



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS - CAMPUS IX
COLEGIADO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA**

LIDIANY RAYNY DE JESUS BONFIM

**CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) DE
DIFERENTES ÍNSTARES LARVAIS POR INSETICIDAS QUÍMICOS
APLICADOS EM FOLHAS DE ALGODÃO**

BARREIRAS - BA

2017

LIDIANY RAYNY DE JESUS BONFIM

**CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) DE
DIFERENTES ÍNSTARES LARVAIS POR INSETICIDAS QUÍMICOS
APLICADOS EM FOLHAS DE ALGODÃO**

Monografia apresentada ao Colegiado de Engenharia Agrônômica da Universidade do Estado da Bahia - UNEB - Campus IX, como requisito parcial para avaliação do Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof^o. D.Sc. Marco Antonio Tamai

BARREIRAS - BA

2017

LIDIANY RAYNY DE JESUS BONFIM

**CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) DE
DIFERENTES ÍNSTARES LARVAIS POR INSETICIDAS QUÍMICOS
APLICADOS EM FOLHAS DE ALGODÃO**

Monografia apresentada ao Colegiado de Engenharia Agrônômica da Universidade do Estado da Bahia - UNEB - Campus IX, como requisito parcial para avaliação do Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Agrônômica.

Data da aprovação: Barreiras - BA, ____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Marco Antonio Tamai, Dsc.

Universidade do Estado da Bahia - UNEB

Mônica Cagnin Martins, Dsc.

Circulo Verde - Assessoria Agrônômica e Pesquisa

Magno Rodrigues de Carvalho Filho, Dsc.

JCO Fertilizantes

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força nesta caminhada e por todas as oportunidades. A força maior que me guia.

Aos meus pais pelo apoio em todos os momentos e que sempre acreditaram que o estudo é a maior herança que poderiam deixar aos seus filhos, algo que pode ser desfrutado por toda a vida.

Ao professor Marco Antonio Tamai pela oportunidade, experiência e pelos ensinamentos transmitidos durante todo o período.

A AIBA pelo apoio e fornecimento do produto para realização da pesquisa.

Ao pessoal do Laboratório de Entomologia Agrícola pela colaboração na execução do projeto.

Ao Fábio Cruz da Silva pela amizade e auxílio na parte laboratorial.

A todos os docentes do curso de graduação pelos ensinamentos transmitidos.

A todos aqueles que colaboraram para a execução deste trabalho.

A todos que em algum momento ou de alguma forma participaram de minha formação.

RESUMO

Controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) de diferentes ínstares larvais por inseticidas químicos aplicados em folhas de algodão

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de inseticidas químicos de ingestão para o controle de *S. frugiperda* no segundo, terceiro e quarto instares. As lagartas utilizadas nos experimentos foram oriundas de criação na Fazenda Modelo, localizada na cidade de Barreiras - BA. Foram avaliados 28 tratamentos, sendo 1 Testemunha (sem aplicação) e 27 inseticidas para cada instar larval estudado. O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado com 4 repetições sendo 10 lagartas por repetição para cada tratamento. A aplicação, após preparo e dosagem dos produtos, foi feita com pulverizador costal sob as folhas de algodão de plantas com 20 dias de emergência. Após a aplicação, as folhas foram transferidas para tubos de vidro contendo 1 lagarta/tubo, tamponados com algodão hidrofóbico, colocados em grades identificadas e mantidos em BOD a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 12 horas de fotofase, avaliando diariamente pelo período de 5 dias. As folhas de todos os tratamentos foram substituídas após 3 dias por dieta artificial. A mortalidade acumulada de insetos na Testemunha (sem aplicação) foi de 2,5% após cinco dias de avaliação, evidenciando o bom estado de sanidade e vigor dos insetos utilizados. Nos três instares estudados, os melhores tratamentos apresentaram eficácia nas primeiras 24h. Para o segundo instar, os produtos que mostraram maior mortalidade, acima de 80%, foram Avatar[®] (400,0 mL e 600,0 mL), Benevia[®] (750,0 mL), Exalt[®] (75,0 mL, 100,0 mL e 125,0 mL), Lannate[®] BR (1,5 L), Larvin[®] 800 WG (500,0 g), Lorsban[®] 480 BR (1,5 L) e Pirate[®] (0,8 L e 1,0 L). No terceiro instar, os mais eficientes foram Avatar[®] (400,0 mL e 600,0 mL), Exalt[®] (100,0 mL e 125,0 mL), Lannate[®] BR (1,5 L), Larvin[®] 800 WG (500,0 g), Perito[®] (1,5 Kg) e Pirate[®] (0,8 L e 1,0 L). Já no quarto instar os melhores foram Larvin[®] 800 WG (500,0 g), Perito[®] (1,5 Kg) e Pirate[®] (0,8 L e 1,0 L). Apenas os produtos Larvin[®] 800 WG (500,0 g) e Pirate[®] (0,8 L e 1,0 L) mostraram eficientes no segundo, terceiro e quarto instar, sendo indicado por serem inseticidas que possuem ampla eficiência em diferentes estágios larvais.

Palavras-chave: Lagarta do cartucho, controle químico, efeito por ingestão

ABSTRACT

Control of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) of different larval instars by chemical insecticides applied on cotton sheets

The objective of this work was to evaluate the efficiency of chemical ingestion insecticides for the control of *S. frugiperda* in the second, third and fourth instars. The caterpillars used in the experiments were created at Fazenda Modelo, located in the city of Barreiras - BA. Twenty-eight treatments were evaluated: 1 Witness (no application) and 27 insecticides for each larval instar studied. The statistical design was the completely randomized with 4 replicates and 10 caterpillars per replicate for each treatment. The application, after preparation and dosing of the products, was done with a costal spray under the cotton leaves of plants with 20 days of emergency. After the application, the leaves were transferred to glass tubes containing 1 caterpillar / tube, buffered with hydrophobic cotton, placed in identified crates and maintained in BOD at $25 \pm 1^\circ\text{C}$ and 12 hours of photophase, evaluating daily for a period of 5 days. The leaves of all treatments were replaced after 3 days by artificial diet. The accumulated insect mortality in the Witness (without application) was 2.5% after five days of evaluation, evidencing the good state of sanity and vigor of the insects used. In the three instars studied, the best treatments showed efficacy in the first 24 hours. For the second instar, the products with the highest mortality above 80% were Avatar® (400.0 mL and 600.0 mL), Benevia® (750.0 mL), Exalt® (75.0 mL, 100 mL) , Lannate® BR (1.5 L), Larvin® 800 WG (500.0 g), Lorsban® 480 BR (1.5 L) and Pirate® (0.8 L and 1.0 L). In the third instar, the most efficient were Avatar® (400.0 mL and 600.0 mL), Exalt® (100.0 mL and 125.0 mL), Lannate® BR (1.5 L), Larvin® 800 WG (500.0 g), Perito® (1.5 kg) and Pirate® (0.8 L and 1.0 L). In the fourth instl the best were Larvin® 800 WG (500.0 g), Perito® (1,5 Kg) and Pirate® (0.8 L and 1.0 L). Only Larvin® 800 WG (500.0 g) and Pirate® products (0.8 L and 1.0 L) were efficient in the second, third and fourth instars, being indicated as being insecticides that have high efficiency in different larval stages .

Key words: Cartridge caterpillar, chemical control, effect by ingestion

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A - Massa de ovos. B - Lagartas recém-emergidas. C - Lagarta em ultimo estágio larval. D - Sutura adfrontal, aparência de um Y invertido na cabeça da lagarta. E - Câmara pupal. F - Fêmea adulta de <i>S. frugiperda</i> . G - Macho adulto de <i>S. frugiperda</i>	11
Figura 2. A - Dano causado na folha de algodão. B - Lagartas presas a fios de seda iniciando processo de migração. C - Lagarta encontrada no interior da flor de algodão. D e E - Orifícios causados pela lagarta	12
Figura 3. A - Lagartas mantidas em recipiente transparente contendo dieta artificial como alimento. B - Garrafas PET de 2,0 L, contendo 1,0 L de água da torneira e a dose do produto equivalente. C - Aplicação do inseticida por meio de pulverizador costal. D - Folhas de algodão após aplicação do inseticida.....	21
Figura 3. E – Grades de metal identificadas com os tratamentos armazenadas em câmara BOD. F - Avaliação diária	22
Figura 4. Tratamentos que obtiveram eficácia igual ou superior a 80% até o 5º dia de avaliação em lagartas de <i>S. frugiperda</i> de 2º instar	27
Figura 5. Tratamentos que obtiveram eficácia igual ou superior a 80% até o 5º dia de avaliação em lagartas de <i>S. frugiperda</i> de 3º instar	33
Figura 6. Tratamentos que obtiveram eficácia igual ou superior a 80% até o 5º dia de avaliação em lagartas de <i>S. frugiperda</i> de 4º instar	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dieta artificial modificada de Greene et al. (1976) para criação da fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório	18
Tabela 2. Tratamentos, produtos e doses, respectivamente, para os testes de eficiência de inseticidas para controle de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith,1797) (Lepidoptera: Noctuidae) por meio de ingestão. Universidade do Estado da Bahia, Campus IX, Barreiras- BA	20
Tabela 3. Porcentagem de mortalidade acumulada do segundo ínstar larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae) sob efeito dos diferentes tratamentos após 1, 2, 3, 4 e 5 dias da aplicação, por contaminação via ingestão. Universidade do Estado da Bahia (<i>Campus IX</i>), Barreiras-BA, 2016/17	24
Tabela 4. Porcentagem de mortalidade acumulada do terceiro ínstar larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae) sob efeito dos diferentes tratamentos após 1, 2, 3, 4 e 5 dias da aplicação, por contaminação via ingestão. Universidade do Estado da Bahia (<i>Campus IX</i>), Barreiras-BA, 2016/17	31
Tabela 5. Porcentagem de mortalidade acumulada do quarto ínstar larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae) sob efeito dos diferentes tratamentos após 1, 2, 3, 4 e 5 dias da aplicação, por contaminação via ingestão. Universidade do Estado da Bahia (<i>Campus IX</i>), Barreiras-BA, 2016/17	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 <i>Spodoptera frugiperda</i> (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)	10
2.1.1 <i>Descrição e biologia</i>	10
2.1.2 <i>Danos e prejuízos</i>	11
2.1.3 <i>Distribuição e hospedeiros</i>	12
2.2 Monitoramento e método de controle	13
2.2.1 <i>Controle químico</i>	13
2.2.2 <i>Resistência a inseticidas</i>	13
2.3 Grupos químicos	14
2.3.1 <i>Inibidores da acetilcolinesterase</i>	14
2.3.2 <i>Agonistas (análogos) da acetilcolina (ACh)</i>	15
2.3.3 <i>Moduladores/Bloqueadores de canais de sódio</i>	16
2.3.4 <i>Moduladores de receptores de rianodina</i>	16
2.3.5 <i>Inibidores da síntese de ATP</i>	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Local de pesquisa	18
3.2 Obtenção da população de <i>S. frugiperda</i>	18
3.3 Experimento de eficiência de inseticidas para controle de <i>S. frugiperda</i>	18
3.3.1 <i>Delineamento experimental</i>	19
3.3.2 <i>Montagem e avaliação dos ensaios</i>	19
3.3.3 <i>Análise estatística</i>	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Resultados dos ensaios com lagartas de 2 ^o Instar	23
4.2 Resultados dos ensaios com lagartas de 3 ^o Instar	30
4.3 Resultados dos ensaios com lagartas de 4 ^o Instar	35
5 CONCLUSÕES	40
REFERENCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Nos sistemas agrícolas constituídos de soja, milho, feijão e algodão, ocorrem uma oferta continuada de alimento a insetos polívoros como é o caso do gênero *Spodoptera* (Santos, 2001). Esse inseto-praga se alimenta das principais culturas agrícolas das Américas (TOSCANO et al., 2012). O algodoeiro é uma das culturas mais susceptíveis ao ataque de pragas, tornando-se fundamental o correto manejo para a continuação no sucesso de seu cultivo (GALLO et al. 2002). *Spodoptera frugiperda* é considerada uma praga importante para o algodoeiro no Brasil, causando danos no caule, folhas, botões florais, flores e maçãs. Surtos ocorrem regularmente em áreas produtoras e as populações facilmente atingem ou superam os níveis de danos econômicos, causando enormes prejuízos aos produtores (TOSCANO et al., 2012).

As causas do aumento populacional da espécie no algodoeiro envolvem o cultivo intensivo do solo praticado nas áreas do cerrado, condições climáticas favoráveis (alta temperatura e baixa umidade relativa do ar), o uso excessivo e inadequado de inseticidas, e, principalmente, o plantio de gramíneas como milho, sorgo e milheto em sucessão à cultura do algodão (Miranda et al., 2005). Os maiores danos na cultura são provocados por lagartas de quinto e sexto instares (CRUZ et al., 1997). Isso mostra que o controle deve ser feito logo que sua ocorrência é detectada. Segundo Valicente; Cruz (1991), quanto mais precoces são os instares mais susceptíveis são as lagartas ao efeito do inseticida. Por isso, surge a necessidade de controle quando as lagartas ainda são pequenas, para melhor eficiência dos inseticidas (Papa et al. 1999).

O controle desta praga, em condições convencionais, tem sido realizado quase que exclusivamente com produtos químicos, que são aplicados logo que sua ocorrência é detectada na cultura (FIGUEIREDO et al., 1999). Esse tipo de controle é a ferramenta mais disponível, de fácil utilização, e um dos mais eficientes, se aplicado corretamente.

No Brasil, o controle de insetos na cultura do algodão é responsável pelo consumo anual de 10 toneladas de inseticidas (SILVA et al., 2013). Cada cultura tem uma média de aplicações de defensivos agrícolas, ao longo de um ciclo da cultura do algodão pode-se chegar a 18 aplicações de agrotóxicos (CORDEIRO, 2016). A perda de eficiência dos inseticidas ocorre, principalmente, em função do uso

excessivo e frequente do mesmo produto e na mesma área. A situação se torna preocupante, pois contribui para o desenvolvimento de populações resistentes do inseto, o aparecimento de novas pragas ou a ressurgência de outras (FARIAS, 2014). Diante disso, é muito importante que se faça rotação de inseticidas, considerando-se o mecanismo de ação, a frequência de resistência observada para os diferentes grupos químicos e época de plantio. De acordo com Tamai et al. (2009), o uso de inseticidas seguindo um plano baseado na rotação de produtos com características distintas (modo de ação e/ou sítio de ação) consiste em uma estratégia eficaz na prevenção ao desenvolvimento da resistência, principalmente quando a praga-alvo apresenta período longo de ocorrência na lavoura, o que exige diversas aplicações durante o ciclo da cultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o controle de *S. frugiperda*, em diferentes instares larvais, via ingestão de inseticidas químicos e diferentes doses, na cultura do algodão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

2.1.1 *Descrição e Biologia*

Os estádios de vida de *S. frugiperda* têm sido bem descritos na literatura.

Após o acasalamento, a fêmea oviposita na página inferior das folhas do algodoeiro, massas de ovos, geralmente em duas camadas, cobertos por uma camada fina e longa de escamas oriundas do abdome das mariposas como confirmado em trabalho de Santos et al. (2003) (Figura 1, item A). Esse mesmo autor constatou que de um modo geral os ovos são colocados em forma de massa sob as folhas existentes na base do ponteiro, entre a 5ª e 6ª folha expandida a partir do ápice da planta. Já estudos de Miranda et al. (2005) observaram que as massas de ovos encontravam-se preferencialmente na parte mediana da planta. O período de incubação varia de acordo com a temperatura, sendo em média de 2 a 4 dias (CRUZ, 1995).

Ainda no trabalho feito por Santos et al. (2003), observando a descrição da *S. frugiperda* confirmou que as lagartas recém eclodidas tem cor verde clara com pelos negros e cabeça preta (Figura 1, item B). A coloração da lagarta desenvolvida varia de esverdeada a pardo-escuro, apresentando uma linha mediana longitudinal, cor marrom-clara, entre duas listras laterais de cor mais clara (Figura 1, item C). A cabeça da lagarta é mais escura com sutura em forma de “Y” invertido (Figura 1, item D). As lagartas completamente desenvolvidas atingem entre 35 a 40mm de comprimento.

Ao se desenvolverem, as lagartas se distribuem entre a parte média e inferior da planta, conforme constatado por Miranda et al. (2005). A seguir, se dirigem ao solo onde passam o período de pupa (Figura 1, item E). A duração do período pupal varia de 10 a 12 dias nas épocas mais quentes do ano (CRUZ, 1995).

Santos et al. (2003) observou em seu trabalho que as mariposas da *S. frugiperda* apresentam uma coloração geral cinza-escuro, as asas anteriores são mosqueadas e as posteriores esbranquiçadas com borda cinza. Na metade das asas anteriores dos machos aparece uma mancha clara ovalada, bem definida e unida a uma outra mancha oblíqua em forma de V (Figura 1, item F e G). Segundo Cruz (1995), a longevidade dos adultos varia de acordo com a disponibilidade de alimento e com a temperatura. De acordo com o autor, sem alimentação, as

mariposas vivem aproximadamente 4,4 dias, enquanto que mariposas alimentadas vivem até 13,3 dias, independente do sexo.

O tempo necessário para completar o ciclo de vida de *S. frugiperda* depende da temperatura; durante o verão, é em média de 30 dias, mas nos períodos mais frios pode chegar a até 50 dias. O número de gerações é variável; nas regiões onde o inseto tem condições de sobreviver o ano todo, pode-se ter seis ou mais gerações (ROMANO, 2007). Ferraz (1982) verificou que a temperatura influi em todas as fases do ciclo biológico de *S. frugiperda*, sendo a temperatura de 25° considerada a mais favorável ao inseto.

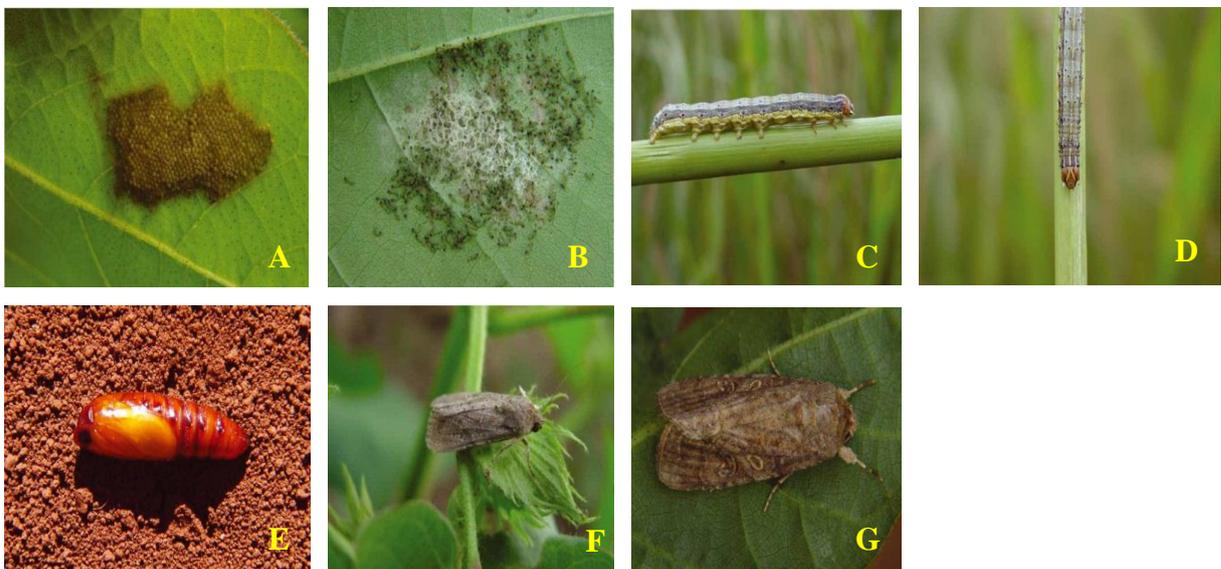


Figura 1. A - Massa de ovos. B - Lagartas recém-emergidas. C - Lagarta em último estágio larval. D - Sutura adfrontal, aparência de um Y invertido na cabeça da lagarta. E - Câmara pupal. F - Fêmea adulta de *S. frugiperda* G - Macho adulto de *S. frugiperda*. Fonte: Saran, P. E., 2007.

2.1.2 Danos e prejuízos

No Brasil, um surto que chamou a atenção foi relatado em 1964, com enormes danos em milho, arroz e pastagens (NAIS, 2012).

Observando os hábitos das lagartas de *S. frugiperda*, Santos et al. (2003) notou que as plantas jovens eram cortadas logo acima do coleto, reduzindo o estande. Em plantas desenvolvidas, cortam a parte superior não lignificada do caule. As lagartas recém-nascidas raspam o parênquima das folhas, deixando-as necrosadas e translúcidas (Figura 2, item A). De acordo com Miranda e Suassuna (2004), o maior número de lagartas pequenas no dossel mediano confirma ser esta altura da planta aquela em que ocorrem os primeiros ataques, que se iniciam por raspagens dos parênquimas das folhas das plantas, prejudicando a fotossíntese.

A seguir as pequenas lagartas presas a fios de seda iniciam um processo de migração, distribuindo-se entre as plantas da lavoura (Figura 2, item B). As lagartas causam perfurações danificando os botões florais, flores e maçãs desenvolvidas. As lagartas de diferentes idades da *Spodoptera spp.*, demonstraram certa preferência em permanecer no interior das flores, entre as pétalas, alimentando-se das anteras e estigmas, como observado em trabalho de Santos et al. (2003) (Figura 2, item C).

De um modo geral, os orifícios que a lagarta faz nos botões florais são maiores do que aqueles praticados pela lagarta das maçãs (SANTOS, 2001) (Figura 2, itens D e E). Cada lagarta provoca, em média, a perda de uma maçã por planta (PAPA, 2006).

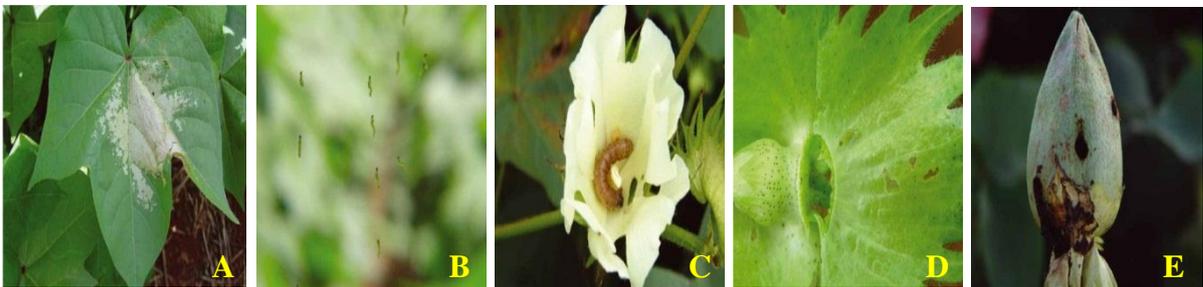


Figura 2. A – Dano causado na folha de algodão. B - Lagartas presas a fios de seda iniciando processo de migração. C – Lagarta encontrada no interior da flor de algodão. D e E – Orifícios causados pela lagarta. Fonte: Saran, P. E., 2007.

No Brasil, pode causar prejuízos anuais estimados em mais de U\$ 400 milhões. A redução de produtividade causada pela praga pode atingir 60%, dependendo da cultivar e da época de ataque (ROSA, 2011).

2.1.3 Distribuição e hospedeiros

As espécies do gênero *Spodoptera* são amplamente distribuídas no mundo e das 30 espécies descritas, a metade é considerada praga de diversas culturas de importância econômica (POGUE, 2002).

A lagarta-do-cartucho possui destaque por alimentar de mais de 80 espécies de plantas, incluindo o algodoeiro, milho e soja (CAPINERA, 2002; POGUE, 2002). No Brasil, em função da alimentação diversificada e disponível o ano todo e das condições de clima favoráveis, a sua distribuição é geral, em todas as regiões do território nacional (CRUZ, 1995).

2.2 Monitoramento e Método de controle

A lagarta militar pode ser encontrada em todas as regiões algodoeiras, mas principalmente em áreas próximas às culturas de milho ou em áreas de rotação. Ao se constatar a migração de mariposas para a cultura de algodão deve-se aplicar iscas atrativas nas bordaduras e, assim, através da mortalidade das mariposas pode-se identificar os pontos mais importantes de entrada da praga. (CIA et al., 1999).

Os métodos de amostragem e de controle devem ser os mesmos adotados para *H. virescens*, ou seja, 10% de plantas com lagartas ou a presença de uma lagarta em 20 flores amostradas indicam o momento de controle (SANTOS, 2001). O algodão cultivado em regiões de alta temperatura e de baixa umidade relativa e que recebe elevadas aplicações de nitrogênio, ocorre o favorecimento do ataque e o crescimento populacional da praga.

2.2.1 Controle químico

Apesar dos riscos dos inseticidas convencionais, o seu uso, na maioria das situações, é importante para o controle de pragas. Os inseticidas químicos em geral possuem um efeito agudo e seu modo de ação mais comum é por interferência no sistema neurotransmissor do inseto. Outros inseticidas químicos afetam o processo metabólico ou o desenvolvimento dos insetos, seja por imitarem ou interferirem com a ação dos hormônios, seja por afetarem a bioquímica da produção de cutícula (GULLAN & CRANSTON, 2007).

O controle da lagarta-do-cartucho com inseticidas é o método mais utilizado no Brasil; porém, em função da ocorrência da praga, em praticamente todas as fases de desenvolvimento da cultura, diferentes estratégias de manejo químico devem ser utilizadas (FORNASIERI FILHO, 2007). O momento ideal para o controle químico é nos primeiros instares, pois as lagartas se alimentam das partes mais tenras das plantas, ou seja, as brotações, ficando mais expostas à pulverização. (ÁVILA et al., 2013).

2.2.2 Resistência a inseticidas

A resistência a inseticidas é definida como a habilidade herdada de um organismo de tolerar as doses de um agrotóxico, as quais seriam letais para a maioria dos indivíduos da espécie (CROFT e Van de BANN, 1988). A dose pode

influenciar diretamente na mortalidade e na chance de seleção de indivíduos resistentes, porém, utilizar altas dosagens para o manejo da resistência a inseticidas sempre foi limitada por problemas práticos. Por exemplo, de acordo com Martinelli; Omoto (2006), o aumento da dose torna o controle químico ainda mais caro e impraticável comercialmente, além de acarretar elevada mortalidade de agentes de controle biológico e insetos não alvos e colocar em risco a saúde de trabalhadores e dos consumidores pela possibilidade elevação do nível de resíduos químicos nos alimentos.

A resistência já foi detectada praticamente para todos os grupos de agrotóxicos, incluindo DDT, ciclodienos, organofosforados, carbamatos, piretroides, entre outros. Nos trabalhos de Yu (1991); Yu (1992) os mecanismos de resistência detectados nas populações de *S. frugiperda* envolveram geralmente uma maior atividade de enzimas que atuaram nos processos de destoxificação por inseticidas tais como: as oxidases microssomais, a glutathione-S-transferases e as hidrolases. Entretanto, Yu (1992) identificou indícios de insensibilidade de sítio de ação, tais como a acetilcolinesterase, para inseticidas fosforados e carbamatos, sendo novamente confirmada por Yu et al. (2003); Yu (2006). Na Venezuela, foram detectadas intensidades de resistência de 19 a 42 vezes para lambda-cialotrina e de 2 a 22 vezes para metomil (MORILLO; NOTZ, 2001). Estes trabalhos evidenciam a presença de grande variabilidade genética com relação à suscetibilidade de populações de *S. frugiperda* a diversos inseticidas.

De todas as estratégias propostas para manejar a resistência, as misturas de inseticidas são as mais questionadas. Se indivíduos suscetíveis, não expostos aos inseticidas, são relativamente abundantes e acasalam ao acaso com os sobreviventes resistentes, as misturas podem atrasar o desenvolvimento da resistência (CURTIS, 1985). Ou seja, o uso de um segundo inseticida elimina muitas das vantagens dos sobreviventes de se ter a resistência ao primeiro produto e, conseqüentemente, reduz a discriminação entre genótipos.

2.3 Grupos químicos

2.3.1 Inibidores da Acetilcolinesterase

Os impulsos nervosos são transmitidos de um neurônio a outro até chegar à célula a ser excitada. Estes impulsos são transmitidos através de uma enzima-neurotransmissora, a Acetilcolina (ACh) que sai do neurônio para a sinapse

permitindo a transmissão do impulso. Após esta excitação ser realizada a Acetilcolina precisa retornar para o interior do neurônio onde a célula nervosa volta ao estado de repouso podendo, novamente, ser excitada. Quem faz este retorno é outra enzima a Acetilcolinesterase que quebra a Acetilcolina em Colina + Acetato. Dentro do neurônio se unem novamente em Acetilcolina ficando pronta para nova transmissão (MATIAS, 2016).

O grupo dos organofosforados é exemplificado pelo inseticida clorpirifós, enquanto o carbamatos é exemplificado pelo inseticida metomil. Estes inseticidas ligam-se à enzima acetilcolinesterase, inibindo sua atividade (KOMEZA et al., 2001; DECOMBEL et al., 2004). Assim, ocorre o acúmulo de acetilcolina na fenda sináptica causando hiperexcitabilidade do sistema nervoso central (OLIVER et al., 2001) devido à transmissão contínua e descontrolada de impulsos nervosos. Com isso os sintomas incluem tremores, convulsões e, eventualmente, colapso do sistema nervoso central e morte.

Os inseticidas pertencente aos organofosforados são Curyom[®] 550 CE, Lorsban[®] 480 BR e Perito[®] e representando os carbamatos estão o Lannate[®] BR, Larvin[®] 800 WG, Marshal Star[®] e Talisman[®].

2.3.2 Agonistas (análogos) da acetilcolina (ACh)

É o grupo dos neonicotinóides (Connect[®], Engeo Pleno[®] e Voliam Flexi[®]) descobertos a partir da molécula de nicotina (Imidaclopride, Tiametoxam etc).

Os neonicotinóides imitam o efeito da Acetilcolina e competem com ela por seus receptores na membrana pós-sináptica (imitam sua ação apesar de possuírem fórmulas estruturais bem distintas dela). A acetilcolinesterase degrada moléculas de acetilcolina, mas não consegue degradar as moléculas de neonicotinóides. Desta forma mantém ativação permanente da acetilcolina causando hiperexcitabilidade do sistema nervoso central devido à transmissão contínua e descontrolada de impulsos nervosos. Embora atuem de modo distinto dos organofosforados e carbamatos, os sintomas resultantes da intoxicação são semelhantes (MATIAS, 2016).

Outro grupo de inseticida é formado por moduladores de receptores da acetilcolina, cujo exemplo é o espinosade. Esse inseticida (Exalt[®]) liga-se ao receptor nicotínico da acetilcolina provocando mudança na conformação do receptor, causando a abertura de canais iônicos e a condução do estímulo nervoso. Os sintomas são a hiperexcitabilidade do sistema nervoso (CISNEROS et al., 2002).

2.3.3 Moduladores/Bloqueadores de canais de sódio

Nesta categoria dos moduladores, incluem-se o DDT (em desuso) e os piretróides (Ampligo[®], Connect[®], Danimen[®], Engeo Pleno[®], Fury[®] 200 EW, Hero[®], Talisman[®] e Talstar[®] 100 CE). Existem dois tipos de piretróides, os do tipo I (ex. permetrina) e as do tipo II (ex. Cipermetrina, deltametrina, etc.). Os produtos utilizados nesse trabalho são do tipo II que apresentam um coeficiente de temperatura positivo, ou seja, a atividade inseticida destes produtos aumenta à medida que a temperatura aumenta também. Já os do tipo I, o seu efeito é ao contrário, aumentando à medida que a temperatura diminui.

A célula nervosa é controlada eletricamente e sua polarização e despolarização está na dependência da entrada e saída de Na⁺ e K. Os piretróides (tipo I e II) mantêm uma entrada permanente de Na⁺ na célula deixando-a sempre excitada, não entrando em repouso sendo mais intenso no tipo II. Os sintomas de intoxicação de insetos por piretróides desenvolvem-se rapidamente, resultando em transmissão de impulsos repetitivos e descontrolados, hiperexcitabilidade, perda de postura locomotora e, eventualmente, paralisia e morte (MATIAS, 2016).

Os bloqueadores de canais de sódio, oxadiazinas (Avatar[®]), representam um novo grupo de inseticidas, cujo primeiro e único representante comercial atualmente é o indoxacarbe. O indoxacarbe é considerado um pró-inseticida, pois precisa ser bioativado por enzimas específicas no trato gastrointestinal do inseto para gerar o metabólito ativo com potente atividade inseticida. Esse inseticida mantém os canais de sódio fechados, bloqueando o fluxo normal de íons Na⁺⁺ para o interior da célula nervosa e, desta forma, impedindo a transmissão do impulso nervoso. Os sintomas de intoxicação de insetos incluem paralisia e eventual morte. Atividades visíveis como alimentação e oviposição cessam rapidamente após a exposição, enquanto que a morte propriamente dita pode demorar de 4 a 72 horas (NETO, 2016).

2.3.4 Moduladores de receptores de Rianodina

O grupo químico das Antranilamida ou Diamidas antranílicas (Ampligo[®], Belt[®], Benevia[®], Premio[®] e Voliam Flexi[®]), age ativando os receptores da rianodina nos músculos dos insetos sensíveis. Segundo Pina (2016), esta ativação estimula a libertação descontrolada de cálcio interno da organela para o citoplasma conduzindo ao esgotamento das reservas deste no interior das fibras musculares o que provoca

um desajuste na contração muscular seguido de paralisia alimentar, letargia, regurgitação e paralisia muscular.

Um exemplo é o inseticida clorantraniliprole (Ampligo[®] e Premio[®]), que ativa os receptores da rianodina via liberação de cálcio no retículo sarcoplasmático de células musculares, regulando, assim, a liberação de cálcio intracelular, e afetando a contração muscular nos insetos (SATELLE et al., 2008).

2.3.5 Inibidores da síntese de ATP

ATP é a fonte de energia química que permite às células manterem suas funções vitais. As mitocôndrias acumulam entre suas membranas íons de hidrogênio, até atingirem um determinado gradiente eletroquímico, os quais servem de fonte de energia para acionar as reações mitocondriais, inclusive a Fosforilação Oxidativa (VIA RURAL, 2016).

O grupo dos inibidores do metabolismo respiratório é representado pelo inseticida clorfenapir (Pirate[®]), da classe dos cianopirroles, que inibe a síntese de ATP por meio de desacoplamento da fosforilação oxidativa da cadeia de transporte de elétrons, de maneira que a mitocôndria não consegue produzir ATP, cessando dessa forma as funções vitais das células. É um pró-inseticida, cuja atividade depende da sua ativação por monoxigenases. Os sintomas são morte celular e, em última instância, morte do inseto (RUST e SARAN, 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de pesquisa

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Entomologia Agrícola da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus IX, no município de Barreiras-BA, entre agosto a dezembro/2016.

3.2 Obtenção da população de *S. frugiperda*

Foi utilizada uma linhagem obtida de insetos coletados em plantas de milho (não *Bt*), em outubro/2015 no Campo de Validação da Circulo Verde Assessoria Agrônômica e Pesquisa em Luís Eduardo Magalhães-BA, e criada em dieta artificial modificada de Greene et al. (1976) (Tabela 1).

Os insetos para os ensaios foram fornecidos pelo Laboratório de Entomologia da Fazenda Modelo, localizado no perímetro irrigado Barreiras Norte (Codevasf), margem esquerda da Rodovia BA 447, km 8, sentido Barreiras-Angical, uma parceria entre a UNEB e a Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia (AIBA).

Tabela 1. Dieta artificial modificada de Greene et al. (1976) para criação da fase larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório

COMPONENTE	QUANTIDADE
Feijão carioca (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	37,0 g
Germe de trigo	30,0 g
Farelo de soja	15,0 g
Leite em pó	15,0 g
Levedura	18,75 g
Ácido ascórbico	1,8 g
Acido sórbico	0,9 g
Metilparabeno (Nipagin)	1,5 g
Tetraciclina	0,05 g
Formaldeído	1,8 mL
Solução vitamínica*	4,1 mL
Caraginata	6,75 g
Água destilada	500,0 mL

*Composição da solução vitamínica: niacimida (1,0 g), pantotenato de cálcio (1,0 g), tiamina (0,25 g), riboflavina (0,5 g), piridoxina (0,25 g), ácido fólico (0,25 g), biotina (0,02 mL), vitamina B₁₂ (1,0 g), adicionada em 1000,0 mL de água destilada.

3.3 Experimento de eficiência de inseticidas para controle de *S. frugiperda*

Foram avaliados 27 inseticidas químicos para o controle de segundo, terceiro e quarto instares larvais de *S. frugiperda* por contaminação, através da ingestão de folhas de algodão pulverizados com os inseticidas, separadamente (Tabela 2). Devido ao número elevado de produtos, foram realizados um total de 3 ensaios para

cada instar larval, sendo cada ensaio composto da Testemunha (sem aplicação) e de 8-11 inseticidas. A forma de escolha das doses dos inseticidas aplicados foram as recomendadas pelos fabricantes.

3.3.1 *Delineamento experimental*

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições, sendo 10 lagartas por repetição para cada tratamento (Tabela 2).

3.3.2 *Montagem e avaliação dos ensaios*

As lagartas utilizadas nos ensaios foram recebidas do Laboratório de Entomologia da Fazenda Modelo em recipientes transparentes (40,0cm de comprimento x 20,0cm de largura x 10,0cm de altura) contendo dieta artificial modificada de Greene et al. (1976) como alimento (Figura 3, item A). No Laboratório de Entomologia da UNEB os recipientes foram mantidos em sala climatizada em 23-27°C até atingirem o instar desejado para cada ensaio.

As caldas inseticidas dos tratamentos foram preparadas com uso de garrafas PET de refrigerante de 2,0 L, contendo 1,0 L de água da torneira e a dose do produto equivalente a um volume de aplicação de 150,0 L/ha. Foi preparada 1 garrafa/tratamento (Figura 3, item B).

As aplicações dos tratamentos foram feitas através de pulverizador costal pressurizado a CO₂ (4,0 bar), volume de calda equivalente a 150,0 L/ha, com seis pontas de pulverização tipo leque 11002 (Figura 3, item C), sob duas bandejas plásticas (30,0 cm x 40,0 cm), revestidas de papel alumínio, contendo 20 folhas de algodão/bandeja retiradas de plantas com aproximadamente 20 dias de emergência da cultivar BRS 336 (não *Bt*) (Figura 3, item D). Após a aplicação as bandejas foram mantidas à sombra, por 15 minutos para secagem da calda inseticida sobre a face superior das folhas. Enquanto isso, as lagartas eram transferidas para tubos de vidro de fundo chato (8,5 cm x 2,5 cm) na quantidade de 1 lagarta/tubo.

Tabela 2. Tratamentos, produtos e doses, respectivamente, para os testes de eficiência de inseticidas para controle do segundo, terceiro e quarto instares larvais de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith,1797) (Lepidoptera: Noctuidae) por meio da ingestão de folhas de algodão pulverizadas com os produtos. Universidade do Estado da Bahia, Campus IX, Barreiras- BA.

Tratamento	Dose (p.c./ha)*	Ingrediente ativo	Grupo químico
1. Testemunha	--	Água	--
2. Ampligo [®]	220,0 mL	Clorantraniliprole + lambda-cialotrina	Diamida antranílica + piretróide
3. Avatar [®]	400,0 mL	Indoxacarbe	Oxadiazina
4. Avatar [®]	600,0 mL	Indoxacarbe	Oxadiazina
5. Belt [®]	150,0 mL	Flubendiamida	Diamida do ácido ftálico
6. Benevia [®]	500,0 mL	Cyantraniliprole	Diamida antranílica
7. Benevia [®]	750,0 mL	Cyantraniliprole	Diamida antranílica
8. Connect [®]	1,0 L	Imidacloprido + beta-ciflutrina	Neonicotinóide + piretróide
9. Curyom [®] 550 CE	500,0 mL	Profenofós + lufenuron	Organofosforado + benzoiluréia
10. Danimen [®] 300 EC	100,0 mL	Fenpropatrina	Piretróide
11. Engeo Pleno [®]	250,0 mL	Tiametoxam + lambda-cialotrina	Neonicotinóide + piretróide
12. Exalt [®]	75,0 mL	Espinetoram	Espinosina
13. Exalt [®]	100,0 mL	Espinetoram	Espinosina
14. Exalt [®]	125,0 mL	Espinetoram	Espinosina
15. Fury [®] 200 EW	250,0 mL	Zeta-Cipermetrina	Piretróide
16. Hero [®]	300,0 mL	Zeta-Cipermetrina + bifentrina	Piretróide
17. Lannate [®] BR	1,5 L	Metomil	Metilcarbamato de oxima
18. Larvin [®] 800 WG	500,0 g	Tiodicarbe	Metilcarbamato de oxima
19. Lorsban [®] 480 BR	1,5 L	Clorpirifós	Organofosforado
20. Marshal Star [®]	1,2 L	Carbosulfano	Metilcarbamato benzofuranila
21. Perito [®]	1,5 Kg	Acefato	Organofosforado
22. Pirate [®]	800,0 mL	Clorfenapir	Análogo de pirazol
23. Pirate [®]	1,0 L	Clorfenapir	Análogo de pirazol
24. Premio [®]	120,0 mL	Clorantraniliprole	Diamida antranílica
25. Premio [®]	150,0 mL	Clorantraniliprole	Diamida antranílica
26. Talisman [®]	1,0 L	Bifentrina + carbosulfano	Piretróide + metilcarbamato benzofuranila
27. Talstar [®] 100 CE	600,0 mL	Bifentrina	Piretróide
28. Voliam Flexi [®]	200,0 mL	Tiametoxam + clorantraniliprole	Neonicotinóide + antranilamida

*Dose do produto comercial por hectare.

As duas bandejas de cada tratamento foram então levadas ao laboratório e com o uso de luvas, as folhas foram transferidas para os tubos (1 folha/tubo), tamponados com algodão hidrofóbico para impedir a fuga do inseto e agrupados em 4 repetições de 10 tubos por tratamento, utilizando uma grade de metal para 40 tubos. Em seguida, essas grades de metal identificadas com os tratamentos foram transferidas para uma câmara BOD regulada em $25\pm 1^\circ\text{C}$ e 12 horas de fotofase, onde permaneceram durante os 5 dias (Figura 3, item E). As folhas de todos os tratamentos foram substituídas após 3 dias por dieta artificial modificada de Greene et al. (1976).

As avaliações foram realizadas diariamente (Figura 3, item F), no mesmo horário em que foi montado o ensaio (período da manhã), determinando: 1) insetos mortos (imóveis); 2) insetos que passaram de ínstar; 3) insetos vivos saudáveis (final do ensaio); 4) insetos vivos, porém com algum tipo de intoxicação (final do ensaio).



Figura 3. A - Lagartas mantidas em recipiente transparente contendo dieta artificial como alimento. B - Garrafas PET de 2,0 L, contendo 1,0 L de água da torneira e a dose do produto equivalente. C - Aplicação do inseticida por meio de pulverizador costal. D - Folhas de algodão após aplicação do inseticida.



Figura 3. E – Grades de metal identificadas com os tratamentos armazenadas em câmara BOD. F - Avaliação diária. Fonte: O autor, 2017.

3.3.3 Análise estatística

Os dados de mortalidade acumulada de todos os produtos, nos três ensaios para cada ínstar, foram transformados em porcentagem e então submetidos à análise de variância e comparação de médias por meio do teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 1999).

A eficiência relativa é obrigatória nos laudos de testes de Eficiência e Praticabilidade Agronômica de Agrotóxicos e afins enviados para o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para registro de novos produtos (Instrução Normativa SDA nº 36, de 24 de novembro de 2009). O referido órgão público considera eficientes os tratamentos com valores de controle positivo superior a 80% em relação à testemunha. A eficiência relativa explica melhor e é mais válida do que as sugestões dos testes de média, por exemplo: o fato de um tratamento diferenciar ou não da testemunha não significa que esse seja eficiente (GONÇALVES et al., 2016). Assim, neste trabalho consideraram-se eficientes os tratamentos com eficiência relativa sobre a mortalidade das lagartas acima de 80%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados dos ensaios com lagartas de 2º Instar

A mortalidade acumulada de insetos na Testemunha (sem aplicação) foi de 2,5% após cinco dias de avaliação, evidenciando o bom estado de sanidade e vigor dos insetos utilizados, além da manipulação adequada. Esses fatores são importantes para mostrar que não houve interferência nos tratamentos além da ação dos diferentes inseticidas.

Houve diferença entre tratamentos em todos os dias de avaliação. No 1º Dia após a aplicação (DAA), observou quatro grupos diferentes de controle (Tabela 3), havendo estatisticamente diferenças entre si.

O grupo A foi o de maior mortalidade, atingindo uma variação de 90,0 a 100,0% apenas no 1º DAA. Esse grupo é representado pelos tratamentos T4. Avatar® (600,0 mL), T17. Lannate® BR, T22. Pirate® (800,0 mL) e T23. Pirate® (1,0 L). Esses tratamentos apresentam um efeito muito forte e mostraram sua eficácia logo após 24h de sua aplicação.

O grupo B encontra-se um menor controle, alcançando uma porcentagem de 62,5 a 67,5% de mortalidade média, sendo representado por T3. Avatar® (400,0 mL), T12. Exalt® (75,0 mL) e T18. Larvin® 800 WG.

Já com menores porcentagens de mortalidade média, variando de 37,5 a 40,6% para o 1º DAA, está o grupo C representado por T13. Exalt® (100,0 mL) e T14. Exalt® (125,0 mL) são tratamentos representados pelo mesmo produto, apenas diferindo nas dosagens.

O grupo D, foram os tratamentos que não diferiram da testemunha, considerados com baixa taxa de mortalidade, variando entre 0,0 a 18,6%. Desse grupo são representados os tratamentos T2. Ampligo®, T5. Belt®, T6. Benevia® (500,0 mL), T7. Benevia® (750,0 mL), T8. Connect®, T9. Curyom® 550 CE, T10. Danimen® 300EC, T11. Engeo Pleno®, T15. Fury® 200 EW, T16. Hero®, T19. Lorsban® 480 BR, T20. Marshal Star®, T21. Perito®, T24. Premio® (120,0 mL), T25. Premio® (150,0 mL), T26. Talisman®, T27. Talstar® 100 CE e T28. Voliam Flexi®. Essa aparente perda de eficiência dos produtos pode ser devida a diversos fatores: inerentes à praga, ao produto e ao momento e/ou à tecnologia de aplicação.

Tabela 3 - Porcentagem de mortalidade acumulada do segundo ínstar larval de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) sob efeito dos diferentes tratamentos após 1, 2, 3, 4 e 5 dias da aplicação, por contaminação via ingestão. Universidade do Estado da Bahia (*Campus IX*), Barreiras-BA, 2016/17.

Tratamento ¹	1 Dia ¹	2 Dias	3 Dias	4 Dias	5 Dias
1. Testemunha	2,5 a D	2,5 a F	2,5 a D	2,5 a F	2,5 a F
2. Ampligo [®] (220,0 mL)	2,8 a D	5,6 a F	10,8 a D	16,1 a F	42,0 b D
3. Avatar [®] (400,0 mL)	67,5 a B	82,2 b B	92,2 b A	95,0 b A	95,0 b A
4. Avatar [®] (600,0 mL)	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A
5. Belt [®] (150,0 mL)	5,0 a D	7,5 a F	12,5 a D	12,5 a F	20,3 a E
6. Benevia [®] (500,0 mL)	0,0 a D	0,0 a F	35,0 b C	67,5 c C	80,0 d B
7. Benevia [®] (750,0 mL)	5,0 a D	20,6 b E	46,9 c C	80,6 d B	94,4 e A
8. Connect [®] (1,0 L)	0,0 a D	0,0 a F	5,0 a D	5,0 a F	5,0 a F
9. Curyom [®] 550 CE (500,0 mL)	7,5 a D	7,5 a F	10,6 a D	23,6 b E	42,2 c D
10. Danimen [®] 300EC (100,0 mL)	15,0 a D	25,0 a E	42,5 b C	47,5 b D	47,5 b D
11. Engeo Pleno [®] (250,0 mL)	2,5 a D	2,5 a F	7,8 a D	7,8 a F	7,8 a F
12. Exalt [®] (75,0 mL)	62,5 a B	82,5 b B	97,5 c A	97,5 c A	97,5 c A
13. Exalt [®] (100,0 mL)	40,6 a C	63,9 b C	94,7 c A	97,5 c A	97,5 c A
14. Exalt [®] (125,0 mL)	37,5 a C	65,0 b C	95,0 c A	97,5 c A	97,5 c A
15. Fury [®] 200 EW (250,0 mL)	0,0 a D	0,0 a F	0,0 a D	5,3 a F	5,3 a F
16. Hero [®] (300,0 mL)	10,0 a D	15,0 a E	17,5 a D	17,5 a F	17,5 a E
17. Lannate [®] BR (1,5 L)	94,7 a A	97,2 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A
18. Larvin [®] 800 WG (500,0 g)	65,0 a B	90,0 b B	100,0 b A	100,0 b A	100,0 b A
19. Lorsban [®] 480 BR (1,5 L)	7,5 a D	62,5 b C	82,5 c A	82,5 c B	82,5 c B
20. Marshal Star [®] (1,2 L)	10,6 a D	13,1 a F	13,1 a D	13,1 a F	13,1 a F
21. Perito [®] (1,5 Kg)	10,0 a D	45,0 b D	60,0 c B	62,5 c C	62,5 c C
22. Pirate [®] (800,0 mL)	90,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A
23. Pirate [®] (1,0 L)	97,5 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A
24. Premio [®] (120,0 mL)	0,0 a D	0,0 a F	13,3 b D	30,8 c E	66,7 d C
25. Premio [®] (150,0 mL)	2,5 a D	5,0 a F	12,5 a D	32,5 b E	57,5 c C
26. Talisman [®] (1,0 L)	0,0 a D	17,8 b E	20,3 b D	20,3 b F	20,3 b E
27. Talstar [®] 100 CE (600,0 mL)	18,6 a D	21,4 a E	24,2 a D	26,7 a E	26,7 a E
28. Voliam Flexi [®] (200,0 mL)	7,5 a D	25,0 b E	33,1 b C	64,5 c C	77,0 d B

¹Médias seguidas por letras iguais na coluna (maiúscula) e minúscula (linha) não diferem entre si pelo Teste de Scott & Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Foi possível observar um padrão em alguns tratamentos, os quais durante os dias de avaliação mantiveram sua mortalidade praticamente constante, ou seja, não diferiram estatisticamente entre os DAA. Entre os tratamentos que seguem esse

padrão estão o T5. que apresentou mortalidade variando de 5,0 a 20,3%; o T8. onde variou de 0,0 a 5%; T11. que apresentou 2,5 a 7,8% de mortalidade média; T15. variando de 0,0 a 5,3%; o T16. que apresentou mortalidade média de 10 a 17,5%; o T17. variando de 94,7 a 100,0%; e o T27. que apresentou mortalidade variando de 18,6 a 26,7%.

Observou-se também produtos que já se definiram nos primeiros DAA, não diferindo estatisticamente dos dias seguintes de avaliação, como foi o caso do T4., obtendo 100,0% desde o 1º DAA; o T20., que obteve 13,1 de mortalidade no 2º dia de avaliação permanecendo até o último DAA; o T22. e T23. que apresentaram 100,0% de mortalidade no segundo dia de avaliação; o T12., com 97,5% no 3º DAA; o T18., com 100,0% no 3º DAA; o T19. com 82,5% no 3º DAA; e o T26. que apresentou 20,3% no 3º DAA, permanecendo até o final das avaliações.

Houve tratamentos que apresentaram um aumento gradual na mortalidade média conforme avanço dos dias após aplicação, foram eles: T3., indo de 67,5 a 95,0% de mortalidade; T6., variando de 0,0 a 80,0%; T7., com variação de 5,0 a 94,4%; o T9., com mortalidade de 7,5 a 42,2%; T10., variando de 15,0 a 47,5%; o T13., com variação de 40,6 a 97,5%; o T14., indo de 37,5 a 97,5%; o T21., com mortalidade de 10,0 a 62,5%; T24. variando de 0,0 a 66,7%; o T25. com variação de 2,5 a 57,5%; e o T28., com variação de 7,5 a 77% de mortalidade média.

No 5º DAA, ultimo dia de avaliação, os tratamentos se dividiram em 6 grupos estatísticos. Estão no grupo A, de maior mortalidade média com variação de 94,4 a 100,0%, os tratamentos T3., T4., T7., T12., T13., T14., T17., T18., T22. e T23. Com uma mortalidade média menor está o grupo B, representado pelos tratamentos T6., T19. e T28. com variação entre 77,0 a 82,5% de mortalidade média. No grupo estatístico C, variando de 57,5 a 66,7% de mortalidade estão, T21., T24. e T25.. O grupo D, representado pelos produtos T2., T9. e T10., apresentou variação de mortalidade de 42,0 a 47,5%. Com um intervalo de mortalidade entre 17,5 a 26,7% está o grupo estatístico E, representado por T5., T16., T26. e T27.. Para o grupo F, de menor mortalidade, entre 5,0 a 13,1%, estão os tratamentos T8., T11., T15. e T20. Para o grupo que apresentou a maior mortalidade (A), estão disponíveis 6 ingredientes químicos para utilização.

Na avaliação da relação dose-resposta dos tratamentos (relação entre a mortalidade significativa e a dosagem do produto), 5 produtos foram testados em mais de uma dosagem. O tratamento Avatar® (400,0 mL) obteve 67,5% de

mortalidade média no 1º DAA chegando a 95,0% no 5º DAA, enquanto que o Avatar® (600,0 mL) obteve 100,0%, apenas no 1º DAA, onde a maior dose apresentou melhor desempenho, diferindo estatisticamente durante os primeiros dias de avaliação da dose inferior. Para o Benevia® (500,0 mL e 750,0 mL) ocorreu basicamente o mesmo que os tratamentos anteriores, com porcentagem de mortalidade média no 5º DAA de 80,0% e 94,4%, respectivamente, sendo que o de maior dosagem teve uma melhor resposta desde o primeiro dia. Isso mostra que uma dose maior desses produtos é necessária para ter um controle eficaz.

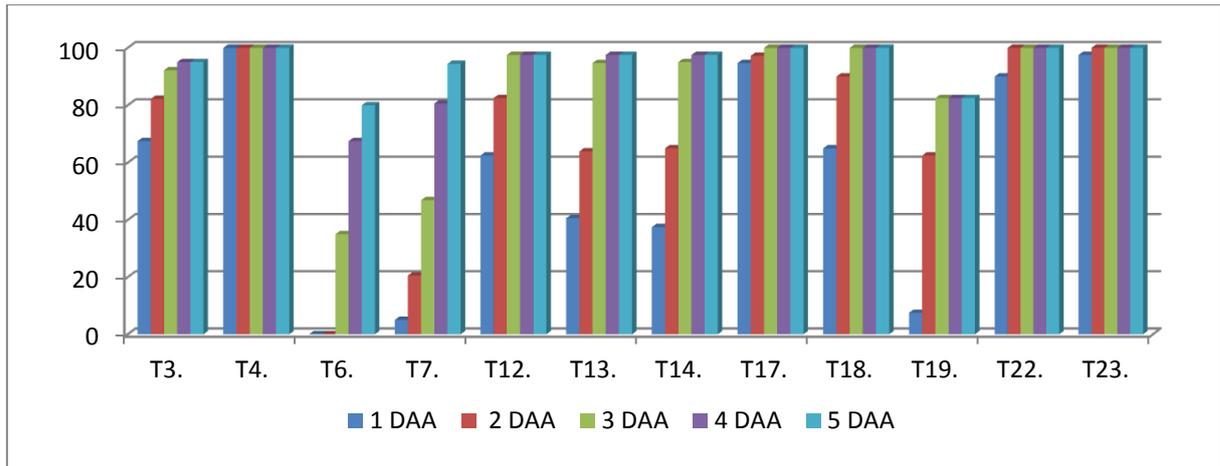
Os tratamentos Exalt® (75,0 mL, 100,0 mL e 125,0 mL) obtiveram 97,5% de mortalidade ao 5º DAA, porém o de menor dose (75 mL) obteve melhor desempenho desde o 1º DAA com maior mortalidade média em comparação as doses superiores, logo não há necessidade de aumento de dose para o respectivo produto, além de evitar um custo mais caro e impraticável comercialmente. De acordo com a bula do produto, a menor dose é recomendada para o controle de baixas infestações (quando as lagartas ainda são menores). A maior dose oferece um período de controle mais longo (maior residuidade biológica), o que explica eles levarem mais tempo que a menor dose para atingirem uma taxa de mortalidade constante considerada efetiva.

Para os tratamentos Pirate® (800,0 mL e 1,0 L) observou-se 100,0% de mortalidade, não diferindo entre si em nenhum dia das avaliações, logo não se justifica aumento de dose para o respectivo produto, não havendo efeito dose-resposta. No caso dos tratamentos Premio® (120,0 mL e 150,0 mL), não houve dose-resposta, onde as dosagens não diferiram estatisticamente entre si. Isso deve ao seu ingrediente ativo que necessita algum tempo para promover a morte dos insetos, o que faz com que sua eficiência relativa sobre a mortalidade dos mesmos tenda a ocorrer em avaliações posteriores a 72 horas. Visto que a maior dosagem aplicada não obteve resultados significativos de eficiência, necessitando de uma dosagem superior a 150 mL para mortalidade desejada.

Ao final do ensaio, apenas 12 dos 27 tratamentos apresentaram eficientes em lagartas de 2º instar (Figura 4). Em relação aos grupos químicos, dentro desses 12 tratamentos que obtiveram maiores resultados estão presentes a Oxadiazina, a Diamida antranílica, Espinosina, Metilcarbamato de oxima, Organofosforado e Análogo de Pirazol. Ter essa ampla opção de grupos químicos com alta eficiência é importante, pois permite maior rotatividade dos mesmos, com diferentes modos de

ação, auxiliando principalmente sobre o manejo de resistência de insetos a produtos químicos. De acordo com Gallo et al. (2002), o uso de inseticidas químicos seguindo um plano baseado na rotação de produtos com características distintas consiste na estratégia eficaz na prevenção ao desenvolvimento da resistência.

Figura 4. Tratamentos que obtiveram eficácia igual ou superior a 80% até o 5º dia de avaliação em lagartas de *S. frugiperda* de 2º instar.



CESSA et al. (2013) constataram que inseticidas neurotóxicos com ação de “choque”, quando utilizados isoladamente ou em mistura com outros inseticidas tiveram, em geral, eficiência relativa sobre a mortalidade de *S. frugiperda* em até 48 horas, e que aqueles reguladores do crescimento dos insetos utilizados isoladamente tiveram eficiência relativa superior a 80% sobre a mortalidade de lagartas *S. frugiperda* a partir do terceiro dia.

Os produtos Ampligo[®], Belt[®] e Premio[®], que possuem os ingredientes ativos Flubendiamida, do grupo químico Diamida do ácido ftálico, e Clorantianiliprole, do grupo químico Antranilamida, necessitam algum tempo para promover a morte dos insetos, o que faz com que sua eficiência relativa sobre a mortalidade dos mesmos tenda a ocorrer em avaliações posteriores a 72 horas. Esses inseticidas ativam os receptores da rianodina via regulação da liberação de cálcio no retículo sarcoplasmático de células musculares, afetando a contração muscular dos insetos (SATELLE et al., 2008). Neste trabalho, apresentaram resultados entre 20,3 a 66,7% de mortalidade mesmo após 120 horas, considerando não satisfatório, o que pode ser explicado pela perda de eficácia do produto.

Existem inseticidas capazes de atuar mais rapidamente sobre a mortalidade de lagartas. É o caso do metomil e do tiodicarbe, grupo químico Metilcarbamato de

oxima, onde os produtos Lannate® BR (metomil, 1,5 L p.c./ha) e Larvin® 800 WG (tiodicarbe, 500 g p.c./ha) tiveram mortalidade acima de 90% após 48h da aplicação. Os carbamatos aumentam a taxa respiratória em 4-5 vezes o normal, dando uma perda de água e é determinado pela intensa hiperatividade dos insetos. Esse resultado pode ser visto também no trabalho de Cessa et al. (2013) que em até 48h horas da implantação do ensaio, com folhas de milho imersas em solução contendo o ingrediente ativo metomil (800 mL p.c./ha), nenhuma lagarta *S. frugiperda* sobreviveu.

Em relação ao Espinetoram, esse inseticida é pertencente ao grupo das espinosinas, e de acordo com Gallo et al., (2002) é eficiente no controle de lagartas nos primeiros dias após a aplicação. Resultado esse visto no presente trabalho, onde o produto Exalt®, nas três dosagens diferentes, obtiveram resultados significativos a partir do 3º DAA. Resultado semelhante ao de Tomquelski; Martins (2007) que após o 3º DAA o inseticida spinosad foi o mais eficiente (84%) em lagartas <1,5 cm.

Já o produto Curyom® 550 CE apresentou 42,2% de eficiência no período avaliado, pelo fato do seu ingrediente ativo, o Lufenuron, pertencer ao grupo das benzoiluréias. De acordo com Silva et al. (2003) a eficiência dos inseticidas pertencentes a esse grupo químico só é percebida após algumas semanas da aplicação, pois essas moléculas químicas têm a característica de não apresentar efeito de choque e de apresentar efeito residual. A diferença marcante na porcentagem de mortalidade das lagartas no tratamento com lufenuron pode ser observada no trabalho de Tomquelski; Martins (2007) entre as avaliações de três DAA (70%) e sete e 14 DAA (91 e 92% respectivamente), isso se deve ao modo de ação do inseticida, que é mais lento. As benzoiluréias inibem a formação da quitina, assim, larvas ou lagartas tratadas com estes inseticidas não podem libertar-se de sua exocutícula, por não conseguirem secretar endocutícula nova (Retnakaran et al., 1985).

Em relação ao princípio ativo clorpirifós, Toscano et al. (2012), ao avaliarem o efeito dele não constataram redução da população de lagarta-do-cartucho em milho, com duas aplicações de clorpirifós, em Cassilândia - MS. Resultado diferente do encontrado no presente trabalho, onde o produto Lorsban® 480 BR demonstrou sua eficiência efetiva a partir do 3º DAA chegando a 82,5%. Geralmente, quando um inseticida não controla adequadamente, o usuário tende a aplicar o mesmo produto,

as vezes utilizando doses maiores. Essa prática deve ser desaconselhada, para não dar continuidade ao processo de seleção de indivíduos resistentes. Isso pode ter sido um dos motivos que levaram a esse resultado, encontrado por Toscano et al., ao fazer duas aplicações.

Essa eficiência relativa dos inseticidas testados sobre a mortalidade de pragas agrícolas está relacionada com os seus modos de ação e/ou absorção pelo inseto, podendo ou não ter ação tóxica imediata com influência sobre seu desenvolvimento, residual, associações em calda e tipo de formulação desses produtos e que a quantidade do ingrediente ativo do inseticida depositada sobre a folha também é determinante para toxidez de insetos (CESSA et al., 2013).

4.2 Resultados dos ensaios com lagartas de 3º Instar

A mortalidade acumulada de insetos na Testemunha (sem aplicação) foi de 2,5% após cinco dias de avaliação, evidenciando o bom estado de sanidade e vigor dos insetos utilizados, além da manipulação adequada. Esses fatores são importantes para mostrar que não houve interferência nos tratamentos além da ação dos diferentes inseticidas.

Houve diferença entre tratamentos em todos os dias de avaliação. No 1º Dia após a aplicação (DAA), observou cinco grupos diferentes de controle (Tabela 4), havendo estatisticamente diferenças entre si.

O grupo A foi o de maior mortalidade, atingindo uma variação de 95 a 97,5% de mortalidade média apenas no 1º DAA. Esse grupo é representado pelos tratamentos T17. Lannate® BR, T18. Larvin® 800 WG, T22. Pirate® (800,0 mL) e T23. Pirate® (1,0 L). Esses tratamentos apresentam um efeito muito forte e definiram sua ação logo após 24h de sua aplicação.

O grupo B teve menor mortalidade, atingindo 78,1% de mortalidade média representada apenas pelo T21. Perito®. O grupo C encontra-se um menor controle, alcançando uma porcentagem de 50,0 a 62,5% de mortalidade média, sendo representado por T3. Avatar® (400,0 mL), e T4. Avatar® (600,0 mL) são tratamentos representados pelo mesmo produto, apenas diferindo nas dosagens. Já com menores porcentagens de mortalidade média das lagartas, variando de 27,5 a 42,5% para o 1º DAA, está o grupo D representando o T12. Exalt® (75,0 mL), T13. Exalt® (100,0 mL) e T14. Exalt® (125,0 mL) também apenas diferindo nas dosagens.

O grupo E, foram os tratamentos que não diferiram da testemunha, considerados com baixa taxa de mortalidade, variando entre 0,0 a 10,0%. Desse grupo são representados os tratamentos T2. Ampligo®, T5. Belt®, T6. Benevia® (500,0 mL), T7. Benevia® (750,0 mL), T8. Connect®, T9. Curyom® 550 CE, T10. Danimen® 300 EC, T11. Engeo Pleno®, T15. Fury® 200 EW, T16. Hero®, T19. Lorsban® 480 BR, T20. Marshal Star®, T24. Premio® (120,0 mL), T25. Premio® (150,0 mL), T26. Talisman®, T27. Talstar® 100 CE e T28. Voliam Flexi®.

Foi possível observar um padrão em alguns tratamentos, os quais durante os dias de avaliação mantiveram sua mortalidade praticamente constante, ou seja, não diferiram estatisticamente entre os DAA. Entre os tratamentos que seguem esse padrão estão o T5. que apresentou mortalidade variando de 0,0 a 2,5%; o T10. onde

variou de 10,0 a 12,5%; o T11. que apresentou 0,0 a 5,0% e o T19. variando de 7,5 a 15,0% sua mortalidade média.

Tabela 4. Porcentagem de mortalidade acumulada do terceiro ínstar larval de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) sob efeito dos diferentes tratamentos após 1, 2, 3, 4 e 5 dias da aplicação, por contaminação via ingestão. Universidade do Estado da Bahia (*Campus IX*), Barreiras-BA, 2016/17.

Tratamento ¹	1 Dia ¹	2 Dias	3 Dias	4 Dias	5 Dias
1. Testemunha	0,0 a E	0,0 a C	2,5 a C	2,5 a D	2,5 a D
2. Ampligo [®] (220,0 mL)	5,0 a E	10,0 a C	17,5 b C	22,5 b C	22,5 b C
3. Avatar [®] (400,0 mL)	50,0 a C	77,5 b B	82,5 b B	90,0 c A	92,5 c A
4. Avatar [®] (600,0 mL)	62,5 a C	82,5 b B	97,5 c A	100,0 c A	100,0 c A
5. Belt [®] (150,0 mL)	0,0 a E	0,0 a C	0,0 a C	0,0 a D	2,5 a D
6. Benevia [®] (500,0 mL)	0,0 a E	0,0 a C	12,5 b C	15,0 b C	22,5 b C
7. Benevia [®] (750,0 mL)	2,5 a E	2,5 a C	5,0 a C	10,3 a C	31,1 b C
8. Connect [®] (1,0 L)	0,0 a E	0,0 a C	0,0 a C	0,0 a D	0,0 a D
9. Curyom [®] 550 CE (500,0 mL)	0,0 a E	7,8 a C	7,8 a C	17,8 b C	27,8 c C
10. Danimen [®] 300EC (100,0 mL)	10,0 a E	10,0 a C	12,5 a C	12,5 a C	12,5 a D
11. Engeo Pleno [®] (250,0 mL)	0,0 a E	0,0 a C	2,5 a C	2,5 a D	5,0 a D
12. Exalt [®] (75,0 mL)	36,1 a D	67,0 b B	72,0 b B	72,0 b B	72,0 b B
13. Exalt [®] (100,0 mL)	27,5 a D	75,0 b B	82,5 b B	90,0 c A	90,0 c A
14. Exalt [®] (125,0 mL)	42,5 a D	75,0 b B	77,5 b B	82,5 b B	82,5 b B
15. Fury [®] 200 EW (250,0 mL)	0,0 a E	0,0 a C	0,0 a C	0,0 a D	0,0 a D
16. Hero [®] (300,0 mL)	2,5 a E	7,5 a C	7,5 a C	7,5 a D	7,5 a D
17. Lannate [®] BR (1,5 L)	95,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A
18. Larvin [®] 800 WG (500,0 g)	95,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A
19. Lorsban [®] 480 BR (1,5 L)	7,5 a E	12,5 a C	15,0 a C	15,0 a C	15,0 a C
20. Marshal Star [®] (1,2 L)	0,0 a E	0,0 a C	0,0 a C	0,0 a D	0,0 a D
21. Perito [®] (1,5 Kg)	78,1 a B	97,2 b A	97,2 b A	97,2 b A	97,2 b A
22. Pirate [®] (800,0 mL)	97,5 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A
23. Pirate [®] (1,0 L)	97,5 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A	100,0 a A
24. Premio [®] (120,0 mL)	0,0 a E	5,0 a C	10,0 b C	15,0 b C	27,5 c C
25. Premio [®] (150,0 mL)	0,0 a E	0,0 a C	5,0 a C	10,0 a C	22,8 b C
26. Talisman [®] (1,0 L)	0,0 a E	0,0 a C	0,0 a C	0,0 a D	0,0 a D
27. Talstar [®] 100 CE (600,0 mL)	2,5 a E	2,5 a C	2,5 a C	2,5 a D	2,5 a D
28. Voliam Flexi [®] (200,0 mL)	0,0 a E	0,0 a C	10,0 b C	15,0 b C	20,0 b C

¹Médias seguidas por letras iguais na coluna (maiúscula) e minúscula (linha) não diferem entre si pelo Teste de Scott & Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se também produtos que já se definiram nos primeiros DAA, não diferindo estatisticamente dos dias seguintes de avaliação, como foi o caso do T8., T15., T20. e T26. onde suas eficiências foram de 0,0% até o ultimo dia de avaliação; o T27. obteve 2,5% de mortalidade média desde o 1º DAA permanecendo até o ultimo dia; o T16. que apresentou 7,5% de mortalidade no 2º dia de avaliação permanecendo até o último DAA; o T21. que manteve 97,2% no 2º dia até o ultimo dia; o T17., T18., T22. e T23. apresentaram 100,0% de mortalidade no segundo dia de avaliação; o T10. obteve 12,5% no 3º DAA; o T12. com 72,0% no 3º DAA; e o T19. que apresentou 15,0% no 3º DAA, permanecendo até o final das avaliações.

Houve tratamentos que apresentaram um aumento gradual na mortalidade média conforme avanço dos dias após aplicação, foram eles: T2., que obteve de 5,0 a 22,5% de mortalidade; T3., indo de 50,0 a 92,5% de mortalidade; T4., que foi de 62,5 a 100%; T6., variando de 0,0 a 22,5%; T7., com variação de 2,5 a 31,1%; o T9., com mortalidade de 0,0 a 27,8%; o T13., com variação de 27,5 a 90,0%; o T14., indo de 42,5 a 82,5%; T24. variando de 0,0 a 27,5%; o T25. com variação de 0,0 a 22,8%; e o T28., com variação de 0,0 a 20,0% de mortalidade média.

No 5º DAA, ultimo dia de avaliação, os tratamentos se dividiram em 4 grupos estatísticos. Estão no grupo A, o grupo de maior mortalidade média, com variação de 90,0 a 100,0%, representado pelos tratamentos T3., T4., T13., T17., T18., T21., T22. e T23.. O grupo B, representado pelos produtos T12. e T14., apresentaram uma mortalidade média de 72,0 a 82,5%, respectivamente. Com um intervalo de mortalidade entre 15,0 a 31,1% está o grupo estatístico C, representado por T2., T6., T7., T9., T19., T24., T25. e T28.. Para o grupo D, com mortalidade entre 0,0 a 12,5%, estão os tratamentos T5., T8., T10., T11., T15., T16., T20., T26. e o T27.. Para o grupo que apresentou a maior mortalidade (A), estão disponíveis 6 ingredientes químicos para utilização.

Na avaliação da relação dose-resposta dos tratamentos (relação entre a mortalidade significativa e a dosagem do produto), 5 produtos foram testados em mais de uma dosagem. O tratamento Avatar® (400,0 mL) obteve 50,0% de mortalidade média no 1º DAA chegando a 92,5% no 5º DAA, enquanto que o Avatar® (600,0 mL) obteve 62,5%, no 1º DAA chegando a 100,0% no 5º DAA, não diferindo estatisticamente da dose inferior, porém a maior dose apresentou melhor desempenho, isso se deve porque a lagarta é maior, exigindo uma maior quantidade de ingrediente ativo. Para o Benevia® (500,0 mL e 750,0 mL) ocorreu basicamente o

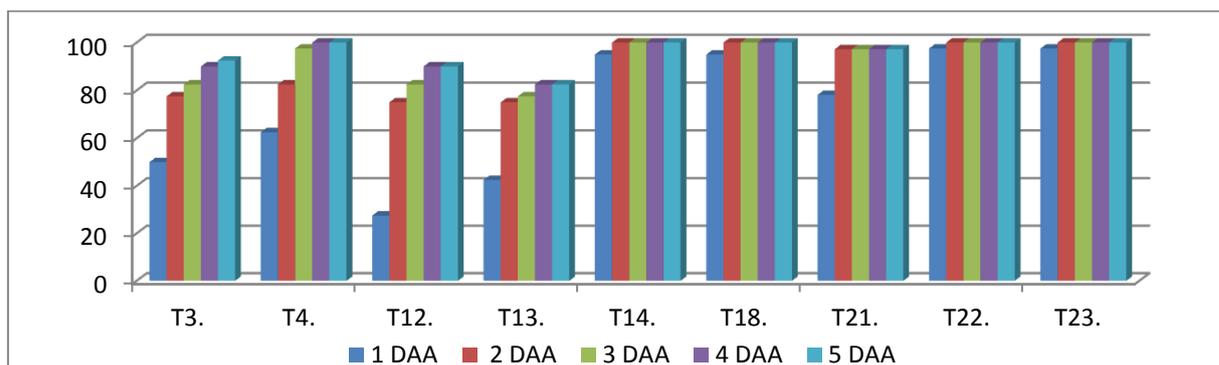
mesmo que os tratamentos anteriores com porcentagem de mortalidade média no 5º DAA de 22,5 e 31,1%, respectivamente, entretanto, nenhum dos dois alcançou resultados significativos, e como não houve dose-resposta necessita de uma dosagem superior a 750,0 mL para mortalidade desejada.

Os tratamentos Exalt® (75,0 mL, 100,0 mL e 125,0 mL) obtiveram 72,0%, 90,0% e 82,5% de mortalidade ao 5º DAA, respectivamente, sendo que a dose intermediária (100 mL) diferiu significativamente em relação as outras dosagens com maior mortalidade média. A maior dose além de ser recomendada para altas infestações (lagartas maiores), oferece um período de controle mais longo (maior residuidade biológica), o que explica eles levarem mais tempo que a de menor dose para atingirem uma taxa de mortalidade constante.

Para os tratamentos Pirate® (800,0 mL e 1,0 L) observou-se 100,0% de mortalidade, não diferindo entre si em nenhum dia das avaliações, logo não se justifica aumento de dose para o respectivo produto, não havendo efeito dose-resposta. No caso dos tratamentos Premio® (120,0 mL e 150,0 mL), não houve dose-resposta, onde as dosagens não diferiram estatisticamente entre si, e visto que a maior dosagem aplicada não obteve resultados significativos de eficiência e apresentou mortalidade mais baixa que a menor dosagem.

Ao final do ensaio, apenas 9 dos 27 tratamentos apresentaram eficientes em lagartas de 3º instar (Figura 5). Em relação aos grupos químicos, dentro desses 9 tratamentos que obtiveram maiores resultados estão presentes a Oxadiazina, a Espinosina, Metilcarbamato de oxima, Organofosforado e Análogo de Pirazol. Ter essa ampla opção de grupos químicos com alta eficiência é importante, pois permite maior rotatividade dos mesmos, com diferentes modos de ação, auxiliando principalmente sobre o manejo de resistência de insetos a produtos químicos.

Figura 5. Tratamentos que obtiveram eficácia igual ou superior a 80% até o 5º dia de avaliação em lagartas de *S. frugiperda* de 3º instar.



Para o inseticida Curyom[®] 550 CE sua eficácia chegou a 27,8% no 5^o DAA, de acordo com Dadialla et al. (1998), isso deve-se ao modo de ação do inseticida lufenuron que é mais lento, por inibir a síntese da quitina do tegumento do inseto e só atuar no momento da troca do seu tegumento, do que, por exemplo, os produtos neurotóxicos, que comparativamente possuem ação mais rápida. Isso também pode ser visto no trabalho de Busato et al. (2006) onde o número de lagartas mortas no milho foi intermediário na avaliação de 96h sendo maior somente 120h após aplicação do lufenuron (0,006g i.a. L⁻¹). A diferença de resultado destes dois trabalhos pode estar associado ao indevido uso contínuo destes inseticidas, durante vários anos.

Em relação ao uso contínuo de um mesmo produto, é de se esperar, que ocorra um aumento da frequência relativa de alguns indivíduos “pré-adaptados” presentes em uma população e, como consequência, a eficácia do produto seja comprometida. No Brasil, indícios de que o uso contínuo de um inseticida tenha afetado a susceptibilidade das lagartas de *S. frugiperda*, são relatados por DIEZ-RODRIGUES & OMOTO (2001) para o inseticida lambda-cialotrina e por SCHMIDT (2002) para o inseticida lufenuron.

O produto Lorsban[®] 480 BR teve apenas 15% de eficiência na mortalidade no 5^o DAA. Esse resultado difere do que foi visto em lagartas de 2^o instar desse mesmo trabalho onde a sua eficácia alcançou os 82,5%. Este fato pode estar associado a um determinado grau de resistência do inseto ao inseticida devido ao seu tamanho. Os resultados de Busato et al. (2006) para o inseticida neurotóxico clorpirifós (0,960 g i.a. L⁻¹), também diferiram deste trabalho onde, o número de lagartas de 3^o instar mortas no milho apresentou eficiência de controle superior a 80% a partir de 48h após o tratamento.

Dentre os fatores pertinentes à velocidade na obtenção de 100% de eficiência relativa sobre a mortalidade das lagartas de *S. frugiperda* de 3^o instar pode-se citar o mecanismo de ação como um dos mais importantes. A diferença entre produtos testados quanto à eficiência relativa sobre a mortalidade nos períodos avaliados ocorreu devido aos seus diferentes mecanismos de ação e instar larval.

4.3 Resultados dos ensaios com lagartas de 4º Instar

A mortalidade acumulada de insetos na Testemunha (sem aplicação) permaneceu 0,0% até o final das avaliações (5º dia), mostrando, dessa forma que as condições gerais de sanidade, manipulação e dieta eram adequadas. Esses fatores são importantes para mostrar que não houve interferência nos tratamentos além da ação dos diferentes inseticidas.

Houve diferença entre tratamentos em todos os dias de avaliação. No 1º Dia após a aplicação (DAA), observou quatro grupos diferentes de controle (Tabela 5), havendo estatisticamente diferenças entre si.

O grupo A, teve maior mortalidade e atingiu 90,0% de mortalidade média com apenas um produto, T23. Pirate® (1,0 L). Esse tratamento apresentou maior eficiência e definiu sua ação logo após 24h de sua aplicação.

O grupo B encontra-se um menor controle, alcançando uma porcentagem de 50,6 a 62,0% de mortalidade, sendo representado por T17. Lannate® BR, T18. Larvin® 800 WG e T22. Pirate® (800,0 mL). Com uma menor porcentagem de mortalidade média das lagartas, atingindo 37,5% de mortalidade média com apenas um produto, está T21. Perito® representando o grupo C. O grupo D foram os tratamentos que não diferiram da testemunha, considerados com baixa taxa de mortalidade, variando entre 0,0 a 25,6%. Desse grupo estão representados os tratamentos T2. Ampligo®, T3. Avatar® (400,0 mL), T4. Avatar® (600,0 mL), T5. Belt®, T6. Benevia® (500,0 mL), T7. Benevia® (750,0 mL), T8. Connect®, T9. Curyom® 550 CE, T10. Danimen® 300 EC, T11. Engeo Pleno®, T12. Exalt® (75,0 mL), T13. Exalt® (100,0 mL), T14. Exalt® (125,0 mL), T15. Fury® 200 EW, T16. Hero®, T19. Lorsban® 480 BR, T20. Marshal Star®, T24. Premio® (120,0 mL), T25. Premio® (150,0 mL), T26. Talisman®, T27. Talstar® 100 CE e T28. Voliam Flexi®.

Foi possível observar um padrão em alguns tratamentos, os quais durante os dias de avaliação mantiveram sua mortalidade praticamente constante, ou seja, não diferiram estatisticamente entre os DAA. Entre os tratamentos que seguem esse padrão estão o T5. que apresentou mortalidade variando de 0,0 a 2,5%; T7. que variou de 2,5 a 10,0%; T10. onde variou de 5,0 a 12,8%; T11. que apresentou 0,0 a 5,0% de mortalidade média; o T12. que variou de 2,5 a 10,3%; T16. variando de 12,5 a 15,3%; T25. onde variou de 5,0 a 12,8%; e o T28. variando de 0,0 a 2,5% sua mortalidade média.

Tabela 5. Porcentagem de mortalidade acumulada do quarto ínstar larval de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) sob efeito dos diferentes tratamentos após 1, 2, 3, 4 e 5 dias da aplicação, por contaminação via ingestão. Universidade do Estado da Bahia (Campus IX), Barreiras-BA, 2016/17.

Tratamento ¹	1 Dia ¹	2 Dias	3 Dias	4 Dias	5 Dias
1. Testemunha	0,0 a D	0,0 a E	0,0 a F	0,0 a F	0,0 a E
2. Ampligo [®] (220,0 mL)	7,5 a D	10,0 a E	12,5 a E	15,0 b E	20,0 b D
3. Avatar [®] (400,0 mL)	2,5 a D	25,0 b D	32,5 b D	42,5 c D	62,5 d C
4. Avatar [®] (600,0 mL)	25,6 a D	40,6 b C	45,6 c C	53,8 d C	61,3 d C
5. Belt [®] (150,0 mL)	0,0 a D	0,0 a E	2,5 a F	2,5 a F	2,5 a E
6. Benevia [®] (500,0 mL)	5,0 a D	7,5 a E	12,5 a E	20,0 b E	20,0 b D
7. Benevia [®] (750,0 mL)	2,5 a D	5,0 a E	7,5 a F	10,0 a F	10,0 a D
8. Connect [®] (1,0 L)	0,0 a D	0,0 a E	0,0 a F	0,0 a F	0,0 a E
9. Curyom [®] 550 CE (500,0 mL)	0,0 a D	0,0 a E	2,5 a F	15,0 b E	20,0 b D
10. Danimen [®] 300EC (100,0 mL)	5,0 a D	5,0 a E	5,0 a F	10,0 a F	12,8 a D
11. Engeo Pleno [®] (250,0 mL)	0,0 a D	2,5 a E	2,5 a F	2,5 a F	5,0 a E
12. Exalt [®] (75,0 mL)	2,5 a D	2,5 a E	2,5 a F	5,0 a F	10,3 a D
13. Exalt [®] (100,0 mL)	12,5 a D	15,0 a E	17,5 a E	20,0 a E	30,3 b D
14. Exalt [®] (125,0 mL)	0,0 a D	5,0 a E	5,0 a F	7,5 a F	17,8 b D
15. Fury [®] 200 EW (250,0 mL)	0,0 a D	0,0 a E	0,0 a F	0,0 a F	0,0 a E
16. Hero [®] (300,0 mL)	12,5 a D	12,8 a E	12,8 a E	15,3 a E	15,3 a D
17. Lannate [®] BR (1,5 L)	50,6 a B	55,8 a B	58,3 a C	63,6 b C	68,9 b C
18. Larvin [®] 800 WG (500,0 g)	62,0 a B	87,5 b A	90,0 b B	92,5 b A	92,5 b A
19. Lorsban [®] 480 BR (1,5 L)	7,8 a D	13,1 a E	13,1 a E	13,1 a E	13,1 a D
20. Marshal Star [®] (1,2 L)	0,0 a D	0,0 a E	0,0 a F	0,0 a F	0,0 a E
21. Perito [®] (1,5 Kg)	37,5 a C	70,0 b B	80,0 c B	80,0 c B	82,5 c B
22. Pirate [®] (800,0 mL)	57,5 a B	92,0 b A	100,0 b A	100,0 b A	100,0 b A
23. Pirate [®] (1,0 L)	90,0 a A	100,0 b A	100,0 b A	100,0 b A	100,0 b A
24. Premio [®] (120,0 mL)	0,0 a D	2,5 a E	2,5 a F	7,5 b F	10,0 b D
25. Premio [®] (150,0 mL)	5,0 a D	10,0 a E	10,0 a E	10,0 a F	12,8 a D
26. Talisman [®] (1,0 L)	2,5 a D	2,5 a E	2,5 a F	2,5 a F	2,5 a E
27. Talstar [®] 100 CE (600,0 mL)	2,5 a D	7,5 a E	10,3 b E	15,3 b E	15,3 b D
28. Voliam Flexi [®] (200,0 mL)	0,0 a D	0,0 a E	2,5 a F	2,5 a F	2,5 a E

¹Médias seguidas por letras iguais na coluna (maiúscula) e minúscula (linha) não diferem entre si pelo Teste de Scott & Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se também produtos que já se definiram nos primeiros DAA, não diferindo estatisticamente dos dias seguintes de avaliação, como foi o caso do T8., T15. e T20. onde suas eficiências foram de 0% até o ultimo dia de avaliação; o T26.

obteve 2,5% de mortalidade média desde o 1º DAA permanecendo até o último dia; o T19. que apresentou 13,1% de mortalidade no 2º dia de avaliação permanecendo até o último DAA; o T23. apresentou 100,0% de mortalidade no segundo dia de avaliação; o T22. obteve 100,0% no 3º DAA e o T28. que apresentou 2,5% no 3º DAA, permanecendo até o final das avaliações.

Houve tratamentos que apresentaram um aumento gradual na mortalidade média conforme avanço dos dias após aplicação, foram eles: T2., que obteve de 7,5 a 20,0% de mortalidade; T3., indo de 2,5 a 62,5% de mortalidade; T4., que foi de 25,6 a 61,3%; T6., variando de 5,0 a 20,0%; T9., com variação de 0,0 a 20,0%; o T13., com mortalidade de 12,5 a 30,3%; o T14., indo de 0,0 a 17,8%; T17., variando de 50,6 a 68,9%; T18. com variação de 62,0 a 92,5%; T21. indo de 37,5 a 82,5%; T24. variando de 0,0 a 10,0%; e o T27., com variação de 2,5 a 15,3% de mortalidade média.

No 5º DAA, último dia de avaliação, os tratamentos se dividiram em 5 grupos estatísticos. Estão no grupo A, grupo de maior mortalidade, variando de 92,5 a 100,0%, os tratamentos T18., T22. e T23.. Para o grupo B, com mortalidade de 82,5%, está representado o T21.. O grupo C, representado pelos produtos T3., T4. e T17., apresentaram uma mortalidade média de 61,3 a 68,9%. Com um intervalo de mortalidade entre 10,0 a 30,3% está o grupo D, representado por T2., T6., T7., T9., T10., T12., T13., T14., T16., T19., T24., T25. e T27.. No grupo E, último grupo de menor mortalidade, variando de 0,0 a 5,0%, os tratamentos T5., T8., T11., T15., T20., T26. e o T28.. Para os grupos que apresentaram a maior mortalidade (A e B), estão disponíveis 3 ingredientes químicos para utilização.

Na avaliação da relação dose-resposta dos tratamentos (relação entre a mortalidade significativa e a dosagem do produto), 5 produtos foram testados em mais de uma dosagem. O tratamento Avatar® (400,0 mL) obteve 2,5% de mortalidade média no 1º DAA chegando a 52,5% no 5º DAA, enquanto que o Avatar® (600,0 mL) obteve 25,6%, no 1º DAA chegando a 61,3% no 5º DAA, não diferindo estatisticamente da dose inferior, porém a maior dose apresentou melhor desempenho. Para o Benevia® (500,0 mL e 750,0 mL) ocorreu basicamente o mesmo que os tratamentos anteriores com porcentagem de mortalidade média no 5º DAA de 20,0 e 10,0%, respectivamente, entretanto, nenhum dos dois alcançou resultados significativos, e como não houve dose-resposta necessita de uma dosagem superior a 750,0 mL para mortalidade desejada.

Os tratamentos Exalt[®] (75,0 mL, 100,0 mL e 125,0 mL) obtiveram 10,3%, 30,3% e 17,8%, respectivamente, de mortalidade ao 5º DAA, sendo que nenhum dos três diferiu estatisticamente e alcançou resultados significativos, porém, a dose intermediária (100,0 mL) foi o que apresentou melhor mortalidade em comparação as outras dosagens.

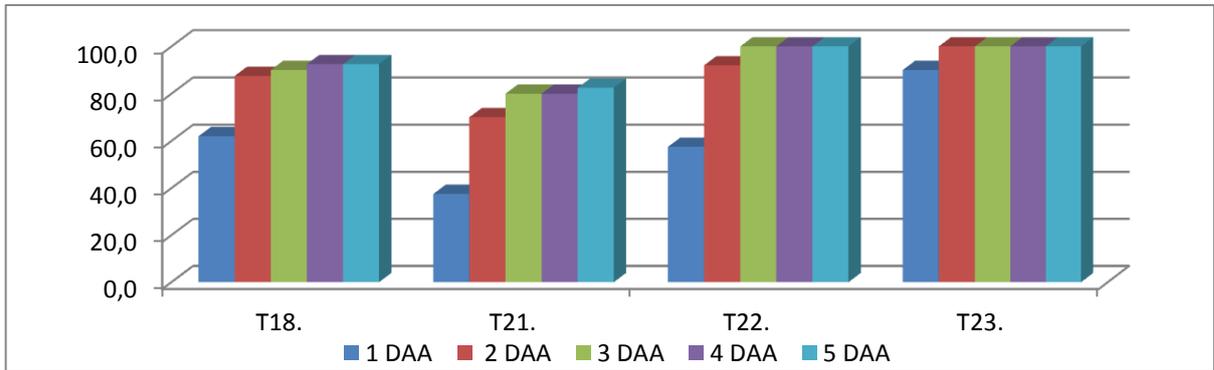
Para os tratamentos Pirate[®] (800,0 mL e 1,0 L) observou-se 100% de mortalidade, não diferindo entre si nas últimas avaliações, porém sua maior dosagem (1,0 L) obteve melhor resposta logo no 1º DAA. No caso dos tratamentos Premio[®] (120,0 mL e 150,0 mL), não houve dose-resposta, onde as dosagens não diferiram estatisticamente entre si, porém a dosagem maior obteve maior desempenho, entretanto não obteve resultados significativos de eficiência, necessitando de uma dosagem superior a 150,0 mL para mortalidade desejada.

Ao final do ensaio, apenas 4 dos 27 tratamentos apresentaram eficientes em lagartas de 4º instar (Figura 6). Em relação aos grupos químicos, dentro desses 4 tratamentos que obtiveram maiores resultados estão presentes o Metilcarbamato de oxima, Organofosforado e Análogo de Pirazol. Ter essa opção de grupos químicos com alta eficiência é importante, pois permite maior rotatividade dos mesmos, com diferentes modos de ação, auxiliando principalmente sobre o manejo de resistência de insetos a produtos químicos.

Essa diferença nos resultados, comparados aos outros instares estudados, mostra que alguns fatores como idade em que ocorreu a infecção e quantidade ingerida, podem influenciar no efeito do inseticida e o tempo de ação. Estes resultados confirmam as citações de Matrangolo (2003) que o efeito do inseticida, para um determinado hospedeiro, entre outros aspectos é inversamente proporcional ao tamanho da lagarta, portanto, pulverizações quando aplicados nos primeiros estádios larvais da *Spodoptera* podem aumentar a eficiência no controle.

De acordo com Valicente; Cruz (1991), avaliando o efeito e diferentes concentrações de um produto na mortalidade de lagartas de *S. frugiperda* em diferentes idades, observou que quanto maior era a lagarta no dia da ingestão mais ela demorava em morrer.

Figura 6. Tratamentos que obtiveram eficácia igual ou superior a 80% até o 5º dia de avaliação em lagartas de *S. frugiperda* de 4º instar.



5 CONCLUSÕES

a) Em lagartas de segundo instar os produtos que tiveram maior mortalidade, acima de 80%, são Avatar[®] (400,0 mL e 600,0 mL), Benevia[®] (750,0 mL), Exalt[®] (75,0 mL, 100,0 mL e 125,0 mL), Lannate[®] BR (1,5 L), Larvin[®] 800 WG (500,0 g), Lorsban[®] 480 BR (1,5 L) e Pirate[®] (0,8 L e 1,0 L).

b) No terceiro instar, os produtos mais eficientes são Avatar[®] (400,0 mL e 600,0 mL), Exalt[®] (100,0 mL e 125,0 mL), Lannate[®] BR (1,5 L), Larvin[®] 800 WG (500,0 g), Perito[®] (1,5 Kg) e Pirate[®] (0,8 L e 1,0 L).

c) Nas lagartas de quarto instar os melhores são Larvin[®] 800 WG (500,0 g), Perito[®] (1,5 Kg) e Pirate[®] (0,8 L e 1,0 L).

d) O produto Perito[®] (1,5 Kg) demonstrou ser mais eficiente em lagartas de 3^o e 4^o instar, demonstrando ser mais eficiente em lagartas maiores.

e) Apenas os produtos Larvin[®] 800 WG (500,0 g) e Pirate[®] (0,8 L e 1,0 L) são eficientes no segundo, terceiro e quarto instar, sendo indicado por serem inseticidas que possuem ampla eficiência em diferentes estágios larvais. Por esses dois produtos serem de modo de ação e de grupos químicos diferentes, torna-se viável fazer rotação de químicos podendo retardar o surgimento de resistência.

REFERENCIAS

- ÁVILA, C.J.; VIVAN, L.; TOMQUELSKI, G.V. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. Circular Técnica 23 - EMBRAPA, Dourados, MS. 2013.
- BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; ZOTTI, M. J.; NÖRNBERG, S. D.; MAGALHÃES, T. R.; MAGALHÃES, J. De BANDEIRAS. Susceptibilidade de lagartas dos biótipos milho e arroz de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas com diferentes modos de ação. Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n. 1 p. 15-20, 2006.
- CAPINERA, J. L. Handbook of vegetable pests. San Diego: Academic Press, 2002.
- CESSA, R. M. A.; MELO, E. P. D.; LIMA JUNIOR, I. Dos S. De. Mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepdoptera: noctuidae) alimentadas com folhas de milho e feijoeiro imersas em soluções contendo inseticidas. Revista Agrogeoambiental, Pousada Alegre, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2013.
- CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. Controle do Algodoeiro: Monitoramento e controle. Piracicaba: POTAFÓS, 1999.
- CISNEROS, J.; GOULSON, D.; DERWENT, L. C.; PENAGOS, D.I.; HERNANDEZ, O.; WILLIAMS, T. Toxic effects of spinosad on predatory insects. Biological Control, v.23, p.156-163, 2002.
- CORDEIRO, L. Quase metade das aplicações de agrotóxicos é desperdiçada por erros. 2016. Disponível em <g1.globo.com>
- CROFT, B.A.; VAN DE BANN, H.E. Ecological and genetic factors influencing evolution of pesticide resistance in tetranychid and phytoseiid mites. Experimental e Applied Acarology, Amsterdam, v.4, p. 277-300, 1988.
- CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1995.
- CRUZ, I.; VALICENTE, F. H.; SANTOS, F. H. dos; WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A. Manual de identificação de pragas da cultura do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA - CNPMS, 1997.
- CURTIS, C. F. Theoretical models of the use of insecticide mixtures for the management of resistance. Bulletin of Entomological Research. London, v. 75, 1985.
- DADIALLA, T.S. et al. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. Annual Review of Entomology, v.43, p.545-569, 1998.
- DECOMBEL, L.; SMAGGHE, G.; TIRRY, L. Action of major insecticide groups on insect cell lines of the beet armyworm, *Spodoptera exigua*, compared with larvicidal toxicity. In Vitro Cellular & Developmental Biology – Animal, v.40, p.43-51, 2004.
- DIEZ-RODRIGUEZ, G.I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambda-cialotrina. Neotropical Entomology, v.30, n.2, p.311-316, 2001.
- FARIAS, J. R. B. Pragas mais resistentes a químicos exigem mudança nas estratégias de controle. EMBRAPA SOJA. 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2334543/pragas-mais-resistentes-a-quimicos-exigem-mudanca-nas-estrategias-de-controle>> Acesso em 03 de outubro de 2017.
- FERRAZ, M. C. D. V. Determinação das exigências térmicas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultura do milho.

- Piracicaba: ESALQ - USP, 1982, 81 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior “Luiz de Queiroz” – Piracicaba.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: Sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA, 1999. (Software estatístico)
- FIGUEIREDO, M.L.C.; CRUZ, I.; DELLA LUCIA, T.M.C. Controle integrado de *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) utilizando-se o parasitoide *Telenomus remus* NIXON. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34, n.11, p.1975-1982, 1999.
- FORNASIERI FILHO, D. Manual da Cultura do Milho. Funep, Jaboticabal SP, 2007.
- GALLO, D., O. NAKANO, S. SILVEIRA-NETO, R. P. L. CARVALHO, G. C. BATISTA, E. BERTI FILHO, J. R. P. PARRA, R. A. ZUCCHI, S. B. ALVES, J. D. VENDRAMIM, L. C. MARCHINI, J. R. S. LOPES & C. OMOTO. Entomologia agrícola. Fealq, Piracicaba. 2002.
- GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velveetbean caterpillar (Lepidoptera Noctuidae) rearing procedure and artificial medium. Journal of Economic Entomology, v.69, p. 487-488, 1976.
- GONÇALVES, G. S. CARDOSO, R. S. OLIVEIRA, W. S. A. de. CESSA, R. M. A. MELO, E. P. de. Eficiência de inseticidas no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: noctuidae) alimentadas com folhas de milho, feijão, soja e sorgo. Universidade do Estado de Mato Grosso. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.23; 2016.
- GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. Os insetos; um resumo de entomologia. 3 ed., Roca, São Paulo, 2007.
- KOMEZA, N.; FOUILLET, P.; BOULÉTREAU, M.; DELPUECH, J.M. Modification, by the insecticide chlorpyrifos, of the behavioral response to kairomones of a parasitoid wasp, *Leptopilina boulardi*. Environmental Contamination and Toxicology, v.41, p.436-442, 2001.
- MARTINELLI, S., OMOTO, C. Resistência de lepidóteros-praga a inseticidas na cultura do algodão no Brasil. Rev. bras. ol. fibros., Campina Grande, v.10, n.3, 2006.
- MATIAS, R. S. Como agem os inseticidas nos insetos. 2016. Disponível em: <<https://www.pragaseeventos.com.br/saude-ambiental/como-agem-os-inseticidas-nos-insetos/>>. Acesso em 05 de setembro de 2017.
- MATRANGOLO, W. J. R. Interação de agentes naturais no controle de populacional de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais. 2003.
- MIRANDA, J. E.; SUASSUNA, N. D. Guia de identificação e controle das principais pragas e doenças do algodoeiro. Campina Grande: EMBRAPA-CNPQ, 2004.
- MIRANDA, J. E.; SANTOS, J. B. dos; LUCENA, W. A.; PEDROSA, M. B.; ALENCAR, A. R. Nível de controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura do algodoeiro do Oeste da Bahia. 2004. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 5, Salvador, 2005.
- MORILLO, F., NOTZ, A. Resistance of *S. frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to lambda-cyhalothrin and methomyl. Entomotropica, Maracay, v. 16, 2001.
- NETO, J. G. M., Modo de ação dos agrotóxicos: mecanismo de intoxicação, antídotos, antagonistas e tratamento. UNESP, 2016. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/JOAQUIMGONCALVESMACHADONETO/7a.parte-b-mecanismo-acao-toxica-22-09-2016.pdf>>. Acesso em 09 de setembro de 2017.
- OLIVER, K.; LIU, J.; POPE, C. Inhibition of forskolin-stimulated cAMP formation in vitro by paraoxon and chlorpyrifos oxonin cortical slices from neonatal, juvenile and adult rats. Journal of Biochemical and Molecular Toxicology, v.15, p.263-269, 2001.

- PAPA, G. Pragas e seu controle. In: MORESCO, E. (Org.). Algodão: pesquisas e resultados para o campo. Cuiabá: FACUAL, 2006. p. 206-239.
- PINA, V. Diamidas. 2016. Disponível em: <<https://prezi.com/jgnvvgifs0cs/diamidas/>>. Acesso em 09 de setembro de 2017.
- POGUE, G. M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). *Memoirs of the American Entomological Society*.v.43, p. 1T202, 2002.
- RETNAKARAN, A.; GRANETT, J.; ENNIS, T. Insect growth regulators. In: KERKUT, G. A.; GILBERT, L. I. *Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology*. New York: Pergamon, 1985.
- ROMANO, F. C. B. Ação de alguns inseticidas com propriedades esterilizantes sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e seu predador *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae). Dissertação (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- ROSA, A. P. S. A. Monitoramento da lagarta-do-cartucho no milho. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS. 2011.
- RUST, M.K.; SARAN, R.K. Toxicity, repellency, and transfer of chlorfenapyr against western subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) *Journal of Economic Entomology*, v.99, p.864-872, 2006.
- SANTOS, W. J. Identificação, biologia, amostragem e controle das pragas do algodoeiro. p. 181-226. In *Algodão – Tecnologia de produção*. Embrapa Agropecuária Oeste / Embrapa Algodão, Dourados, MT. 296 p. 2001.
- SANTOS, W.J.; SANTOS, K. B.; SANTOS, R. B. Ocorrência, descrição e hábitos de *Spodoptera spp.* em algodoeiro no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. Anais... Embrapa Algodão, 2003.
- SARAN, P. E.; SANTOS, W. J. Manual de pragas do algodoeiro. [S.l.]: FMC, Embrapa Agropecuária Oeste. 2007.
- SATELLE, D. B.; CORDOVA, D.; CHEEK, T. R. Insect ryanodine receptors: molecular targets for novel pest control chemical. *Invertebrate Neuroscience*, [s.l.], v. 8, n. 3, p. 107-119, 2008.
- SILVA, M. T. B.; COSTA, E. C.; BOSS, A. Controle de *Anticarsia gemmatilis* Huebner (Lepidoptera: Noctuidae) com reguladores de crescimento de insetos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 601-605, 2003.
- SILVA, C. A. D.; RAMALHO, F. S.; MIRANDA, J. E.; ALMEIDA, R. P.; RODRIGUES, S. M. M.; ALBUQUERQUE, F. A. Sugestões Técnicas para o Manejo Integrado de Pragas do Algodoeiro no Brasil. Circular Técnica, 135. Campina Grande, PB. Embrapa Algodão, 2013.
- SCHMIDT, F.B. Linha básica de suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a lufenuron na cultura do milho. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2002.
- TAMAI, M. A.; BALDO, R.; PACHECO, D. Controle de *Spodoptera frugiperda* com uso de flubendiamida e tiodicarbe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.
- TOMQUELSK, G. V. MARTINS, G. L. M. Eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho na região dos chapadões. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.6, n.1, p.26-39, 2007.
- TOSCANO, L. C.; CALADO FILHO, G. C.; CARDOSO, A. M.; MARUYAMA, W. I.; TOMQUELSK, G. V. Impacto de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) e seus inimigos naturais em milho safrinha cultivado em

- Cassilândia e Chapadão do Sul, MS. Arquivos do Instituto Biológico de São Paulo, São Paulo, v. 79, p.223-231, 2012.
- VALICENTE, F.H.; CRUZ, I. Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com o baculovírus. Circular Técnica, n. 15, 1991.
- VIA RURAL. Defensivos Agrícolas: Pirate. 2016. Disponível em <<http://br.viarural.com/agricultura/defensivos-agricolas/basf/pirate.htm>> Acesso em 12 de setembro de 2017.
- YU, S.J. Insecticide resistance in the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Pesticide Biochemistry and Physiology, San Diego, v. 39, p. 94-91, 1991.
- YU, S.J. Detection and biochemical characterization of insecticide resistance in fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. Journal of Economic Entomology, Lanham, v. 85, p. 675-682, 1992.
- YU, S.J.; NGUYEN, S.N.; ABO-ELGHAR, G.E. Biochemical characteristics of insecticide resistance in the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Pesticide Biochemistry and Physiology, San Diego, v. 77, p. 1-11, 2003.
- YU, S.J. Insensitivity of acetylcholinesterase in a field strain of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Pesticide Biochemistry and Physiology, San Diego, v. 84, p. 135-142, 2006.