dentro de um mesmo hospedeiro (Fuxa et al., 1999; Takatsuka et al., 2007).

Relata-se que no Brasil a *H. armigera* é vulnerável a ação de inimigos naturais presentes no ambiente (Czepak et al., 2013; Specht et al., 2013). Isso pode induzir a produção de bioinseticida à base de baculovírus, sem a necessidade de fazer a importação de outros isolados (Rollie et al., 2013; Moscardi, 1999). Como exemplo, a Austrália produziu bioinseticida obtido de um isolado local similar ao importado, apresentando melhor desempenho para a mesma espécie de praga (Buerger et al., 2007). Entretanto, os bioinseticidas a base de baculovírus para *H. armigera* tem demonstrado boa eficiência no seu controle em vários países da Europa e Ásia (SUN et al., 2004).

Apesar dos programas desenvolvidos na América do Sul utilizando vírus no controle de pragas apresentarem histórico recente, quando comparado a América do Norte, Europa e na Ásia, tem se obtido consideráveis progressos na região, nos últimos quinze anos (Alves et al., 1998).

O Brasil desenvolveu o maior programa mundial de utilização de vírus para inseto, o programa do uso do VPN da lagarta-da-soja, codinome *Anticarsia gemmatalis* MNPV (AgMNPV), criado a partir de 1977 através do Centro Nacional de Pesquisa da Soja (CNPSo/Embrapa, Londrina-Pr) (Alves et al., 1998).

Segundo Moscardi et al. (2004), houve um rápido crescimento na área tratada de soja utilizando esse vírus no Brasil, cerca de 12% da área cultivada de soja no Brasil, corroborando o sucesso deste método de controle biológico. Esses autores destacam que, este foi o maior programa em nível mundial utilizando vírus de insetos, em termos de área atingida.

#### **2.4 *Bacillus thuringiensis* no manejo de *H. armigera***

*Bacillus thuringiensis* (Bt) é o patógeno mais utilizado no mundo para o controle de insetos, correspondendo a 2% dos inseticidas comercializados (BRAVO et al., 2011). É uma bactéria que tem formato de bastonete, produtora de esporo e durante a esporulação é capaz de produzir inclusões cristalinas, encarregados por sua atividade tóxica (GLARE; O'CALLAGHAM, 2000). Durante a esporulação as inclusões cristalinas produzidas são geralmente espécie-específicas; em contrapartida algumas toxinas portam efeito patogênico em mais de uma espécie de inseto (VAN FRANKENHUYZEN, 2009). Em diversos ambientes podem ser isolados

esporos de *B. thuringiensis*, tais como: rizosfera, solo, água doce, mamíferos insetívoros, crustáceos e anelídeos (RAYMOND et al., 2010).

*B. thuringiensis* pertence à família Bacillaceae, catalase e gram positiva, aeróbia, tendo capacidade de crescer em anaerobiose entre 10 e 45°C (HABIB; ANDRADE, 1998; GLARE; O'CALLAGHAM, 2000; MONNERAT; BRAVO, 2000), sendo quimiotrófica, onde a temperatura ideal para desenvolvimento varia em torno de  $30 \pm 2^\circ\text{C}$  (MORAES; CAPALBO, 1986). Suas células vegetativas apresentam o formato de bastonete, aferindo largura de 1,0 a 2,0  $\mu\text{m}$  por 3,0 a 5,0  $\mu\text{m}$  de comprimento. O desenvolvimento de esporos entre elípticos e cilíndricos ocorrem na célula, em posição central, tendo um esporângio não nitidamente estendido (HABIB; ANDRADE, 1998; GLARE; O'CALLAGHAM, 2000).

Após o inseto ingerir essas inclusões cristalinas, os cristais se solubilizam em pH alcalino no intestino, promovendo a liberação de protoxinas que ao entrar em contato com as enzimas digestivas (proteínases) são transformadas em quatro ou mais polipeptídeos. As toxinas solubilizadas atravessam a membrana peritrófica acoplando-se a receptores específicos das células colunares do intestino médio, nas membranas apicais do inseto, intervindo no balanço osmótico e gradiente iônico da membrana apical, aumentando a permeabilidade da membrana por formar poros, provocando lise celular e desagregação das células do intestino médio por aumentar a absorção de água. Também pode provocar a morte do inseto por inanição devido à interrupção da alimentação pouco tempo após a infecção (COPPING; MENN, 2000; POLANCZYK; ALVES, 2003; RAYMOND et al., 2010).

Em 1901, ocorreu o primeiro relato de bactéria causando doença em insetos, sendo a mesma descrita como uma bactéria esporulante que estava infectando larvas de *Bombyx mori* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Bombycidae), sendo a doença nomeada de "sotto disease bacillus". Em 1991 foi descrita por Berliner após detecção em *Anagasta kuehniella*. Posteriormente a esta descoberta, Berliner homenageando a província de Thuringia na Alemanha, nomeou-a de *Bacillus thuringiensis*. (STEINHAUS, 1961; HEIMPEL; ANGUS, 1963; GLARE; O'CALLAGHAN, 2000).

Em meados de 1950, se teve interesse comercial em desenvolver produtos destinados a controle microbiano de insetos, quando se notou a possibilidade de utilizar e manipular microrganismo em insetos suscetíveis para causarem epizootias,

a velocidades semelhantes àsquelas dos produtos químicos, sem promover danos às espécies benéficas (Alves et al., 1998).

O primeiro produto a base de Bt utilizado no Brasil no cenário agrícola ocorreu na década de 1960, tendo um aumento relevante na pesquisa e utilização a partir de então (CAPALBO et al., 2008). No mercado brasileiro, existem vários produtos à base de *B. thuringiensis*, sendo o Dipel<sup>®</sup>, o mais empregado no controle de inúmeros lepidópteros-praga (GLARE; O'CALLAGHAM, 2000). Além dele, Xentari<sup>®</sup>, Agree<sup>®</sup>, Able<sup>®</sup>, Bactur WP<sup>®</sup>, Bac-Control WP<sup>®</sup>, Bactospeine<sup>®</sup> e Thuricide<sup>®</sup> são produtos comercializados aqui no país (Agrofit, 2016).

Dentre as vantagens do uso deste entomopatógeno destacam-se ter efeito de não poluir o meio ambiente, especificidade sobre o inseto-alvo, ausência de toxicidade as plantas e inocuidade a mamíferos e vertebrados (MONNERAT; BRAVO, 2000; RAMOS, 2008). Produtos à base dessa bactéria no mercado de bioinseticida são os mais utilizados (GLARE; O'CALLAGHAN, 2000) constituindo 53% dos bioinseticidas comercializados mundialmente (CPL BUSINESS CONSULTANTS, 2010).

## 2.5 Interações entre vírus e Bt com inseticidas

As culturas agrícolas vêm sendo cada vez mais exposta a tratamentos intensivos com a utilização de grande quantidade de substancias químicas, compreendendo, inseticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas, fertilizantes e hormônios sintéticos apresentam variações quando interagidos com produtos sintéticos (inertes e ingrediente ativos) em resposta aos agentes de controle biológico, sendo eles predadores, parasitoides ou patógenos (ROSSI-ZALAF et al., 2008).

Um dos fatores mais importantes em se utilizar doses recomendadas dos produtos fitossanitários testados é possibilidade de ocorrer compatibilidade entre os mesmos e com agentes de controle biológico (AGOSTINI et al., 2014), proporcionando a ação conjunta ou sinérgica entre agentes de controle biológicos e químicos.

Dentro do gênero *Bacillus*, o sinergismo pode estar associado com a capacidade de certas espécies dessa bactéria em degradarem ingredientes dos inseticidas e utiliza-los para o seu desenvolvimento (DAS et al., 2003). Sendo assim,

em certos casos, a interação de um produto biológico com um produto químico pode ter maior eficiência quando comparado a um método único no controle de pragas (HARDMAN; GAUL, 1990). Fundamentando-se essa afirmação no princípio em que produto químico convencional é capaz de atuar como um agente estressor, eles podem deixar os mais vulneráveis e susceptíveis a doenças infecciosas, como por exemplo as que são ocasionadas por *B. thuringiensis* (POLANCZYK; ALVES, 2005).

Chen et al. (1974) avaliaram os efeitos de duas preparações comerciais de inseticidas organofosforados e carbamatos em *B. thuringiensis*. Os autores constataram a combinação do *Bt* com o carbaryl em larvas de *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae), foi superior do que quando utilizados sozinhos, provando o efeito sinérgico. Efeitos idênticos foram encontrados por McGaughey (1975), avaliando a compatibilidade entre os fumigantes fosfina e brometo de metila com *B. thuringiensis*, constatando que efeitos adversos na bactéria tiveram somente com o brometo de metila.

Segundo FATHIPOUR; SEDERATIAN (2013) para potencializar o benefício de uma aplicação de inseticida e ainda reduzir a pressão de seleção para o aparecimento de indivíduos resistentes, inseticidas em concentrações baixas podem ser utilizados associados com o controle biológico.

Os vírus também podem ser utilizados em associação com inseticidas. Segundo Moscardi & Sosa-Gomes (1992), a associação de vírus com dosagens reduzidas de inseticidas, é uma estratégia que pode ser utilizada especialmente quando as condições de ocorrência da praga estejam superiores aos limites estabelecidos para sua aplicação isolada.

Silva (1995) avaliou os efeitos de oito preparações comerciais de inseticidas diflubenzurom, carbaril, clorpirifós, endossulfam, permetrina, profenofós, tiodicarbe, e triclorfom associado ao vírus da poliedrose nuclear (VPN), *B. anticarsia*. Onde o autor constata que a combinação do vírus com os inseticidas em larvas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae), foi superior do que quando utilizado sozinho, evidenciando o efeito sinérgico.

Os produtos mais adequados para serem usados no Manejo Integrado de Pragas (MIP) são os que combinam um bom controle de praga com um baixo impacto sobre os inimigos naturais, lançando mão da compatibilidade/seletividade, sendo essa associação, de produtos químicos com o controle biológico, fundamental para o sucesso da agricultura (SANTOS; BUENO; BUENO; 2006).

### 3 REFERÊNCIAS

AGOSTINI, L. T.; DUARTE, R. T.; VOLPE, H. X. L.; AGOSTINI, T. T.; CARVALHO, G. A.; ABRAHÃO, Y. P.; POLANCZYK, R. A. Compatibility among insecticides, acaricides and *Bacillus thuringiensis* used to control *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton fields. **African Journal of Agricultural**, Pretoria, v. 9, n. 11, p. 941-949, 2014.

ALI, A.; CHOUDHURY, R. A. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**, v. 4, n. 1, p. 99-106, 2009.

ALVES, S.B.; ALMEIDA, J.E.M.; MOINO JR., A.; ALVES, L.F.A. Técnicas de laboratório. In: ALVES, S.B. (Ed.) **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. São Paulo: FEALQ, 1998. p.637-712.

ALVES, S. B.; MOINO JÚNIOR, A.; ALMEIDA, J. E. M. Produtos fitossanitários e entomopatógenos. In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 217-238.

ARAÚJO, A. C. **Luta biológica contra *Heliothis armigera* no ecossistema agrícola "tomate de indústria"**. 1990 Dissertação para o Grau de Doutor em Entomologia, Universidade de Évora, Évora, 1990.

ARNÓ, J.; GABARRA, R.; ROIG, J.; FOSCH, T. Integrated pest management for processing tomatoes in the Ebro Delta (Spain). **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 487, n. 1, p. 207-212, 1999.

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

AVILLA, C.; GONZALEZ-ZAMORA, J.E. Monitoring resistance of *Helicoverpa armigera* to different insecticides used in cotton in Spain. **Crop Protection**, Guildford, v.29, p.100-103, 2010.

Bambara, D.O; KAPER. Department of Entomology. 1997. Disponível em: <[http://www.fam.br/microrganismos/t\\_tm\\_controle\\_biologico.html](http://www.fam.br/microrganismos/t_tm_controle_biologico.html)> Acesso em: 21 de novembro de 2016.

BAPTISTA, G. C. de. **Toxicologia alimentar e ambiental de pesticidas**. In: BAPTISTA, G. C.; BAHIA FILHO, O.; TREVIZAN, L. R. P. Análise de resíduos de pesticidas em matrizes agronômicas por métodos cromatográficos. Piracicaba: FEALQ/USP, 2002. p.1-72.

BARBARIYA, P.M.; KABARIA, B.B.; PATEL, V.N.; JOSHI, M.D. Chemical control of gram pod bore *Helicoverpa armigera* Hübner infesting pigeonpea. **Legume Research**, cidade, v.33, n° 3, p.224-226, 2010.

BAYER CROP SCIENCE. Acedido a 29-12-2016 **in:** [http://www.bayercropscience.co.za/crops/Wheat/Wheat\\_bollworm.aspx](http://www.bayercropscience.co.za/crops/Wheat/Wheat_bollworm.aspx) (s/data).

BERLINER, E. Ueber die Schlattsucht der Mehlmottenraupe. Zeitschrift fuer Gesamte Getreidewesenm, v. 25, p. 3.160-3.162, 1911.

BRAR, S. K.; VERMA, M.; TYAGI, R. D.; VALÉRO, J. R. Recent advances in downstream processing and formulations of *Bacillus thuringiensis* based biopesticides. **Process Biochemistry**, v. 41, n. 2, p. 323-342, 2006.

BRAVO, A. et al. *Bacillus thuringiensis*: A story of a successful bioinsecticide. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v.41, p.423-431, 2011.

BOGUS, E.R.; WATSCHKE, T.L.; MUMMA, R.O. Utilization of solid-phase extraction and reversed-phase and ion-pair chromatography in the analysis of seven agrochemicals in water. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 38, p.142-144, 1990.

BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F. **Inimigos naturais das pragas da soja**. In: HOFFMANN-CAMPOS, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Embrapa. Brasília. 2012, p. 493-629.

BUERGER, P.; HAUXWELL, C. AND MURRAY, D. Nucleopolyhedrovirus introduction in Australia. **Virologica Sinica**, v.22, n.2, p.173-179, 2007.

BUILDING, B. M.; ARHABHATA, S. Status of insecticide resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner). **Journal of Central European Agriculture**, Zagreb, v. 8, n. 2, p. 171-182, 2007.

BURDEN, J.P.; NIXON, C.P.; HODGKINSON, A.E.; POSEE, R.D.; SAIT, S.M.; KING, L.A. AND HAILS, R.S. Covert infections as a mechanism for long term persistence of baculoviruses. **Ecology Letters**, v.6, p.524-531, 2003.

CABI & OEPP/EPPO. Data Sheets on Quarantine Pests nº 110, *Helicoverpa armigera* Bulletin OEPP/EPPO: 159-164 (1992).

CAPALBO, D.M.F.; MORAES, I.O.; ARANTES, O.M.N.; REGIS, L.N.; VEGA, O.F-L.; BENINTENDE, G.B.; GUIMARÃES, S.E.; ARRUDA, R.O.M.; MORAES, R.O. Produção de bactérias entomopatogênicas na América Latina. In: ALVES, S.B.; LOPES, R.B. **Controle microbiano de pragas na América Latina**. Piracicaba: FEALQ, 2008. p.239-256.

CHEN, K.S.; FUNKE, B.R.; SCHULZ, J.T.; CARLSON, R.B.; PROSHOLD, F.I. Effect of certain organophosphate and carbamate insecticides on *Bacillus thuringiensis*. **Journal of Economic Entomology**, 67, p. 471-473. 1974

CLEM, R. J. & PASSARELLI, A. L. 2013. Baculoviruses: sophisticated pathogens of insects. PLoS Pathog 9, e1003729.

COPPING, L.G.; MENN, J.J. Review biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. **Pest Management Science**, v. 56, p. 651-676, 2000.

CORTES, A. J. Relatório da actividade do aluno estagiário do curso de Eng. Agrónomo, ISA/UTL, Lisboa (1972).

CORY, J.S. AND MYERS, J.H. The ecology and evolution of insect baculoviruses. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.34, p.239-272, 2003.

CPL BUSINESS CONSULTANTS. **The 2010 worldwide biopesticides market summary**. Walingford: CAB International Centre, 2010. v. 1, p. 1-39.

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

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

DALY, J.C & J.H. FISK. Inheritance of metabolic resistance to the synthetic pyrethroids in Australian *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Bull. Entomol. Res.** v.82, p.5-12, 1992.

DALY, J.C & J.H. FISK. Expression of pyrethroid resistance in adult *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and selective mortality in field populations. **Bull. Entomol. Res.** v.83, p.23-28, 1993.

DAS, A. C.; CHAKRAVARTY, A.; SUKUL, P.; MUKHERJEE, D. Influence and persistence of phorate and carbofuran insecticides on microorganisms in rice field. **Chemosphere**, Kidlington, v. 53, n. 8, p. 1033-1037, 2003.

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

DUCEPT, S. 6 Pattes, les papillons de la Vienne. Disponível em: <http://www.6pattes.fr/index.php?page=Helicoverpa-armigera2012>. Acesso em: 29 de dez. 2016.

ELZEN, G.W., S.H. MARTIN, B.R. LEONARDO & J.B. GRAVES. Inheritance, stability, and reversion of insecticide resistance in tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) field populations. **J. Econ. Entomol.** v.87, p. 551-558, 1994.

ENGELHARD, E. K., L. N. W. KAM-MORGAN, J. O. WASHBURN, & L. E. VOLKMAN. **Proc. Natl.Acad.Sci.** v.91, p.3224-3227, 1994.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Soja. **Ações emergenciais propostas pela Embrapa para o manejo integrado de *Helicoverpa spp.* Em áreas agrícolas.** Brasília, DF, 2013. 19 p.

FAUNA EUROPAEA. Disponível em: [http://www.faunaeur.org/full\\_results.php?id=449072](http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=449072) (2011, 27 Janeiro). Acesso em: 03 de dez. 2016.

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

FEDERICI, B. A. **Baculovirus pathogenesis.** In: MILLER, L. K. (Ed.). The baculoviruses. New York: Plenum Press, 1997. p. 33-59.

FEDERICI, B. A. Naturally occurring baculoviruses for insect pest control. In: HALL, F. R.; MENN, J. J. (Ed.). Methods in biotechnology: biopesticides, use and delivery. Totowa: **Humana Press**, v. 5, p. 301-320, 1999.

FERREIRA, M. R. **Cinética do desenvolvimento de *Heliothis armigera*.** Universidade de Évora, Évora, 75 p. (1989).

FIGUEIREDO, E.; AMARO, F.; GONÇALVES, C.; GODINHO, M.; SALVADO, EVA; ALBANO, S. Lagarta do tomate in AMARO, F. & MEXIA, A. **Proteção integrada em tomate de indústria.** Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas, 2006.

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

FUXA, J.R.; SUN, J.Z.; WEIDNER, E.H. AND LAMOTTE, L.R. Stressors and rearing diseases of *Trichoplusia ni*: evidence of vertical transmission of NPV and CPV. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.74, p.149-155, 1999.

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-SP: FEALQ, 2002. 920p.

GLARE, T. R.; O'CALLAGHAN, M. ***Bacillus thuringiensis*: biology, ecology and safety.** Chichester: John Wiley & Sons, 2000. p. 350.

GUEDES, J.V.C.; ARNEMANN, J.A.; PERINI, C.R., MELO, A. A. *Helicoverpa* veio para ficar e devorar. A Granja, v.1, n.1, 2014.

GUILHERME, L. R. G.; SILVA, M. L. N.; LIMA, J.M. de; RIGITANO, R.L.O. Contaminação de microbacia hidrográfica pelo uso de pesticidas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n. 207, p.40-50, nov./dez. 2000.

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.

HABIB, M. E. M.; ANDRADE, C. E. S. Bactérias entomopatogênicas. In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 383-446.

HARDMAN, J. M.; GAUL, S. O. Mixtures of *Bacillus thuringiensis* and pyrethroids control winter moth (Lepidoptera: Geometridae) in orchards without causing outbreaks of mites. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, n. 3, p. 920-936, 1990.

HARDWICK, D. The corn earworm complex. **Memories Entomology Society**, v. 40, p. 246, 1965.

HEIMPEL, A. M.; ANGUS, T. A. Diseases caused by certain spore-forming bacteria. In: STEINHAUS, E. A. **Insect pathology: an advanced treatise**. New York: Academic Press, p. 21-73, 1963.

Ignoffo, C. M, & T.L. Couch. The nucleopolyhedrosis virus of *Heliothis* species as a microbial insecticide, p.329-362. In H. D. Burges (ed.), **Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980**. New York, Academic Press, 949p. 1981.

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, p.239-245, 2005.

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

KUKAN, B. Minireview. Vertical Transmission of Nucleopolyhedrovirus in Insects. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.74, p.103-111, 1999.

LAMMERS, J. & MACLEOD, A. Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hbn). **Plant Protection Service (NL) and Central Science laboratory (UK)**, v. 18, 2007.

LEE-JOON, I. K.; KIM-YONG, G. Effect of sublethal doses of chlorpyrifos-metyl on the following generation of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hubner). **Korean Journal of Applied Entomology**, Suwon, v. 36, n. 3, p. 277-282, Sept. 1997.

MAHDAVI, V.; SABER, M.; RAFIEE-DASTJERDI, H.; MEHRVAR, A. Comparative study of the population level effects of carbaryl and abamectin on larval ectoparasitoid *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). **BioControl**, Dordrecht, v.56, p.823-830, 2011.

MARTIGNONI, M. E.; IWAI, P. J. **A catalogue of viral diseases of insects, mites, and ticks**. 4. ed. Portland: USDA, 1986. 51 p. (USDA. Forest Service, Pacific Northwest Research Station, General Technical Report. PNW-195).

MARTINS, F. Curvas de voo e evolução do ataque da lagarta do tomate *Heliothis armigera* Hbn. **I Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas**, 1: 160-165, 1990a.

MATTHEWS, M. **Heliothinae moths of Australia: a guide to pest bollworms and related noctuid groups**. Melbourne: CSIRO, 1999. p. 320

MENSAH, R. K. Supresssion 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.

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, p.1068-1084, 2010.

MONNERAT, R. G.; BRAVO, A. Proteínas bioinseticidas produzidas pela bactéria *Bacillus thuringiensis*: modo de ação e resistência. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Ed.). **Controle biológico**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p. 163-200.

MORAES, I. O.; CAPALBO, D. M. F. Produção de bactérias entomopatogênicas. In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: Manole, 1986. p. 127-170.

MOSCARDI, F. **An overview of the program for use of nucleopolyhedrovirus of *Anticarsia gemmatalis* in soybean and recent achievements to improve the program**. In: World Soybean Research Conference, 8 ; Internacional Soybean Processing and Utilization Conference, 4; Congresso Brasileiro de Soja, 3. Londrina; Embrapa Soja, p. 52, 2004.

MOSCARDI, F. Assessment of the application of baculoviruses for control of Lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, v.44, p.257-289, 1999.

MOSCARDI, F.; D. R. SOSA-GÓMEZ. 1992. **Use of viruses against soybean caterpillars in Brazil**, p.98-109. In L.G. Copping, M.B. Green & R.T. Rees (eds.), *Pest management in soybean*. London, Elsevier Applied Science, 369 p.

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, 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, p.25-40, 2009b.

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

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.

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, p.1545-1547, 2007.

OEPP – European and Mediterranean Plant Protection Organization. PQR 5, Standart Program Database of quarantine pests. Disponível em: <http://eppo.int/DATABASES/pqr/pqr.htm> 2008. Acesso em: 03 abril de 2016.

ONOFRE, S.B.; MINIUK, C.M.; BARROS, N.M.; AZEVEDO, J.L. Growth and sporulation of *Metarhizium flavoviride* var. *flavoviride* on culture media and lighting regimes. **Scientia Agricola**, v. 58, p. 613-616, 2001.

PAYNE, G.T., R.G. BLENK & T.M. BROWN. Inheritance of permethrin resistance in the tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae). **J. Econ. Entomol.** v.81, p.65-73. 1988.

PAWAR, C. S.; BHATNAGAR, V. S.; JADHAV, D. R. Heliothis species and their natural enemies, with their potential for biological control. **Proceedings Indian Academy of Sciences**, v. 95, p. 695-703, 1986.

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

PIUBELLI, G.C.; HOFFMAN-CAMO, C.B.; MOSCARDI, F.; MIYAKUBO, S.H.; OLIVEIRA, M. C. N. Are chemical compounds important for soybean resistance to *Anticarsia gemmatalis*? **Journal of Chemical Ecology**. 2005.

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**, College Park, v. 97, n. 6, p. 1222-1226, 2004.

POLANCZYK, R.; ALVES, S. *Bacillus thuringiensis*: uma breve revisão. **Agrociencia**, México, v.7, n.2, p. 1-10, 2003.

POLANCZYK, R. A.; ALVES, S. B. Interação entre *Bacillus thuringiensis* e outros entomopatógenos no controle de *Spodoptera frugiperda*. **Manejo Integrado de Plagas**, Turrialba, n. 74, p. 24-33, 2005. Disponível em: <<http://www.sidalc.net/repdoc/A2150P/A2150P.PDF>>. Acesso em: 02 fev. 2017.

POSSEE, R. D. **Viral approaches for insect control**, p.99-112. In L. Kim (ed.), *Advanced engineered pesticides*. New York, Marcel Dekker, 430p. 1993.

RACKE, K.D. Environmental fate of chlorpyrifos. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v.131, p.1-154, 1993.

RAFIEE-DASTJERDI, H.; HEJAZI, M.J.; NOURI-GANBALANI, G.; SABER, M. Toxicity of some biorational and conventional insecticides to cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and its ectoparasitoid, *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Entomological Society of Iran**, v.28, p.27-37, 2008.

RAMOS, F. R. **Avaliação a campo de uma estirpe de *Bacillus thuringiensis* tóxica à lepidoptera e seu possível efeito adverso sobre espécies não-alvo**. 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

RAYMOND, B. *Bacillus thuringiensis*: an impotent pathogen? **Trends in Microbiology**, v. 18, n.5, p. 189-194, 2010.

REED, W. *Heliothis armigera* (Hubner) (Noctuidae) in western Tanganyika: II. Ecology and natural and chemical control. **Bulletin of Entomological Research**, v. 56, n. 1, p. 127-140, 1965.

RIBEIRO, C; DUVIC, B; OLIVEIRA, P. Insect immunity – effects of factors produced by a nematobacterial complex In immunocompetent cells. **Journal of Insect Physiology**, v.45, p. 677-685, 1999.

ROHRMANN, G. F. *Baculovirus Molecular Biology*. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information (US). Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK49500/2013>. Acesso em: 17 jan. 2017.

ROLLIE, J.C.; PASSARELLI, A.L. AND RICHARD, C. Baculoviruses: sophisticated pathogens of insects. **Plos Pathogens**, v.9, n.11, 2013.

ROSSI-ZALAF, L. S.; ALVES, S. B.; LOPES, R. B.; SILVEIRA NETO, S.; TANZINI, M. R. Interação de micro-organismo com outros agentes de controle de pragas e doenças. In: ALVES, S. B.; LOPES, R. B. (Ed.). **Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios**. Piracicaba: FEALQ, 2008. p. 279–302.

SANTOS, A.C.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F. Seletividade de defensivos agrícolas aos inimigos naturais. In: PINTO, A.S.; NAVA, D.E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D.T. **Controle biológico de pragas: na prática**. Piracicaba: CP 2, 2006. p.221-227.

SHARMA, P. K.; KUMAR, U.; VYAS, S.; SHARMA, S.; SHRIVASTAVA, S. Monitoring of *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) through pheromone traps in chickpea (*Cicer arietinum*) crop and influence of some abiotic factors on insect population. **Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology**, v. 5, n. 5, p. 44-46, 2012.

SHARMA, H. C.; DHILLON, M. K.; ARORA, R. Effects of *Bacillus thuringiensis*  $\delta$  - 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, L.D., OMOTO, C.; BLEICHER, E.; DOURADO, P.M. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 116-125, 2009.

SILVA, MAURO TADEU BRAGA DA. Associação de *Baculovirus anticarsia* com subdosagens de inseticidas no controle de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818). **Cienc. Rural**, v.25, n.3, p.353-358, 1995.

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

SPECHT, A., SOSA-GÓMEZ, D.R., DE PAULA-MORAES S.V., AND SILVIA, Y. 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, p.689-692, 2013.

STEINHAUS, E. A. On the correct author of *Bacillus sotto*. **Journal of Insect Pathology**, New York, v. 3, p. 97-100, 1961.

SUN, X.; WANG, H.; SUN, X.; CHEN, X.; PENG, C.; PAN, D. Biological activity and field efficacy of a genetically modified *Helicoverpa armigera* SNPV expressing an insect-selective toxin from a chimeric promoter. **Biological Control**, v. 29, n. 1, p. 124-137, 2004.

SYNGENTA CROP PROTECTION. in: [http://www.syngenta.com/country/pt/pt/culturas/problemas/tomate/Pages/Lagartas.aspx\(s/data\)](http://www.syngenta.com/country/pt/pt/culturas/problemas/tomate/Pages/Lagartas.aspx(s/data)). Acesso em: 28 dez. 2016.

TAKATSUKA, J.; OKUNO, S.; ISHII, T.; NAKAI, M. AND KUNIMI, Y. Host range of two multiple nucleopolyhedroviruses isolated from *Spodoptera litura*. **Biological Control**, v.41, p.264-271, 2007.

TAN, J.G. & A.R. MCCAFFERY. Expression and inheritance of nerve insensitivity resistance in larvae of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) from China. **Pestic. Sci.** v,55, n. 617, p.625. 1999.

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

TOGUEBAYE & COUILLOUD, R. Étude descriptive de l'oeuf et des stade larvaires de *Heliothis armigera* (Hbn, 1908) (Lepidopeta, Noctuidae) en microscopie électronique à balayage, **Cot. Fib. Trop.**, v. 37 n.2 p.197-201, 1982.

UNSWORTHS, J. History of pesticide use. IUPAC (International Union of pure and applied chemistry). Disponível em: <http://agrochemicals.iupac.org/> (2010, 10 Maio). Acesso em: 21 nov. 2016.

VAN FRANKENHUYZEN, K. Insecticidal activity of *Bacillus thuringiensis* crystal proteins. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.101, n.01, p.1-16, 2009.

VALICENTE, FH; CRUZ, I. **Controle biológico da lagarta-docartucho, *Spodoptera frugiperda*, com o baculovírus**. Sete Lagoas: Embrapa. 23 p. (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 15), 1991.

W. H. MC GAUGHEY . Compatibility of *Bacillus thuringiensis* and granulosis virus treatments of stored grain with four grain fumigants. **J. invert. Path.** v.26, p. 247–250. 1975

YAMAMOTO, P.T; BASSANEZI, R.B. Seletividade de produtos fitossanitários aos inimigos naturais de pragas dos citros. **Revista Laranja**, v.24, p.353-382, 2003.

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

## **CAPÍTULO 1 – ASSOCIAÇÃO DE INSETICIDA SINTÉTICO COM VÍRUS E BACTÉRIA ENTOMOPATOGÊNICOS NO MANEJO DE *HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).**

### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar a eficácia da associação de inseticida sintético com vírus e bactéria entomopatogênicos, aplicados isolados e conjuntamente em diferentes doses, no controle de *Helicoverpa armigera*. Foi utilizado inseticida à base de Clorpirifós (em dose cheia e meia dose) e os produtos biológicos a base de vírus (VPN-HzSNPV) e bactéria (*Bacillus thuringiensis*). A testemunha foi constituída pela aplicação de água destilada esterilizada. Realizou-se o experimento em delineamento inteiramente casualizado com 8 tratamentos, testemunha, vírus, vírus + inseticida em meia dose, vírus + inseticida em dose cheia, bactéria, bactéria + inseticida meia dose, bactéria + inseticida em dose cheia e inseticida em dose cheia, cada um composto por 10 repetições contendo 5 insetos. Todos os tratamentos foram pulverizados sobre dieta artificial utilizando torre de Potter. Avaliou-se a mortalidade total e a corrigida. Verificou-se que o inseticida sozinho proporcionou o melhor desempenho com 100% de eficiência. Vírus sozinho foi o tratamento que proporcionou menor eficiência e em seguida a bactéria. Porém, ao serem misturados com o inseticida, houve efeito sinérgico, sem diferenças significativas entre o inseticida utilizado em meia dose ou dose cheia.

**PALAVRAS-CHAVE:** lagarta, controle químico, controle microbiano.

**CHAPTER 1 - ASSOCIATION OF SYNTHETIC INSECTICIDE WITH ENTOMOPATHOGENIC VIRUS AND BACTERIA IN THE MANAGEMENT OF *HELICOVERPA ARMIGERA* (HÜBNER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).**

**ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the efficacy of the combination of synthetic insecticide with virus and entomopathogenic bacteria, applied alone and together in different doses, in the control of *Helicoverpa armigera*. Chlorpyrifos insecticide (full dose and half dose) and virus-based biological products (VPN-HzSNPV) and bacterium (*Bacillus thuringiensis*) were used. The control was constituted by the application of sterile distilled water. The experiment was conducted in a completely randomized design with 8 treatments, control, virus, virus + insecticide in half dose, virus + insecticide in full dose, bacterium, bacterium + half dose insecticide, bacterium + insecticide in full dose and insecticide in full dose, each composed of 10 replicates containing 5 insects. All treatments were sprayed on artificial diet using Potter's tower. The total and corrected mortality were evaluated. It was found that the insecticide alone provided the best performance with 100% efficiency. Virus alone was the treatment that provided less efficiency and then the bacteria. However, when mixed with the insecticide, there was a synergistic effect, without significant differences between the insecticide used in half dose or full dose.

**KEYWORDS:** caterpillar, chemical control, microbial control.

## 1. INTRODUÇÃO

*Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada como uma das pragas mais importantes do sistema agrícola mundial, devido a sua ampla distribuição geográfica e polifagia (Cunningham e Zalucki, 2014). Foi mencionada nas Américas pela primeira vez em 2013, no Brasil, nos Estados de Goiás, Bahia, Paraná e Mato Grosso (Czepak et al., 2013; Specht et al., 2013; Tay et al., 2013) e, posteriormente, no Paraguai (Senave, 2013) e Argentina (Murúa et al., 2014).

Seus ataques foram registrados em várias plantas hospedeiras, totalizando mais de 100 espécies, incluindo culturas de interesse econômico (PAWAR et al., 1986; FITT, 1989; POGUE, 2004; ALI; CHOUDHURY, 2009). Suas lagartas são extremamente vorazes, atacando estruturas vegetativas e reprodutivas da planta, como os cotilédones, flores, folha e frutos (Jhonson & Zalucki, 2005).

Esse lepidóptero é uma praga-chave que apresenta capacidade de migração de até 1.000 Km (Pedgley, 1985), alta capacidade reprodutiva (Naseri et al., 2009a, 2009b) e ainda conseguir sobreviver em condições adversas (Karim, 2000; Mironidis et al., 2010).

Em quase todos os Estados do Brasil a *H. armigera* encontra-se disseminada nas principais regiões produtoras do país (Tay et al., 2013). No Cerrado foi relatada atacando diversas culturas, principalmente soja e algodão (Ávila et al. 2013, Czepak et al. 2013a, Specht et al. 2013).

O controle químico é um dos principais métodos de controle utilizado para manejar as populações de pragas, mas seu uso em excesso é ecologicamente nocivo e proporciona a seleção de insetos resistentes, além de possíveis efeitos negativos sobre os inimigos naturais (PIUBELLI et al., 2005). A inclusão do controle biológico como parte do Manejo Integrado de Pragas (MIP) reduz os possíveis riscos ambientais, legais e públicos que os produtos químicos podem proporcionar (BAMBARA e KAPER, 1997).

Vários estudos vêm sendo realizados no âmbito do controle biológico de lagartas com bactérias, fungos e vírus entomopatogênicos (BUENO et al., 2012). Os vírus são usados no Brasil no controle de lagartas associadas aos cultivos de soja, milho, mandioca, batata, frutíferas e hortaliças, gerando benefícios econômicos e ambientais ao ambiente rural e ao consumidor final (Tanada & Kaya 1993). O grupo

dos Baculovirus é um dos mais utilizados, destacando o vírus da poliedrose nuclear (SOSA-GÓMEZ *et al.*, 2008), que pode infectar várias espécies de insetos, pertencentes a diferentes ordens de insetos como Lepidoptera, Coleoptera e Diptera (Possee 1993, Tanada & Kaya 1993).

*Bacillus thuringiensis* é empregada há mais de 70 anos no controle biológico de insetos-praga, tendo vários benefícios como a ação específica sobre a praga-alvo (MONNERAT; BRAVO, 2000; RAMOS, 2008). Os bioinseticidas que contém essa bactéria são os mais empregados (GLARE; O'CALLAGHAN, 2000; BRAR *et al.*, 2006) e equivalem a 53% dos bioinseticidas comercializados no mundo (CPL BUSINESS CONSULTANTS, 2010).

Atualmente o agricultor tem realizado misturas de produtos biológicos e inseticidas, sem critérios técnicos, tentando conseguir ação sinérgica dos mesmos no controle de pragas. Porém, da maneira como o processo é feito, não é possível verificar esse efeito, e nem verificar algum possível efeito antagônico. De acordo com FATHIPOUR; SEDERATIAN (2013), para a potencialização de benefício de uma aplicação de inseticida e ainda a possibilidade de redução da pressão de seleção de indivíduos resistentes, inseticidas em concentrações baixas podem ser utilizados associado com o controle biológico.

A utilização associada de produtos fitossanitários e agentes entomopatogênicos para o controle de pragas é capaz de auxiliar na redução da sua população e incidência, devido à presença de substâncias que estão contidos nos produtos fitossanitários que conseguem atuar como estressantes ou ativadores, favorecendo então a infecção por microrganismos que realizam o controle biológico de pragas (POLANCZYK & ALVES, 2005). Essa situação se verifica quando os inseticidas são seletivos ou compatíveis. A seletividade/compatibilidade nos programas de MIP é um conceito importante no momento da escolha do inseticida ou da maneira de aplicá-lo, para preservar os inimigos naturais, espécies inofensivas à cultura e outros organismos benéficos que convivem no agroecossistema, como microrganismos que são utilizados no controle da população de insetos que causam danos econômicos nas culturas, na intenção de minimizar os prejuízos ocasionados por eles (ONOFRE *et al.*, 2001; YAMAMOTO & BASSANEZI, 2003; SILVA *et al.*, 2009).

Sendo assim, este trabalho objetivou avaliar a eficácia da associação de inseticida sintético com vírus e com bactéria entomopatogênicos no controle de *H. armigera*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), localizado no município de Chapadão do Sul-MS.

Para a realização do experimento foram utilizadas lagartas de *H. armigera* com tamanho entre 0,8 e 1,0 cm, as quais foram individualizadas em placas de Petri de 9,0 cm de diâmetro, alimentadas com dieta artificial adaptada de Grenne et al. (1976).

Como tratamentos foram utilizados vírus da poliedrose nuclear VPN-HzSNPV, (Armigem<sup>®</sup>), o inseticida Klorpan<sup>®</sup> 480 EC (Clorpirifós), a bactéria *Bacillus thuringiensis*, subsp. *Aizawai* (Xentari<sup>®</sup>), além da testemunha (água destilada esterelizada) (Tabela 3), nas doses médias recomendadas para cultura da soja e com volume de calda de 150 L/ha.

Os tratamentos foram aplicados com o auxílio da torre de Potter regulada à pressão de 15 lb/pol<sup>2</sup> sendo aplicado 2,0 mL sobre um cubo de dieta artificial com aproximadamente 1,0 × 1,0 × 1,0 cm, a qual foi fornecida imediatamente as lagartas. A manutenção das placas de Petri (troca da dieta e limpeza para retirada de fezes) foi realizada a cada 3 dias. Após a aplicação dos tratamentos e durante todo o bioensaio as lagartas foram mantidas em câmara climatizada tipo BOD a temperatura de 25 ± 1 °C, UR 70 ± 10% e fotofase de 12 horas.

Após a aplicação dos tratamentos as avaliações foram realizadas a cada 24 horas, anotando-se o número de lagartas mortas. O bioensaio foi conduzido até que todas as lagartas morressem ou passassem para o estágio de pupa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos, cada um composto por 10 repetições contendo 5 insetos. Avaliou-se a eficiência de cada tratamento através da fórmula de Abbott (Abbott, 1925). Após esse cálculo os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de agrupamento de médias de Scott-Knott. Para a análise, os dados de mortalidade foram transformados em  $\text{arsen}(x/100)^{1/2}$ .

**Tabela 3.** Tratamento (inseticida, classe e dose) utilizados no ensaio de controle de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae).

Tratamento	Classe	Dose média*
Testemunha	—	—
Armigem <sup>®</sup>	Inseticida biológico (vírus entomopatogenico)	150 mL
Armigem <sup>®</sup> + Klorpan <sup>®</sup> (meia dose)	Inseticida biológico + inseticida (organofosforado)	150 mL + 500 mL
Armigem <sup>®</sup> + Klorpan <sup>®</sup> (dose cheia)		150 mL + 1000 mL
Klorpan <sup>®</sup> (dose cheia)	Inseticida (organofosforado)	1000 mL
Xentari <sup>®</sup>	Inseticida biológico	750 gr
Xentari <sup>®</sup> + Klorpan <sup>®</sup> (meia dose)	Inseticida biológico (bactéria entomopatogênica) + Inseticida (organofosforado)	750 gr + 500 mL
Xentari <sup>®</sup> + Klorpan <sup>®</sup> (meia dose)		750 gr + 1000 mL

\* Dose média recomendada pelo fabricante para cultura da soja (Agrofit, 2016)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se incremento nas taxas de mortalidade em função dos tratamentos fitossanitários utilizados, destacando-se Klorpan<sup>®</sup>, em dose cheia, o qual proporcionou a melhor performance com 100% de eficiência, sendo superior a todos os tratamentos utilizados (Tabela 4). Esse resultado pode ter ocorrido, provavelmente, devido ao modo de ação do inseticida que inibi a ação da enzima acetilcolinesterase, tendo efeitos algumas horas ou dias após a sua aplicação (GALLO et al., 2002).

**Tabela 4.** Mortalidade (%) de lagartas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) exposta aos diferentes tratamentos. Chapadão do Sul-MS, 2017.

Tratamento	Mortalidade Total	Mortalidade Corrigida
Testemunha	2,0 ± 1,33 e	---
Klorpan <sup>®</sup>	100,0 ± 0,00 a	100,0 ± 0,00 a
Xentari <sup>®</sup>	54,0 ± 3,26 c	54,0 ± 3,11 c
Xentari <sup>®</sup> + Klorpan <sup>®</sup> (meia dose)	92,0 ± 3,15 a	91,8 ± 3,33 a
Xentari <sup>®</sup> + Klorpan <sup>®</sup> (dose cheia)	94,0 ± 3,05 a	93,9 ± 3,11 a
Armigem <sup>®</sup>	44,0 ± 3,59 d	42,9 ± 3,66 d
Armigem <sup>®</sup> + Klorpan <sup>®</sup> (meia dose)	82,0 ± 5,53 b	81,6 ± 5,64 b
Armigem <sup>®</sup> + Klorpan <sup>®</sup> (dose cheia)	86,0 ± 4,26 b	85,7 ± 4,35 b
CV (%)	15,72	14,90

O desempenho dos bioinseticidas utilizados de forma isolada foi significativamente inferior aos demais tratamentos fitossanitários testados e o Armigem<sup>®</sup> proporcionou menor eficiência em relação ao Xentari<sup>®</sup> (Tabela 4).

Uma possível explicação para as diferenças verificadas nas performances individuais entre o vírus e a bactéria pode estar na capacidade de consumo e, por conseguinte, na quantidade de partículas virais ou esporos bacterianos ingeridos pelas lagartas em diferentes estádios de desenvolvimento, como sugerido por Vicente; Cruz (1991) que além da quantidade de propágulos do entomopatógeno ingeridos também sugere a interferência do instar em que ocorreu a infecção devido ao pH intestinal ser mais susceptível, virulência e as condições climáticas durante o tempo de infecção do inseto. Além de que as lagartas receberam a aplicação dos

produtos apenas uma única vez, podendo não ser o suficiente para sua infecção e consequentemente leva-las a morte.

Trabalhando com os produtos Dipel WG (*Bacillus thuringiensis*) e Gemstar (vírus HzSNPV) Kuss et al. (2016) verificaram que lagartas de segundo instar de *H. armigera* alimentadas com folhas de soja tratadas com os produtos citados apresentaram baixas taxas de mortalidade (máximo de 30% para o vírus e de 40% para a bactéria), após 8 dias da exposição. Quando lagartas de quarto instar foram expostas da mesma forma aos mesmos tratamentos, as taxas de mortalidade elevaram-se, 75% para o vírus e 80% para a bactéria.

Ao se avaliar o efeito do Klorpan® misturado aos bioinseticidas sobre a mortalidade dos insetos, verificou-se incremento significativo na eficiência onde todos proporcionaram valores acima de 80%, com possível efeito sinérgico. A mistura contendo Xentari® proporcionou resultados superiores a mistura contendo Armigem® (Tabela 4). O incremento na eficiência verificado para a menor dose de Klorpan® foi de 38,0%, independente do inseticida biológico, e para a maior dose foi de 40,0 a 42,0% para o Armigem® e o Xentari®, respectivamente. Para cada um dos bioinseticidas, isoladamente, não houve incremento significativo na eficiência observada em relação a dose de Klorpan® utilizada (Tabela 4).

De acordo com FATHIPOUR; SEDERATIAN (2013), para potencializar os benefícios de uma aplicação de inseticida e ainda reduzir a pressão para seleção da resistência aos produtos fitossanitários, deve-se associar inseticidas em concentrações baixas com o controle biológico. Segundo Alves (1998) o uso de produtos biológicos e inseticidas sintéticos (em subdosagem) pode ser simultâneo, objetivando a ação sinérgica, tendo como benefícios além do controle, a redução nas superdosagens de produtos químicos.

Pereira et al. (1998) relatam que inseticidas químicos têm sido empregados em dosagens baixas para causar estresse em população de pragas, fazendo com que fiquem mais vulneráveis à ação dos entomopatógenos. Georghiou (1986) e Omoto (2000) enfatizaram que o ataque múltiplo, ou seja, a associação de dois ou mais produtos em mistura ou em rotação, proporciona decréscimo na seleção da resistência dos insetos a uma classe de inseticida, quando se utiliza outro agente de controle simultaneamente.

Silva (1995) relatou a eficiência da associação de vírus à subdosagens de clorpirifós no manejo de *Anticarsia gemmatalis* (HÜBNER, 1818) de 89%, sete dias

após a aplicação, podendo também ter ocorrido devido ao estresse (devido pela ação tóxica do químico ao sistema nervoso) causado pelo inseticida e devido ao vírus reduzir consumo das lagartas. Os Baculovírus podem manter-se latentes no interior dos seus hospedeiros, sem manifestar os sintomas da doença (Cory e Myers, 2003; Burden et al., 2003). No entanto, no estado de latência o vírus pode ser ativado e iniciar a infecção (Kukan, 1999) através de fatores estressantes para os hospedeiros, como sugerido por Fuxa et al. (1999) e Takatsuka et al. (2007).

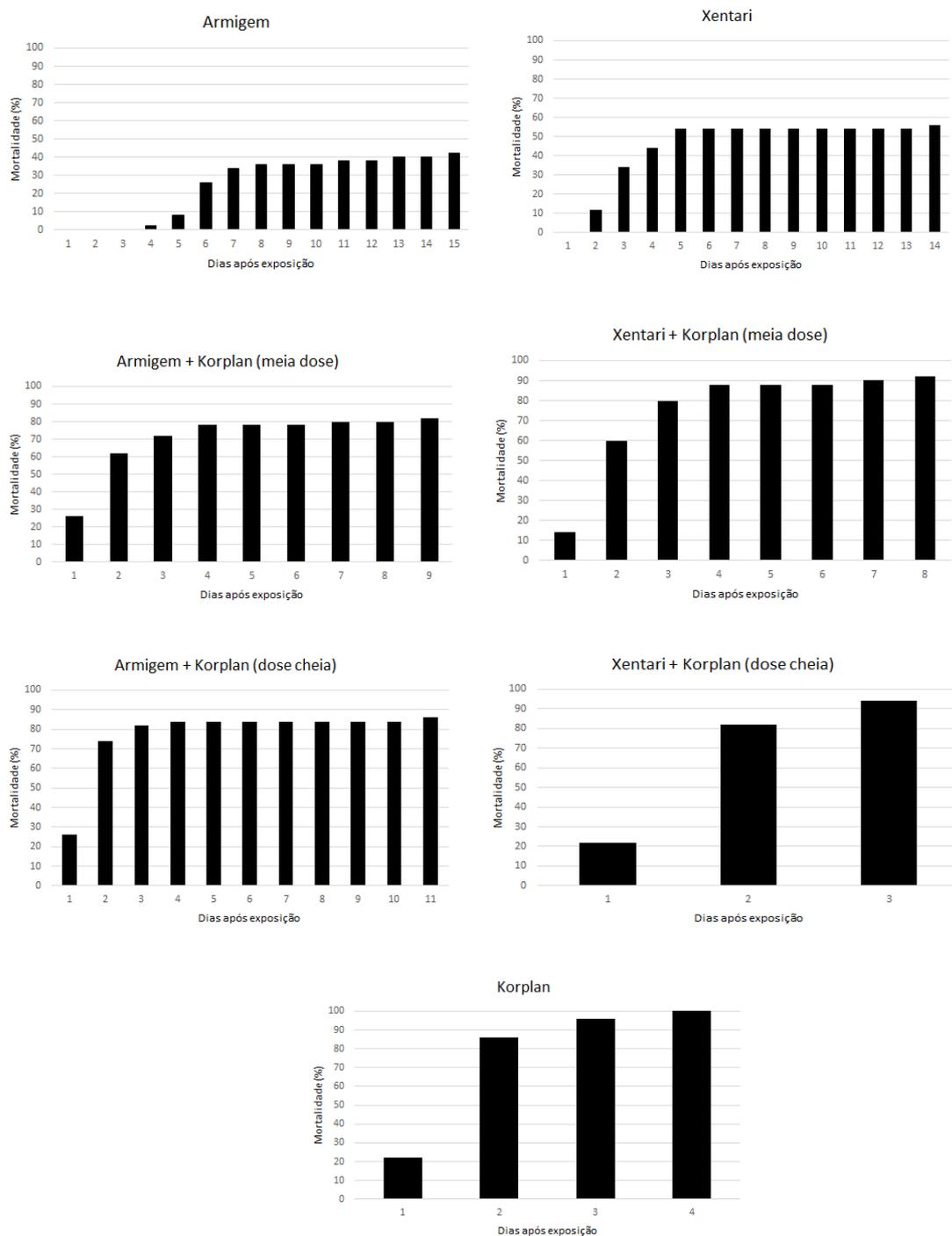
Schuster e Rohde (2012) relataram a eficiência da associação da bactéria *Bacillus thuringiensis* a subdosagens de inseticida Lufeneron no manejo de *Anticarsia gemmatilis* (HÜBNER, 1818) de 75,81% 12 dias após a aplicação, enquanto que a bactéria sozinha apresentou 50% de eficiência nesse mesmo período, evidenciando o sinergismo. Dentro do gênero *Bacillus*, existe a possibilidade de certas espécies dessa bactéria em degradar ingredientes de inseticidas e usa-los para se desenvolver (DAS et al., 2003). Desta forma, em certos casos, a associação de um produto biológico e um químico pode apresentar maior eficiência em comparação com apenas um único método de controle de pragas (HARDMAN; GAUL, 1990). Além disso, também verifica-se o produto químico convencional pode agir como um agente estressor, deixando os insetos mais vulneráveis e susceptíveis a doenças infecciosas, como exemplo as que são ocasionadas por *B. thuringiensis* (POLANCZYK; ALVES, 2005).

Verificou-se variação no tempo de resposta de cada tratamento fitossanitário, de 3 a 15 dias. Com relação ao início do efeito dos produtos fitossanitários sobre as lagartas, aqueles compostos pela bactéria e vírus utilizados isoladamente proporcionaram morte das primeiras lagartas a partir do segundo e quarto dia após a aplicação, respectivamente (Figura 7).

No tratamento com o *Bt*, a mortalidade acumulada atingiu o máximo de 55%, 5 dias de exposição das lagartas, sem aumentar com o passar do tempo, o que indica que sua máxima eficiência foi definida poucos dias após a aplicação (Figura 7). Isso está relacionado ao seu mecanismo de ação, que agride o epitélio intestinal, interrompendo a alimentação da lagarta em poucas horas após o início da exposição, evoluindo para infecção generalizada e morte das lagartas em poucos dias (Bueno et al., 2012).

No tratamento com Baculovírus foi observada mortalidade acumulada de 35% após 8 dias de exposição, aumentando para 42% ao 15º dia (Figura 7), o que se

deve principalmente à sua forma de atuação, que é dependente da infecção de células de epitélio intestinal e consiste em um processo de multiplicação viral que



**Figura 7:** Mortalidade diária acumulada (%) de lagartas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) após a aplicação dos inseticidas sintético e biológicos. Chapadão do Sul-MS, 2017.

evolui para a morte da lagarta em torno de 7 dias depois da aplicação do inseticida biológico (Bueno et al., 2012).

Kuss et al. (2016), expondo *H. armigera* ao Bt e vírus obtiveram 60% e 75% de mortalidade acumulada aos 3 e 8 dias após a exposição de lagartas do 4º instar, respectivamente.

Vale ressaltar que tanto para o *Bt* como o Baculovírus, em condições de campo, os mesmos podem ser redistribuídos e reinoculados principalmente no ambiente através dos propágulos gerados por lagartas mortas (Praça et al., 2006). Além de ter o fato de que predadores podem colaborar também nesse processo, excretando o vírus infectivo quando se alimentam de lagartas infectadas (Young & Yearian, 1987), podendo proporcionar superioridade no período residual desses agentes em comparação as condições desse experimento.

As diferentes velocidades de resposta verificadas nesse bioensaio darão subsídio ao melhor posicionamento dos tratamentos fitossanitários, levando-se em consideração a densidade de insetos praga presentes (maior densidade, necessidade de redução rápida da população, menor densidade possibilidade de redução mais lenta da população), a redução na pressão de seleção de indivíduos resistentes a inseticidas e a possibilidade de seletividade ecológica, quando da utilização de subdoses de inseticidas.

Em função dos resultados obtidos e daqueles disponíveis na literatura, talvez haja necessidade da reavaliação do vírus e bactéria para o manejo da *H. armigera*, em relação à dose ou a idade da lagarta, com vistas a maximizar o controle exercido por esse importante agente de controle, além de novas pesquisas com outros inseticidas visando sua utilização conjunta com esses entomopatógenos.

No controle de pragas, os microrganismos entomopatogênicos raramente devem ser considerados isoladamente (Gallo et al., 2002). Em relação ao controle biológico, deve-se observar os níveis populacionais da *H. armigera*. Além de se observar as dosagens recomendadas dos inseticidas, sem empregar superdosagens ou subdosagens, já que pode reduzir a eficiência de controle, além de cooperar na seleção de populações resistentes dos inseticidas utilizado. Diversas aplicações em uma dosagem média normalmente apresenta mais eficiência quando comparado a uma única aplicação em superdosagem. Preconiza-se o uso de rotação de

inseticidas de diferentes mecanismos de ação afim de prevenir seleções de populações resistentes (EMBRAPA, 2013c).

#### 4 CONCLUSÕES

O inseticida Klorpan® proporcionou maior mortalidade de *H. armigera*.

A associação de Klorpan® com os bioinseticidas Xentari® e Armigem® proporcionou incremento significativo na taxa de mortalidade (independente da dose), quando comparado aos bioinseticidas sem mistura, evidenciando possível ação sinérgica.

Os bioinseticidas proporcionaram as menores taxas de mortalidade, observando-se melhor resultado para o Xentari®.

## REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, v.18, n.1, p. 265-267, 1925.
- ALI, A.; CHOUDHURY, R. A. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. *Tunisian journal of plant protection*, v.4, n.1, p. 99-106, 2009.
- ALVES, S. B. **Controle Microbiano de Insetos**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. 1163p.
- ÁVILA, C. J.; VIVAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. Dourados: Embrapa, 2013. **(Circular técnica, 23)**. 2013.
- Bambara, D.O; KAPER. Department of Entomology. 1997. Disponível em: <[http://www.fam.br/microrganismos/t\\_tm\\_controle\\_biologico.html](http://www.fam.br/microrganismos/t_tm_controle_biologico.html)> Acesso em: 21 de nov. de 2016.
- BRAR, S. K.; VERMA, M.; TYAGI, R. D.; VALÉRO, J. R. Recent advances in downstream processing and formulations of *Bacillus thuringiensis* based biopesticides. *Process Biochemistry*, v. 41, n. 2, p. 323-342, 2006.
- BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F. **Inimigos naturais das pragas da soja**. In: HOFFMANN-CAMPOS, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Embrapa. Brasília, p.493-629. 2012.
- BURDEN, J.P.; NIXON, C.P.; HODGKINSON, A.E.; POSEE, R.D.; SAIT, S.M.; KING, L.A. AND HAILS, R.S. Covert infections as a mechanism for long term persistence of baculoviruses. *Ecology Letters*, v.6, p.524-531, 2003.
- CORY, J.S. AND MYERS, J.H. The ecology and evolution of insect baculoviruses. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.34, p.239-272, 2003.
- CPL BUSINESS CONSULTANTS. **The 2010 worldwide biopesticides market summary**. Walingford: CAB International Centre, 2010. v. 1, p. 1-39.
- CUNNINGHAM, J.P. AND ZALUCKI, M.P. Understanding Heliothine (Lepidoptera: Heliothinae) pests: What is a host plant? *Journal of Economic Entomology*, v.7, p.881-896, 2014.
- 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.

DAS, A. C.; CHAKRAVARTY, A.; SUKUL, P.; MUKHERJEE, D. Influence and persistence of phorate and carbofuran insecticides on microorganisms in rice field. **Chemosphere**, v. 53, n. 8, p. 1033-1037, 2003.

EMBRAPA. **Ações emergenciais propostas pela Embrapa para o manejo integrado de *Helicoverpa* spp. em áreas agrícolas**. 19 p. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/alerta-helicoverpa/Manejo-Helicoverpa.pdf>>. Acesso em: 28 de Janeiro 2017.

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

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

FUXA, J.R.; SUN, J.Z.; WEIDNER, E.H. AND LAMOTTE, L.R. Stressors and rearing diseases of *Trichoplusia ni*: evidence of vertical transmission of NPV and CPV. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.74, p.149-155, 1999.

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-SP: FEALQ, 2002. 920p.

GEORGHIOU, G. P. Management of resistance in arthropods. In: Georghiou, G. P. & T. Saito. **Pest resistance to pesticides**. New York: Plenum Pres, 1983. 509p.

GLARE, T. R.; O'CALLAGHAN, M. **Bacillus thuringiensis: biology, ecology and safety**. Chichester: John Wiley & Sons, 2000. p.350.

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

HARDMAN, J. M.; GAUL, S. O. Mixtures of *Bacillus thuringiensis* and pyrethroids control winter moth (Lepidoptera: Geometridae) in orchards without causing outbreaks of mites. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, n. 3, p. 920-936, 1990.

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

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

KUKAN, B. Minireview. Vertical Transmission of Nucleopolyhedrovirus in Insects. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.74, p.103-111, 1999.

KUSS, C. C.; ROGGIA, R. C. R. K.; BASSO, C. J.; OLIVEIRA, M. C. N. de; PIAS, O. H. de C.; ROGGIA, S. Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 51, n. 5, p. 527-536, 2016.

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, p.1068-1084, 2010.

MONNERAT, R. G.; BRAVO, A. Proteínas bioinseticidas produzidas pela bactéria *Bacillus thuringiensis*: modo de ação e resistência. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Ed.). **Controle biológico**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p. 163-200.

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, p.854-856, 2014.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative life history and fecundity of *Helicoverpa armigera* (Hunber) (Lepidoptera: Noctuidae) on different soybean varieties. **Entomological Science**, v.12, 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, p.25-40, 2009b.

OMOTO, C. **Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas**. In: GUEDES, J. C.; COSTA, I. D., CASTIGLIONE, E. (Org.) Bases e técnicas do manejo de insetos. Santa Maria: Pallotti, p. 31-49, 2000.

PAWAR, C. S.; BHATNAGAR, V. S.; JADHAV, D. R. *Heliothis* species and their natural enemies, with their potential for biological control. Proceedings Indian. **Academy of Sciences**, v. 95, p. 695-703, 1986.

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

PEREIRA, R.M.; et al. Utilização de entomopatógenos no manejo integrado de pragas. In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle Microbiano de Insetos**. 2ª ed. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 1097-1118.

PIUBELLI, G.C.; HOFFMAN-CAMO, C.B.; MOSCARDI, F.; MIYAKUBO, S.H.; OLIVEIRA, M. C. N. Are chemical compounds important for soybean resistance to *Anticarsia gemmatalis*? **Journal of Chemical Ecology**. 2005.

POGUE, M. G. A new synonym of *Helicoverpa zea* (Boddie) and differentiation of adult males of *H. zea* and *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae:

Heliothinae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 97, n.6, p.1222-1226, 2004.

POLANCSYK, R.A.; ALVES, S.B. Interação entre *Bacillus thuringiensis* e outros entomopatógenos no controle de *Spodoptera frugiperda*. **Manejo Integrado de Pragas y Agrecología**, n. 74, p. 24-33, 2005.

POSSEE, R. D. Viral approaches for insect control, p.99-112. In L. Kim (ed.), **Advanced engineered pesticides**. New York, Marcel Dekker, 430p. 1993.

PRAÇA, L.B.; SILVA NETO, S.P. da; MONNERAT, R.G. **Anticarsia gemmatalis Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) biologia, amostragem e métodos de controle**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 18p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 196).

RAMOS, F. R. **Avaliação a campo de uma estirpe de Bacillus thuringiensis tóxica à lepidoptera e seu possível efeito adverso sobre espécies não-alvo**. 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

SCHUSTER, MAURICIO ZANOVELLO ; ROHDE, CRISTHIANE . Associação entre inseticida biológico (*Baccilus thuringiensis*) com subdosagens de regulador de crescimento para o controle da *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. **Pesquisa Aplicada & Agro tecnologia** (Online), v. 5, p. 131-146, 2012.

SENAVE en alerta tras ingreso de peligrosa plaga agrícola. ABC Color, [Asunción], sete oct. 2013. Disponível em:<<http://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/ingreso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html>>. Acesso em: cinco dez. 2016.

SILVA, L.D., OMOTO, C.; BLEICHER, E; DOURADO, P.M. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Genais) (Hemíptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, v.38, p.116-125, 2009.

SILVA, M. T. B. DA. Associação de *Baculovirus aniticarsia* com subdosagens de inseticidas no controle de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818). **Cienc. Rural**, v. 25, n. 3, p.353-358, 1995.

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

SPECHT, A.; SOZA-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, p.689-692, 2013.

TAKATSUKA, J; OKUNO, S.; ISHII, T.; NAKAI, M. AND KUNIMI, Y. Host range of two multiple nucleopolyhedroviruses isolated from *Spodoptera litura*. **Biological Control**, v.41, p.264-271, 2007

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

TAY, W.T.; SORIA, M.F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, G.T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Plos One**, v.8, n.11, p.1-7 2013.

VALICENTE, F.H.; CRUZ, I. **Controle biológico da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com *Baculovirus spodoptera***. Sete Lagoas: CNPMS, 1991 (Circular Técnica nº 15).

YAMAMOTO, P.T; BASSANEZI, R.B. Seletividade de produtos fitossanitários aos inimigos naturais de pragas dos citros. **Revista Laranja**, v. 24, p.353-382, 2003.

YOUNG, S.Y.; YEARIAN, W.C. Nabis roseipennis adults (Hemiptera: Nabidae) as disseminators of nuclear polyhedrosis virus to *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Environmental Entomology**, v.16, p.1330-1333, 1987.