

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**SELETIVIDADE DE INSETICIDAS A *Tetrastichus howardi*
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM LAGARTAS DE *Anticarsia
gemmatalis* (LEPIDOPTERA: EREBIDAE)**

MARIANA SANTANA GUERRA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2020**

**SELETIVIDADE DE INSETICIDAS A *Tetrastichus howardi*
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM LAGARTAS DE *Anticarsia
gemmatalis* (LEPIDOPTERA: EREBIDAE)**

MARIANA SANTANA GUERRA

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Área de concentração: Produção Vegetal

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G937s Guerra, Mariana Santana

SELETIVIDADE DE INSETICIDAS A *Tetrastichus howardi* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM LAGARTAS DE *Anticarsia gemmatalis* (LEPIDOPTERA: EREBIDAE) / Mariana Santana Guerra – Dourados: UFGD, 2020.

59fls; 30 cm.

Orientador: Fabrício Fagundes Pereira

Dissertação (Mestrado em Agronomia) Programa de Pós-graduação em Agronomia.

1. Controle-biológico. 2. Laboratório estendido 3. Lagarta-da-soja. 4. Parasitoides. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela CSB.

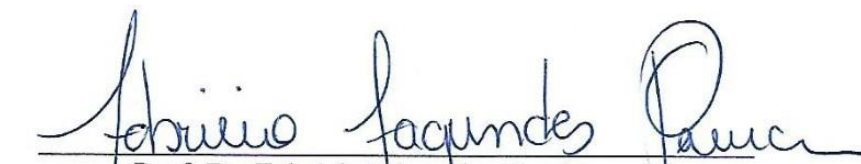
**"Seletividade de inseticidas a *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de
Anticarsia Gemmatalis (Lepidoptera:Erebidae)"**

por


MARIANA SANTANA GUERRA

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: 17/02/2020.



Prof. Dr. Fabrício Fagundes Pereira
ECA/UFGD



Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes
ECA/UFGD



Profa. Dra. Ivana Fernandes Da Silva
FCBA/ UFGD

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin.

Dedico

Ao meu irmão **Mayrllon Santana Guerra**, ao meu pai **Edmar Guerra** e minha mãe **Mara Iza Leopoldino Santana Guerra**, por todo amor, carinho e compreensão. Pelo auxílio e apoio em minhas escolhas. Por todo o esforço, trabalho e luta que dedicaram ao meu bem e a minha educação.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, por guiar meus passos durante esta jornada, por ter me ouvido e estar sempre comigo nos momentos de dificuldades e alegrias e pela força concedida para lutar pelos meus objetivos.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade concedida para realização do mestrado em Agronomia (PPGAGRO).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro com a concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira pelas oportunidades concedidas orientação e ensinamentos ao longo do mestrado, por acreditar em minha capacidade, e contribuir grandemente para meu amadurecimento pessoal.

Ao Prof. Dr. Jorge Braz Torrez pelos ensinamentos que foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

À turma do Laboratório de Controle Biológico de Insetos – LECOBIO, pelo companheirismo, pela amizade que vou levar por toda a minha vida. Aos que me auxiliaram durante a condução dos experimentos e no dia-a-dia do laboratório com as criações: Marcelo, Jamylli, Carlos, Jéssica.

Ao meu pai Edmar Guerra e minha mãe Mara Iza Leopoldino Santana Guerra por estar sempre ao meu lado, me incentivando nos momentos difíceis, dando apoio e atenção, por me ajudarem a tornar o meu sonho uma realidade.

Ao meu namorado Marcelo Sousa Barbosa, pela força e apoio, por me incentivar sempre a alcançar meus objetivos, por toda ajuda durante a realização dos meus experimentos, pelo seu companheirismo, carinho, respeito, amor, que foram essenciais para essa fase de minha vida.

A todos que de alguma forma colaboram com a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VI
RESUMO GERAL	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO GERAL	9
Capítulo 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
1.1 A cultura da Soja (<i>Glycine max</i> (L.)).....	11
1.2 Lepidópteros desfolhadores da cultura da soja	12
1.3 <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Lepidoptera: Erebidæ)	13
1.4 <i>Tetrastichus howardi</i> (Hymenoptera: Eulophidae).....	15
1.5 Seletividade de pesticidas a parasitoides	16
OBJETIVOS	17
HIPÓTESE (S)	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
Capítulo 2. Seletividade de inseticidas a <i>Tetrastichus howardi</i> (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Lepidoptera: Erebidæ)	26
Resumo	26
Abstract	27
2.1 INTRODUÇÃO	28
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	29
2.2.1 Local do experimento	29
2.2.2 Semeadura de soja	29
2.2.3 Obtenção, criação e manutenção de <i>Anticarsia gemmatalis</i>	30
2.2.4 Obtenção, criação e manutenção de <i>Tetrastichus howardi</i>	30
2.2.5 Inseticidas utilizados em experimentos	31

2.2.6 Experimento 1: Exposição de <i>Tetrastichus howardi</i> a diferentes inseticidas usando o sistema ASPECLE.....	32
2.2.6.1 Teste 1: Exposição por 24 horas de <i>Tetrastichus howardi</i> a diferentes inseticidas usando o sistema ASPECLE.....	33
2.2.6.2 Teste 2: Exposição por 120 horas de <i>Tetrastichus howardi</i> a diferentes inseticidas usando o sistema ASPECLE.....	33
2.2.7 Experimento 2: Parasitismo e desenvolvimento de <i>Tetrastichus howardi</i> após a exposição aos resíduos de inseticidas em lagartas de <i>Anticarsia gemmatalis</i>	34
2.3 RESULTADOS.....	34
2.3.1 Experimento 1 (Teste 1): Exposição por 24 horas de <i>Tetrastichus howardi</i> a diferentes inseticidas usando o sistema ASPECLE.....	34
2.3.2 Experimento 1 (Teste 2): Exposição por 120 horas de <i>Tetrastichus howardi</i> a diferentes inseticidas usando o sistema ASPECLE.....	36
2.3.3 Experimento 2: Parasitismo e desenvolvimento de <i>Tetrastichus howardi</i> após a exposição aos resíduos de inseticidas em lagartas de <i>Anticarsia gemmatalis</i> .	37
2.4 DISCUSSÃO	37
2.5 CONCLUSÕES.....	42
2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
ANEXOS.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais inseticidas recomendados para o controle de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera:Erebidae) na soja (AGROFIT, 2019). 31

Tabela 2. Médias (\pm erro padrão) da mortalidade corrigida de *Tetrastichus howardi* quando em contato com resíduos de inseticidas usando o sistema ASPECLE, no período de 24 horas. Temperatura 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas. Dourados. 35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Desenho esquemático do sistema desenvolvido para expor os parasitoides aos resíduos de inseticidas e avaliar sua seletividade (MIRANDA, 2010).32

Figura 2. Sobrevivência (%) de *Tetrastichus howardi* expostos a inseticidas sintéticos, biológicos e misturas de inseticidas prontas para uso, em função dos intervalos de avaliação após confinamento. Os valores representam a média final de sobrevivência após 120h. 36

SELETIVIDADE DE INSETICIDAS A *Tetrastichus howardi* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM LAGARTAS DE *Anticarsia gemmatalis* (LEPIDOPTERA: EREBIDAE)

RESUMO GERAL: O Brasil está entre os maiores produtores de soja, com perspectivas de aumento de produção, entretanto, um dos desafios sofridos da cultura a cada safra, é o ataque de lepidópteros desfolhadores. Para o controle destes lepidópteros pode ser usado diversos métodos, dentre esses o controle biológico com *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophiadae), este é um endoparasitoide polífago capaz de parasitar lagartas e pupas de *Anticarsia gemmatalis* em condições de laboratório. Para que o controle biológico. A eficiência dos parasitoides no controle de pragas depende do manejo de praguicidas utilizados, sendo interessante que sejam seletivos aos parasitoides. O objetivo deste trabalho foi averiguar a seletividade dos inseticidas recomendados para controle de *A. gemmatalis* em soja (lufenuro, *Bacillus thuringiensis*, flubendiamida, acefato, metomil + novalurom, tiametoxam + lambda-cialotrina), sobre *T. howardi* em condições de laboratório estendido (ASPECLE). Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, Mato Grosso do Sul. Para isso, foram desenvolvidos os seguintes experimentos: Exposição por 24 horas de *T. howardi* a diferentes inseticidas usando o sistema ASPECLE (Avaliação da Seletividade de Pesticidas em condições de Laboratório Estendido); Exposição por 120 horas de *T. howardi* a diferentes inseticidas usando o sistema ASPECLE; Parasitismo e desenvolvimento de *T. howardi* após a exposição aos resíduos de inseticidas em lagartas de *A. gemmatalis*. Os inseticidas lufenuro (15g i.a. ha⁻¹), *Bacillus thuringiensis* (16g i.a. ha⁻¹) e flubendiamida (22,50g i.a. ha⁻¹) apresentaram inócuos a fêmeas adulta de *T. howardi*, já os inseticidas acefato (449,99g i.a. ha⁻¹), metomil (160g i.a. ha⁻¹) + novalurom (14g i.a. ha⁻¹) e tiametoxam (28,20g i.a. ha⁻¹)+lambda-cialotrina (21,20g i.a. ha⁻¹), apresentaram tóxicos a fêmeas adultas de *T. howardi*, nas primeiras 24 horas de exposição. As características biológicas de *T. howardi* em lagartas de 4º ínstar de *A. gemmatalis* quando expostas aos resíduos de inseticidas não foram observadas, pois os inseticidas levaram a mortalidade das lagartas, porém ocorreu apenas parasitismo para testemunha.

PALAVRAS-CHAVE: Controle Biológico; Laboratório estendido; Lagarta-da-Soja; Parasitoides.

SELECTIVITY OF INSECTICIDES TO *Tetrastichus howardi* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) IN CATERPILLAR OF *Anticarsia gemmatalis* (LEPIDOPTERA: EREBIDAE)

ABSTRACT: Brazil is among the largest producers of soybeans, with prospects of increasing production, however, one of the challenges suffered by the crop with each harvest, is the attack of defoliating lepidopterans. Several methods can be used to control these lepidopterans, including biological control with *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophiadae), this is a polyphagous endoparasitoid capable of parasiting *Anticarsia gemmatalis* caterpillars and pupae under laboratory conditions. For that biological control. The efficiency of parasitoids in pest control depends on the management of pesticides used, and it is interesting that they are selective to parasitoids. The objective of this work was to investigate the selectivity of the insecticides recommended for the control of *A. gemmatalis* in soybean (lufenuron, *Bacillus thuringiensis*, flubendiamide, acephate, metomil + novaluron, thiamethoxam + lambda-cyhalothrin), on *T. howardi* in extended laboratory conditions (ASPECLE). The experiments were conducted at the Laboratory of Biological Insect Control (LECOBIOL), Federal University of Grande Dourados (UFGD), Dourados, Mato Grosso do Sul. 24 hours exposure of *T. howardi* to different insecticides using the ASPECLE system (Extended Laboratory Pesticide Selectivity Assessment) system; 120 hours exposure of *T. howardi* to different insecticides using the ASPECLE system; Parasitism and development of *T. howardi* after exposure to insecticide residues in *A. gemmatalis* caterpillars. Insecticides lufenuron (15g a.i. ha⁻¹), *Bacillus thuringiensis* (16g a.i. ha⁻¹) and flubendiamide (22.5g a.i. ha⁻¹) presented harmlessness to *T. howardi* adult females, whereas insecticides acephate (449.99g a.i. ha⁻¹), methomyl (160g a.i. ha⁻¹) + novaluron (14g a.i. ha⁻¹) and thiamethoxam (28.2g a.i. ha⁻¹) + lambda-cyhalothrin (21.2g a.i. ha⁻¹) were toxic to *T. howardi* adult females within the first 24 hours of exposure. The biological characteristics of *T. howardi* in *A. gemmatalis* 4^o instar caterpillars when exposed to insecticide residues were not observed, as those of insecticides led to caterpillar mortality, but only parasitism occurred for control.

KEY-WORDS: Biological control; Expanded laboratory; Soybean caterpillar; Parasitoids.

INTRODUÇÃO GERAL

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] possui grande importância para o cenário socioeconômico do Brasil, devido à alta geração de renda e empregos (CASTRO; LIMA, 2016). O Estados Unidos e o Brasil alcançaram os primeiros lugares na produção mundial de soja na safra 2018/2019, com expectativa de crescimento de 1,8% ao ano para o Brasil devido a grandes áreas para expansão desta cultura (OECD/FAO, 2019).

Os desafios encontrados para produção de soja são muitos, dentre esses, destacam-se o ataque de lepidópteros desfolhadores, visto que a *Anticarsia gemmatalis* (Hübner 1818) (Lepidoptera: Erebidae) é capaz de consumir de 100 a 150 cm² de área foliar causando cerca de 30% de desfolha da planta, uma vez que a desfolha pode reduzir o tamanho da planta, número de vagens, ocasionando o decréscimo na produção de grãos (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; PELUZIO et al., 2004; SOSA-GÓMES et al., 2014).

O controle biológico é um dos métodos mais antigos que existem de supressão de pragas (VAN DEL BOSCH et al., 1982). Neste sentido, o endoparasitoide *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) possui grande potencial como agente de controle biológico, além de ser um parasitoide gregário, primário e polífago (KFIR et al., 1993; PEREIRA et al., 2015; BARBOSA et al., 2018). Possui capacidade de parasitar diversas fases de desenvolvimento, sendo que em *A. gemmatalis* além de pupa, é capaz de parasitar lagartas de 4º instar em condições de laboratório (PEREIRA et al., 2015; FERNANDES, 2018)

A eficiência biológica de parasitoides para o controle de pragas depende do manejo e dos pesticidas utilizados, sendo interessante que sejam seletivos aos parasitoides (PRATISSOLI et al., 2011). A seletividade aos inimigos naturais pode ser alcançada de duas formas, ecológica e fisiológica, de maneira que a seletividade fisiológica é quando um determinado pesticida tem ação sobre o inseto-praga, e apresenta baixa ou nenhuma ação sobre o inimigo natural ou polinizador (FOESTER, 2002). Já a seletividade ecológica é alcançada em função do manejo e aplicação dos pesticidas, diferenças de comportamento ou habitat pelas espécies, permitindo contato do produto com a espécie alvo e não aos inimigos naturais e polinizadores (RIPPER et al., 1951; DEGRANDE et al., 2002).

Para que os pesticidas sejam considerados seletivos, é necessário realizar testes que atendam aos critérios da IOBC/WPRS (International Organisation for Biological and Integrated Control of Integrated Control of Noxious Animals and Plants) em laboratório,

semi-campo e campo, para isso são dadas notas quanto a mortalidade e a redução da capacidade benéfica do inimigo natural, ou seja, em condições de semi-campo, quando a mortalidade e/ou a redução da capacidade benéfica são acima de 75%, o inseticida é considerado tóxico, quando é de 51-75%, é considerado moderadamente nocivo, quando é de 25-50%, é considerado moderadamente nocivo, quando abaixo de 25%, é considerado inócuo (DEGRANDE et al., 2002).

O sistema Aspecle (Avaliação da Seletividade de Pesticidas em condições de Laboratório Estendido) é um sistema viável para avaliação da seletividade de inseticidas ao parasitoide em condições de laboratório estendido (quando inimigo natural é exposto a resíduos de inseticidas aplicados nas folhas da planta por um período determinado, dentro de uma gaiola de exposição ligada a uma bomba que faz a retirada dos gases tóxicos do sistema, simulando as condições de semi-campo), que atende um dos requisitos estabelecidos pela IOBC e apresenta estabilidade nos resultados (MIRANDA, 2010).

Deste modo, dada a importância da seletividade de pesticidas para os inimigos naturais, e o sistema ASPECLE otimizar a realização destes testes, pois unem condições de laboratório e semi-campo. O objetivo deste trabalho foi averiguar a seletividade dos inseticidas recomendados para controle de *A. gemmatalis* na cultura da soja, sobre *T. howardi* em condições de laboratório estendido.

Capítulo I. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

1.1 A cultura da Soja (*Glycine max* (L.))

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma planta herbácea da família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* L., espécie *max*. As principais características da planta de soja são a presença de caules híspido, pouco ramificado e raiz com eixo principal e muitas ramificações, possui folhas trifolioladas, exceto o primeiro par de folhas simples, acima do nó cotiledonar, tem fecundação autógama, desenvolvem vagens que podem conter de 5 a 6 sementes e seu crescimento pode ser determinado, semi-determinado ou indeterminado (EMBRAPA, 2019). Sua origem é do continente asiático, mais precisamente onde hoje se localiza a China (CÂMARA 1998).

No mundo os maiores produtores de soja são os Estados Unidos com produção de 123,664 milhões de toneladas do grão e o Brasil com produção de 114,843 milhões de toneladas do grão, a projeção para o crescimento da produção de soja nos Estados Unidos para a próxima década será de 1,2% por ano, já para o Brasil será de 1,8% por ano, isso ocorrerá principalmente devido ao poder de expansão da área plantada (OECD/FAO, 2019).

A produção de soja no Brasil é importante para o cenário socioeconômico do país, devido interligar setores da economia doméstica como a indústria e a agropecuária, provocando alta geração de renda, empregos e o desenvolvimento das localidades abrangidos pela cadeia produtiva (FAGUNDES et al., 2014; CASTRO; LIMA, 2016). A tendência de homogeneização na produção desta cultura pode fazer com que o Brasil continue entre os maiores produtores mundial desta “commodity” (CASTRO et al., 2015).

Estima-se o aumento da área plantada de soja no Brasil de 1,9% para o ano agrícola 2019/2020, e com isso o aumento da produção pode ser de 4,7%. Para principal região produtora de soja do Brasil, região centro-oeste, o aumento da área plantada poderá atingir 2,6% para o ano agrícola 2019/2020, e para a produção este aumento pode ser de 3,7%, no Mato Grosso do Sul essa estimativa é ainda maior para a próxima safra, com aumento de 3,4 % da área plantada, e a produção de soja 11,6% maior que na safra anterior (CONAB, 2019).

Em relação ao cultivo de soja orgânica, tem destaque, principalmente para pequenos produtores que justificam que a partir do terceiro ano de produção o custo

benefício da produção de soja orgânica é maior que para soja convencional, principalmente devido ao acúmulo de matéria orgânica e nitrogênio no solo (ANDRIOLI, 2016). Outro fato importante que deve ser destacado é a crescente demanda dos mercados consumidores de soja orgânica como o continente europeu e o Japão (HIRAKUR et al., 2011).

A produtividade tanto da soja orgânica quanto da soja convencional depende de vários fatores a serem levados em consideração, como insetos-praga, plantas-daninha e doenças que são possíveis redutores da produtividade da soja (WIEST; BARRETO, 2012). Dentre esses fatores, o ataque por insetos pragas podem causar sérios danos à cultura, como o ataque por lepidópteros desfolhadores (DILLON et al., 2017).

1.2 Lepidópteros desfolhadores da cultura da soja

A desfolha ocasionada pelas lagartas na cultura da soja pode reduzir a altura de plantas, o número de dias para o florescimento, número de vagens por plantas, número de sementes por vagem, peso de 1000 sementes, produção de grãos, isto porque diferentes níveis de desfolha em época diferentes de remoção das folhas, causam diferentes danos na soja, ou seja, quando a desfolha ocorre nos estágios fenológicos V8 a R4, ocorre um menor número de vagens, quando a desfolha ocorre nos estágios de formação e enchimento de vagens e ocorre decréscimo na produção de grãos (PELUZIO et al., 2004).

Lepidópteros desfolhadores de soja causam danos desde o terço inferior ao terço superior da planta, uma vez que a soja é uma planta herbácea de rápido crescimento, muito susceptível ao ataque de herbívoros (DILLON et al., 2017). Dentre as lagartas desfolhadoras estão a *A. gemmatalis*, a *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae), e o complexo das plusias, (*Chrysodeixis includens* (Walker, [1858]) (Lepidoptera: Noctuidae), *Rachiplusia nu* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae), e *Trichoplusia ni* (Hübner, 1803) (Lepidoptera: Noctuidae)) e o complexo de *Spodopteras* (*Spodoptera eridania* (Stoll, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera cosmioides* (Walker 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) (MOSCARDI et al., 2012; SOSA-GÓMES et al., 2014; GUAZINA et al., 2019).

Helicoverpa armigera é capaz de causar danos em todo ciclo da soja, porém quando ocorre dano na fase inicial da cultura (fase de plântula), afeta o estabelecimento inicial da cultura, reduzindo o estande da cultura, a altura e a biomassa de plântulas (GUAZINA et al., 2019).

Do grupo das lagartas plusias, a *R. nu*, conhecida também como falsa-medideira, por andar medindo palmo, causa danos nas folhas de soja semelhantes aos causados por *C. includens*. No Brasil a região em que essa lagarta causa mais danos é no Rio Grande do Sul, também causa danos na soja do Uruguai e Argentina (SOSA-GÓMES et al., 2014).

Crysothrips includens conhecida popularmente por falsa-medideira por se deslocarem como se medissem palmo, se alimentam das folhas da soja consumindo a folha entre os pecíolos, ou seja, deixando as nervuras (SOSA-GÓMES et al., 2014). *C. includens* atingiu o status entre as principais pragas da soja, a partir do ano agrícola 2013/2014 (CARDOSO; LOUZADA, 2015). Devido, principalmente, ao uso generalizado de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja, que pode ter levado a morte de alguns fungos entomopatogênicos e controlavam naturalmente a lagarta *C. includens* e, como consequência, lavando aos surtos das lagartas (CARVALHO et al., 2012).

O complexo de espécies de *Spodoptera* que ataca a soja são representados, principalmente por *S. eridania* e *S. cosmioides* que são conhecidas como lagartas-das-vagens. Porém além de causarem injúrias nas vagens esses insetos na fase jovem também se alimentam das folhas de soja, onde assumem uma importância significativa (MOSCARDI et al., 2012).

Anticarsia gemmatalis é um dos principais lepidópteros desfolhadores de soja no Brasil e Argentina (DILLON et al., 2017). Os danos dessas lagartas podem chegar a mais de 30% de desfolha, e estas consomem totalmente as folhas deixando apenas as nervuras maiores, este consumo total da folha ocorrem quando as lagartas atingem o 4º instar até o 6º instar (SOSA-GÓMES et al., 2014).

1.3 *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae)

Conhecida popularmente como lagarta-da-soja, a *A. gemmatalis* quando adulto possui coloração pardo-acinzentada, com uma lista transversal escura ao longo das asas até unir-se na ponta do primeiro par de asas, envergadura das asas de 40mm, o processo reprodutivo de acasalamento e oviposição ocorre a noite, durante o dia as mariposas ficam sob vegetação baixas sombreadas pelas plantas ao redor da área de soja (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; MOSCARDI et al., 2012; SOSA-GÓMEZ et al., 2014).

Os ovos de *A. gemmatalis* são de coloração verde clara e com o passar do tempo essa coloração passa para acinzentado a marrom escuro, o período de incubação é de aproximadamente três dias (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; GALLO et al., 2002).

As lagartas de *A. gemmatalis* no primeiros instares possuem de 3 a 9 mm e apresentam dois pares de pernas falsas vestigiais no abdômen, as lagartas apresentam coloração em geral verde, em altas populações apresentam coloração escura com estrias longitudinais brancas sobre o dorso, e passam por 6 instares e o período larval compreende de 12 a 15 dias, já a pré-pupa apresenta coloração verde clara e a pupa verde clara no início a marrom, sendo que seu período pupal compreende de 9 a 10 dias para a emergência da mariposa (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; GALLO et al., 2002).

Na fase jovem as lagartas de *A. gemmatalis* podem causar desfolha parcial ou até mesmo destruição completa da planta (GALLO et al., 2002; PRAÇA, 2006). Nos dois primeiros instares as lagartas raspam o parênquima foliar, a partir do terceiro ínstar as lagartas perfuram a folha, do 4º ao 6º instar as lagartas podem consumir de 100 a 150 cm² de área foliar (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

Dentre os métodos de controle utilizados para *A. gemmatalis* estão o uso de transgênia pela tecnologia Bt (*Bacillus thuringiensis*), controle químico, controle biológico, sendo que o controle biológico pode ser utilizando entomopatogenos, predadores e parasitoides (CIVIDANES et al., 2014; FERNANDES, 2018; HASS et al., 2018; LUZ et al., 2019; MARTÍNEZ, 2019).

Uma forma de diminuir o ataque desses lepidópteros desfolhadores na soja, é a tecnologia Bt, que se apresenta eficiente, sendo muito utilizada (LUZ et al., 2019). Porém esta tecnologia deve ser usada corretamente para que os lepidópteros desfolhadores não se tornem resistentes (MUSHTAQ et al., 2017). Já existe relatos em que algumas das tecnologias Bt utilizadas para o controle de *A. gemmatalis*, perderam sua eficiência devido a pressão de seleção causada pelo o uso de único gene do *B. thuringiensis* (MUSHTAQ et al., 2017; RODRIGUES-SILVA et al., 2019).

O controle químico de *A. gemmatalis* com inseticidas tem maior eficiência econômica dos princípios ativos em lagartas de até terceiro ínstar (HASS et al., 2018). Por outro lado, o controle biológico com *T. howardi* em lagartas 4º instar de *A. gemmatalis* é uma alternativa de controle uma vez que possui capacidade de parasitar lagartas de 4º instar e produzir descendentes em condições de laboratório (FERNANDES, 2018).

1.4 *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae)

Tetrastichus howardi é um parasitoide da ordem Hymenoptera, subordem Apocrita, da superfamília Chalcidoidea, família Eulophidae e subfamília Tetrastichinae. Este parasitoide apresenta como principais características, coxa marrom clara, sendo que nos machos as vezes apresenta machas mais escuras, com um leve brilho metálico, nas asas, a veia basal é completa com três ou mais cerdas. O que o diferencia *T. howardi* de outras espécies do mesmo gênero é a presença de uma carena em formato de Y invertido e uma seta dorsal na veia submarginal da asa (LA SALLE; POLASZEK, 2007).

Originário do continente Asiático e do continente da Oceania, *T. howardi* posteriormente foi introduzido na África para combater pragas do milho, onde houve registro do controle de *Chilo partellus* (Swinhoe, 1885) (Lepidoptera: Pyralidae) (KFIR et al., 1993; LA SALLE; POLASZEK, 2007).

No Brasil, *T. howardi* já foi registrado em pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em milho (CRUZ et al., 2011). E o primeiro relato de *T. howardi* na região de Dourados-MS, foi em pupas de *Diatraea* sp. coletadas na Fazenda experimental da UFGD (VARGAS et al., 2011). Ocorreu diversos registros de parasitoides no Mato Grosso do Sul, dentre esses parasitoide foi registrado a ocorrência de *T. howardi* (SHIMBORI et al., 2017).

Tetrastichus howardi é um endoparasitoide, gregário, primário e polífago (PEREIRA et al., 2015; BARBOSA et al., 2018). Este parasitoide possui um grande potencial para parasitar diversos hospedeiros, como: *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae), *Bombyx mori* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Bombycidae), *Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Plutella xylostela* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) (SILVA-TORRES et al., 2010; BARBOSA et al., 2015; PIÑEYRO et al., 2016; TIAGO et al., 2019). Sendo que alguns hospedeiros podem ser parasitados em diversas fases de desenvolvimento, como *D. saccharalis*, *A. gemmatalis*, *H. armigera* (PEREIRA et al., 2015; FERNANDES, 2018; SIMONATO, 2018).

Em *D. saccharalis* este endoparasitoide possui capacidade de parasitar larvas de quinto instar e a emergência ocorreu na fase de pupa, quando o parasitismo ocorre em pupas, a emergência ocorreu em adultos, e este parasitoide também possui capacidade de parasitar adultos (Lepidoptera: Crambidae) (PEREIRA et al., 2015).

O parasitismo de *T. howardi* também pode ocorrer em diversas fases (lagartas, pré-pupas e pupas) da *A. gemmatalis*, quando ocorre na fase de lagarta, tem preferência por indivíduos de quarto instar (FERNANDES, 2018).

Em *H. armigera*, o parasitismo de *T. howardi* em condições de laboratório, pode ocorrer em lagartas e pupas, quando ocorre em pupas apresenta sucesso no parasitismo e desenvolvimento, já em lagartas ocorre o parasitismo, que causa mortalidade em lagartas e pupas, porém não ocorre a emergência do parasitoide (SIMONATO, 2018).

O sucesso do parasitismo de alguns *Tetrastichus* sp. é devido sua capacidade de alterar ou manipular as respostas dos hospedeiros variando seu desenvolvimento e fisiologia (TANG et al., 2019). Alguns desses endoparasitoides possuem a capacidade de injetar venenos que são um complexo coquetel de proteínas que funcionam como toxinas que evoluem de acordo com as respostas imunológicas dos hospedeiros, essas proteínas podem funcionar também como uma forma de proteção do ovo ao encapsulamento pelo hospedeiro (MENG et al., 2018; TANG et al., 2019).

1.5 Seletividade de pesticidas a parasitoides

Pesticidas são todas as substâncias ou misturas que possuem como objetivo, prevenir, destruir, repelir ou desestabilizar qualquer praga, e são classificados de acordo com o tipo de pragas (inseticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas, moluscidas, algicidas, nematicidas e ovicidas, podendo ser incluídas substâncias desfolhantes, dessecantes ou reguladoras do crescimento de insetos e plantas) (EPA, 2019).

A seletividade aos inimigos naturais tem como principal objetivo, maximizar o efeito dos pesticidas sobre as pragas, e produzir o mínimo impacto possível sobre os inimigos naturais, essa seletividade pode ser alcançada de duas formas, sendo a ecológica e a fisiológica (RIPPER et al., 1951; FOERSTER, 2002).

Para a consecução da seletividade ecológica é necessário conhecer a biologia dos inimigos naturais e também a biologia do inseto-praga, pois a seletividade ecológica é alcançada em função do manejo e aplicação dos pesticidas, diferenças de comportamento ou habitat pelas espécies, permitindo contato do produto com a espécie alvo e não aos inimigos naturais e polinizadores (RIPPER et al., 1951; DEGRANDE et al., 2002).

Para que o pesticida seja considerado fisiológico ele tem que controlar o inseto-praga, levando o menor impacto possível ao inimigo natural ou polinizadores

(FOERSTER, 2002). A seletividade fisiológica é caracterizada pela redução ou não absorção do praguicida pelo tegumento ou até mesmo pela degradação da substância tóxica, pelo sistema enzimático do inimigo natural (PEDIGO, 1988).

Para padronizar os testes de seletividade a International Organisation for Biological and Integrated Control of Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC), criou critérios sequenciais a serem seguidos, que são a realização de testes em laboratórios, em condições de semi-campo e campo (HASSAN, 1998).

Em condições de laboratório, quando o pesticida apresenta-se inócuo, este é considerado seletivo, quando tóxico, devem ser realizados teste em condições de semi-campo, o inimigo natural tem que estar em contato com a superfície recém aplicada e seca, o produto de ser aplicado na concentração recomendada, as culturas devem estar engaioladas, as plantas devem ser pulverizadas até o ponto de escorrimento, deve ter um controle negativo (tratado com água) e um controle positivo (padrão toxico), criação em laboratório deve apresentar idade uniforme, o inseto estudado deve entrar em contato com a folhagem sem interrupção, por um período de exposição adequado, quando tóxico em condições de semi-campo, deve ser realizados testes a campo, quando inócuo pode ser considerado seletivo, em condições de campo quando o pesticida apresenta-se inócuo, este é considerado seletivo, quando tóxico é considerado não seletivo (DEGRANDE et al., 2002).

O uso de um método correto de avaliação da seletividade que atenda as normas da IOBC, e apresente estabilidade nos resultados é muito importante, desta forma Miranda (2010), desenvolveu um sistema de Avaliação da Seletividade de Pesticidas em condições de Laboratório Estendido (ASPECLE) (Anexo 1). Esse sistema otimiza a realização dos testes de seletividade, pois une as condições de laboratório e semi-campo em um só teste, possibilitando expor o adulto a resíduos de inseticidas aplicados nas folhas da planta em condições laboratoriais controladas.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Avaliar a seletividade de inseticidas sobre o parasitoide *T. howardi*.

Objetivos Específicos

Averiguar se o período de sobrevivência das fêmeas adultas de *T. howardi* é afetado negativamente quando em contato com os inseticidas (acefato, metomil + novalurom, tiametoxam + lambda-cialotrina, lufenurom, *B. thurigiensis* e flubendiamida);

Avaliar se há parasitismo de *T. howardi* em lagartas de *A. gemmatalis* quando em contato com os resíduos de inseticidas.

HIPÓTESE (S)

Os inseticidas (acefato, metomil + novalurom, tiametoxam+lambda-cialotrina, lufenurom, *B. thurigiensis* e flubendiamida) são seletivos a fêmeas adultas de *T. howardi*.

O parasitismo de *T. howardi* quando em contato com os resíduos de inseticidas em lagartas de *A. gemmatalis* é prejudicado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLI, A. I. **Soja orgânica versus soja transgênica: um estudo sobre tecnologia e agricultura familiar no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul**. 2016. 362 p. Tese de doutorado (Doutorado – Universidade de Osnabrück, Alemanha), 2016.

BARBOSA, R. H.; PEREIRA, F. F.; MOTOMIYA, A. V. A.; KASSAB, S. O.; ROSSONI, C.; TORRES, J. B.; MUSSURY, R. M.; PASTORI, P. L. *Tetrastichus howardi* density and dispersal toward augmentation biological control of sugarcane borer. **Neotropical Entomology**, v. 48, p. 323-331, 2018.

BARBOSA, R. H.; KASSAB, S. O.; PEREIRA, F. F.; ROSSONI, C.; COSTA, D. P.; BERNDT, M. A. Parasitism and biological aspects of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) pupae. **Ciência Rural**, v. 45, p. 185-188, 2015.

CÂMARA G. M. S. 1998. **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba, Brasil. p. 293.

CARDOSO, D. C. B.; LOUZADA, G. A. Lagarta Falsa-Medideira *Pseudoplusia includens*, importância econômica e seu difícil controle na cultura da soja. **Acta Iguazu**, v.4, p. 48-65, 2015.

CARVALHO, L. C.; FERREIRA, F. M.; BUENO, N. M. Importância econômica e generalidades para o controle da lagarta falsa-medideira na cultura da soja. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, p. 1021-1034, 2012.

CASTRO, L. S.; ALMEIDA, E. S.; LIMA, J. E. A Convergência Espacial da Produtividade de Soja no Brasil: o Caso das Regiões Centro-Oeste e Sul. **Revista Espacios**, v. 36, p. 20, 2015.

CASTRO, L. S.; LIMA, J. E. A soja e o estado do mato grosso: existe alguma relação entre o plantio da cultura e o desenvolvimento dos municípios? **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**, v. 10, p. 177-198, 2016.

CIVIDANES, F. J.; IDE, S.; RIBEIRO, A. A.; CIVIDANES, T. M. S. Potencial predatório de *Carabidae* e *Staphylinidae* (Coleoptera) sobre a lagarta-da-soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 49, p. 652-655, 2014.

CONAB, **Acompanhamento safra brasileira de grãos, Safra 2019/20 -Primeiro levantamento**, v. 7, p. 1-114, 2019.

CRUZ I.; REDOAN A. C.; SILVA R. B. D.; FIGUEIREDO M. D. L. C.; PENTEADODIAS A. M. New record of *Tetrastichus howardi* (Olliff) as a parasitoid of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) on maize. **Scientia Agricola**, v. 68, p. 252-254, 2011.

DEGRANDE, P. E.; REIS, P. R.; CARVALHO, G. A.; BELARMINO, L. C. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. [eds]. **Controle biológico no Brasil - parasitoides e predadores**. Piracicaba: Manole, p. 71-86, 2002.

DILLON, F. M.; TEJEDOR, M. D.; ILINA, N.; CHLUDIL, H. D.; MITHÖFER, A.; PAGANO, E. A.; ZAVALA, J. A. Solar UV-B radiation and ethylene play a key role in modulating effective defenses against *Anticarsia gemmatalis* larvae in field-grown soybean. **Plant, Cell & Environment**, v. 41, p. 383–394, 2017.

EMBRAPA, 2019. **Características da soja**. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html. Acesso: 26 de novembro de 2019.

EPA. **Basic Information about Pesticide Ingredients**, 2019. Disponível em: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/basic-information-about-pesticideingredients>. Acesso: 26 de novembro de 2019.

FAGUNDES, M. B. B.; DIAS, D. T.; PEREIRA, M. W. G.; FIGUEIREDO NETO, M. F.; FRAINER, D. M. Impactos da produção de soja na economia de Mato Grosso do Sul. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, p. 111-122, 2014.

FERNANDES, W. C. **Desempenho biológico de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas, pupas e pré-pupas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) em condições de laboratório e semi-campo**. 2018. 143p. Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD, 2018.

FOERSTER, L. A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitoides. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. [eds]. **Controle biológico no Brasil - parasitoides e predadores**. Piracicaba: Manole, p. 95-114, 2002.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Manual de entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GUAZINA, R. A.; DEGRANDE, P. E.; SOUZA, E. P.; GAUER, E. Danos da lagarta *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) em plântulas de soja. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, p. 41-46, 2019.

HASSAN, S. A. Guideline for the evaluation of side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym.: Trichogrammatidae). **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 21, p. 119-128, 1998.

HASS, B. A.; PASINI, M. P. B.; ENGEL, E; HORZ, D. C.; VINCENSI, C. P.; MASIERO, C. F. P.; COSTA, R. M. D.; CAMPOS, R. S.; FELTRIN, B. B.; SOUZA, L. M. Eficiência econômica de inseticidas sobre *Anticarsia gemmatalis* na cultura da soja. **Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 6, p. 358-365, 2018.

HIRAKURI M. H., OLIVEIRA A. B., TAVARES L. C. V., SEIXAS C. D. S., PASTORE, A. **Avaliação econômica do cultivo orgânico de soja no Estado do Paraná para a safra 2010/11**. Londrina: Embrapa Soja. Londrina, Paraná 2011. 9p. (Circular Técnica nº85).

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORREA-FERREIRA, B. S.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 70p. (Circular Técnica / Embrapa Soja, n.30).

KFIR, R.; GOUWS, J.; MOORE, S. D. Biology of *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae): A facultative hyperparasitoid of stem borers, **Biocontrol Science and Technology**, v. 3, p. 149-159, 1993.

LA SALLE J.; POLASZEK, A. Afrotropical species of the *Tetrastichus howardi* species group (Hymenoptera: Eulophidae). **African Entomology**, v. 15, p. 45-56, 2007.

LUZ, P. M. C.; SPHECT, A.; PAULA-MORAES, S. V.; MALAQUIAS, J. V.; FERREIRA, L. F. M.; ÓTANASIO, P. M.; DINIZ, I. R. Owlet moths (Lepidoptera: Noctuoidea) associated with Bt and non-Bt soybean in the Brazilian savanna. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, p. 248-256, 2019.

MARTÍNEZ, M. E. E. Utilización de hongos entomopatógenos para el control biológico de artrópodos plagas agrícolas. **Revista Científica Agroecosistemas**, v. 7, p. 134-139, 2019.

MENG, E.; QIAO, T.; TANG, B.; HOU, Y.; YU, W.; CHEN, Z. Effects of ovarian fluid, venom and egg surface characteristics of *Tetrastichus brontispae* (Hymenoptera: Eulophidae) on the immune response of *Octodonta nipae* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Insect Physiology**, v. 109, p. 125–137. 2018.

MIRANDA, G. A. S. **Padronização de metodologia para avaliar a seletividade de pesticidas sobre parasitoides de ovos**. 2010. 58p. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD, 2010.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GOMES, D. F.; ROGGIA, S.; HOFFMAN-CAMPO, C. A.; POMARI, A. F.; CORSO, I. C.; YANO, S. A. C. **Artrópodes que atacam as folhas da soja**. Cap. 4. In: HOFFMAN CAMPO, C.B.; CÔRREA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Eds.). Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Londrina: Embrapa Soja, 2012. p.213-334.

MUSHTAQ, R.; BEHLE, R.; LIU, R.; NIU, L.; SONG, P.; SHAKOORI, A. R.; JURAT-FUENTES, J. L. Activity of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ie2, Cry2Ac7, Vip3Aa11 and Cry7Ab3 proteins against *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens* and *Ceratoma trifurcate*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 150, p. 70–72, 2017.

OECD/FAO (2019). **OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028**, OECD Publishing, Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations. p.321.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. Controle Biológico: terminologia. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. [eds]. **Controle biológico no Brasil - parasitoides e predadores**. Piracicaba: Manole, p. 1-13, 2002.

PEDIGO, L. P. **Entomology and pest management**. New York, 646 p., 1988.

PELUZIO, J. M.; BARROS, E. B.; BRITO, E. L.; SANTOS, M. M.; SILVA, R. R. Efeitos sobre a soja do desfolhamento em diferentes estágios fenológicos. **Revista Ceres**, v. 51, p. 575-585, 2004.

PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; CALADO, V. R. F.; VARGAS, E. L.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C. Parasitism and emergence of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) larvae, pupae and adults. **Florida Entomologist**, v. 98, p. 377-380, 2015.

PIÑEYRO, N. G.; PEREIRA, F. F.; BORGES, G. F. L.; ROSSONI, C.; SILVA, S. A.; KASSAB, O. S. ¿Multiplicar *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) en la oruga de la seda afecta su biología? **Acta biológica Colombia**, v. 21, p. 189-193, 2016.

PRATISSOLI, D.; MILANEZ, A. M.; CELESTINO, F. N.; BARBOSA, W. F.; VIANNA, U. R.; POLANCZYK, R. A.; ZINGER, F. D.; CARVALHO, J. R. Seletividade de inseticidas, recomendados para cucurbitáceas para *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Revista Ceres**, v. 58, p. 661-664, 2011.

RIPPER, W. E.; GREENSLADE, R. M.; HARTLEY, G. S. Selective insecticides and biological control. **Journal of Economic Entomology**, v. 44, p. 448-458, 1951.

RODRIGUES-SILVA, N.; CANUTO, A. F.; OLIVEIRA, D. F.; TEIXEIRA, A. F.; SANTOS-AMAYA, O. F.; PICANÇO, M. C.; PEREIRA, E. J. G. Negative cross-resistance between structurally different *Bacillus thuringiensis* toxins may favor resistance management of soybean looper in transgenic Bt cultivars. **Scientific Reports**, v. 9, p. 1-9, 2019.

SHIMBORI, E. M.; ONODY, H. C.; FERNANDES, D. R. R.; SILVESTRE, R.; TAVARES, M. T.; PENTEADO-DIAS, A. M. Hymenoptera “Parasitica” in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Iheringia, Série Zoológica**, v. 107, p. 1-12, 2017.

SILVA-TORRES, C. S. A.; PONTES, I. V. A. F.; TORREZ, J. B.; BARROS, R. New records of natural enemies of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Pernambuco, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 835-838, 2010.

SIMONATO, J. **Avaliação do potencial de inimigos naturais no controle biológico de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2018. 96 p. Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD, 2018.

SOSA-GÓMES, D. R.; FERREIRA, B. S. C.; CAMPO, C. B. H.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; HIROSE, E.; ROGGIA, S. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da sola**. Paraná: Embrapa Soja, 2014. 100 p. (Documentos / Embrapa soja, 269).

TANG, B. Z.; MENG, E.; ZANG, H. J.; ZANG, X. M.; ASGARI, S.; LIN, Y. P.; LIN, Y. Y.; PENG, Z. Q.; QIAO, T. ZHANG, X. F.; HOU, Y. M. Combination of label-free quantitative proteomics and transcriptomics reveals intraspecific venom variation between the two strains of *Tetrastichus brontispae*, a parasitoid of two invasive beetles. **Journal of Proteomics**, p. 1-17, 2018.

TIAGO, E. F.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; BARBOSA, R. H.; CARDOSO, C. R. G.; SANOMIA, W. Y.; PEREIRA, H. C.; SILVA, R. M. M. F.; ZANUNCIO, J. C. Biological quality of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) reared with *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae after cold storage. **Florida Entomologist**, v. 102, p. 571-576, 2019.

VAN DEN BOSH, R.; MESSENGER, P. S.; GUTIERREZ, A. P. 1982. **An introduction to biological control**. New York, Plenum Press, 247 p.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; TAVARES, M. T.; PASTORI, P. L. Record of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crop in Brazil. **Entomotropica**, v. 26, p. 143-146, 2011.

WIEST, A.; BARRETO, M. R. Evolução dos insetos-praga na cultura da soja no Mato Grosso. **EntomoBrasilis**, v. 5, p. 84-87, 2012.

Capítulo 2. Seletividade de inseticidas a *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae)

Resumo

Inseticidas seletivos são fundamentais em programas de manejo integrado visando a conservação dos inimigos naturais. Testes que caracterizem a seletividade de inseticidas se fazem necessários caso a caso inseticidas e inimigo natural. Assim, o impacto dos inseticidas acefato, metomil + novalurom, tiametoxam + lambda-cialotrina, lufenurom, *B. thurigiensis* e flubendiamida foi estudado sobre o parasitoide *Tetrastichus howardi* parasitando *Anticarsia gemmatalis* e empregando o sistema de avaliação de seletividade de pesticidas estendido em condições de laboratório (ASPECLE). O estudo envolveu: Exposição por 24 e 120 horas de *T. howardi* a diferentes inseticidas usando o sistema ASPECLE e; parasitismo e desenvolvimento de *T. howardi* após a exposição aos resíduos de inseticidas em lagartas de *A. gemmatalis*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), constituído de 7 tratamentos Acefato Nortox[®] (acefato 449,99g i.a. ha⁻¹), Voraz[®] (metomil 160g i.a. ha⁻¹ + novalurom 14g i.a. ha⁻¹), Platinum Neo[®] (tiametoxam 28,2g i.a. ha⁻¹ + lambda-cialotrina 21,2g i.a. ha⁻¹), Game[®] (lufenurom 15g i.a. ha⁻¹), Dipel WP[®] (*Bacillus thurigiensis* 16g i.a. ha⁻¹) e Belt[®] (flubendiamida 22,5g i.a. ha⁻¹) e a testemunha negativa constituída de apenas água destilada, com 9 repetições. Os inseticidas lufenurom (15g i.a. ha⁻¹), *Bacillus thurigiensis* (16g i.a. ha⁻¹) e flubendiamida (22,5g i.a. ha⁻¹) foram inócuos a fêmeas adulta de *T. howardi*, já os inseticidas acefato (449,99g i.a. ha⁻¹), metomil (160g i.a. ha⁻¹) + novalurom (14g i.a. ha⁻¹) e tiametoxam (28,2g i.a. ha⁻¹) + lambda-cialotrina (21,2g i.a. ha⁻¹), foram tóxicos a fêmeas adultas de *T. howardi*, nas primeiras 24 horas de exposição. Os inseticidas causaram mortalidade das lagartas de 4 ínstar de *A. gemmatalis*, conseqüentemente, isto impediu o desenvolvimento de *T. howardi*.

Palavras-chave: Controle Biológico; Laboratório ampliado; Lagarta-da-Soja; Parasitoides.

Selectivity of insecticides to *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) in caterpillar of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae)

Abstract

Selective insecticides are essential in integrated management programs aimed at the conservation of natural enemies. Tests that characterize the selectivity of insecticides are necessary on a case-by-case basis and natural enemy. Thus, the impact of the insecticides acefate, metomil + novaluron, thiamethoxam + lambda-cyhalothrin, lufenuron, *B. thurigiensis* and flubendiamide was studied on the parasitoid *Tetrastichus howardi* parasitizing *Anticarsia gemmatalis* and employing the evaluation system of selectivity of extended pesticide conditions (ASPECLE). The study involved: Exposure for 24 and 120 hours of *T. howardi* to different insecticides using the ASPECLE system and; parasitism and development of *T. howardi* after exposure to insecticide residues in *A. gemmatalis* caterpillars. The experimental design was completely randomized (DIC), consisting of 7 treatments Acefato Nortox[®] (acefate 449,99g i.a. ha⁻¹), Voraz[®] (methomyl 160g i.a. ha⁻¹ + novaluron 14g i.a. ha⁻¹), Platinum Neo[®] (thiametoxam 28,2g i.a. ha⁻¹ + lambda-cyhalothrin 21,2g i.a. ha⁻¹), Game[®] (lufenuron 15g i.a. ha⁻¹), Dipel WP[®] (*Bacillus thurigiensis* 16g i.a. ha⁻¹) e Belt[®] (flubendiamide 22,5g i.a. ha⁻¹) and the negative control consisting of only distilled water, with 9 replications. The insecticides lufenuron (15g a.i. ha⁻¹), *Bacillus thurigiensis* (16g a.i. ha⁻¹) and flubendiamide (22.5g a.i. ha⁻¹) were harmless to adult *T. howardi* females, while the insecticides acefate (449.99g a.i. ha⁻¹), methomyl (160g a.i. ha⁻¹) + novaluron (14g a.i. ha⁻¹) and thiametoxam (28.2g a.i. ha⁻¹) + lambda-cyhalothrin (21.2g a.i. ha⁻¹) were toxic to *T. howardi* adult females within the first 24 hours of exposure. The insecticides caused mortality of *A. gemmatalis* 4^o instar caterpillars, and this prevented the development of *T. howardi*.

Key-words: Biological control; Expanded laboratory; Soybean caterpillar; Parasitoids.

2.1 INTRODUÇÃO

Os inimigos naturais desempenham papel de grande importância no controle de pragas agrícolas, embora o método mais praticado no controle de pragas, ainda, é o controle químico. Desta forma, há necessidade de utilizar inseticidas seletivos, o que significa que esses deverão ocasionar maior impacto sobre as populações das pragas que sobre os inimigos naturais permitindo a sua conservação e, conseqüentemente sua ação sobre a população da praga (MACHADO et al. 2019). Para tanto, são necessários estudos que demonstrem quais os inseticidas são menos tóxicos aos inimigos naturais através de testes de seletividade envolvendo os inseticidas recomendados a praga alvo (BUENO et al., 2017; TORRES; BUENO, 2018).

Testes de seletividades de inseticidas são importantes para um programa de manejo integrado de pragas, pois os inseticidas seletivos são fundamentais para a conservação dos organismos benéficos não alvo, incluindo os inimigos naturais e polinizadores (AMARASEKARE et al., 2016). Testes de seletividade devem fornecer resultados consistentes que se aproximam da realidade de contato do inimigo natural e os inseticidas, bem como conhecer o inimigo natural utilizado e suas características biológicas, como também deve ser conhecido o inseto praga alvo.

O uso de um método adequado para avaliação de seletividade de inseticidas, que satisfaça os critérios estabelecidos pela IOBC (International Organisation for Biological and Integrated Control of Integrated Control of Noxious Animals and Plants), e que apresentem consistência nos resultados é de grande relevância, sendo assim, o sistema ASPECLE (Avaliação da Seletividade de Pesticidas em condições de Laboratório Estendido), foi desenvolvido com o intuito de aperfeiçoar a realização dos testes de seletividade unindo as condições de laboratório e semi-campo, em condição de laboratório ampliado (MIRANDA, 2010).

Tetrastichus howardi (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae), é um endoparasitoide gregário, polífago, capaz de parasitar diferentes espécies de hospedeiro e suas fases de desenvolvimento (PEREIRA et al., 2015). Dentre as diferentes fases de hospedeiros que *T. howardi* é capaz de parasitar encontra-se as lagartas de quarto instar de *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Erebridae) (FERNANDES, 2018).

Anticarsia gemmatalis é uma das principais lagartas desfolhadoras da soja, ocasionando danos de até 30% de desfolha, principalmente quando as lagartas estão entre

o quarto e sexto instares, pois nesta fase consomem a folha, deixando apenas as nervuras principais (SOSA-GÓMES et al., 2014).

Por outro lado, o controle químico de *A. gemmatalis* é realizado, na maioria das vezes, com inseticidas que possuem a maior eficiência econômica em lagartas de até terceiro instar (HASS et al., 2018). E, mesmo com resultados de elevada eficácia com as aplicações inseticidas, não é esperado 100% de mortalidade da praga alvo devido as possibilidades de escape de indivíduos a exposição inseticida por estar em um estágio do desenvolvimento menos suscetível, redução da exposição devido a sua localização no ambiente, bem como a presença de indivíduos contendo alelos para resistência. Desta maneira, aqueles indivíduos sobreviventes às pulverizações deverão ser controlados por outros métodos integrados como o controle biológico.

Neste contexto, o parasitoide *T. howardi* poderá parasitar lagartas de *A. gemmatalis* acima de quarto instar remanescentes do controle químico auxiliando no seu controle. Contudo, para obter esta complementação de controle, o parasitoide deverá sobreviver à pulverização. Assim, estudos de seletividade sobre inimigos naturais tornam-se de grande importância para caracterizar quais inseticidas tem maior potencial para o manejo integrado da praga alvo.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi determinar o impacto dos inseticidas acefato, lufenurom, flubendiamida, *B. thurigiensis*, e das misturas de inseticidas metomil + novalurom, tiametoxam + lambda-cialotrina, recomendados para o manejo de *A. gemmatalis*, sobre o parasitoide *T. howardi* usando o sistema ASPECLE.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local do experimento

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL) pertencente a Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) localizado no município de Dourados-MS.

2.2.2 Semeadura de soja

Para a realização dos experimentos, foi realizada a semeadura do cultivar de soja “BRS 284” em vasos contendo aproximadamente 3 litros preenchidos com substrato (2/3

solo com 1/3 matéria orgânica) e cultivado com três plantas, e foram alocados em casa de vegetação (NOGUEIRA et al, 2012).

Para a realização dos experimentos foram utilizadas plantas no estágio vegetativo V4, onde os insetos foram pulverizados sobre a folha, deixando-a na planta por duas horas para secar, posteriormente as folhas foram arrancadas da planta e levadas para a realização dos experimentos.

2.2.3 Obtenção, criação e manutenção de *Anticarsia gemmatalis*

Os indivíduos de *A. gemmatalis* foram adquiridos inicialmente da empresa Bug® e estabelecida uma criação no LECOBIO. Para a manutenção dos insetos adultos foram utilizados gaiolas de 15cm largura e 30cm comprimento. As paredes no interior da gaiola foram revestidas com papel sulfite, e a parte superior da gaiola foi revestida com tecido de “voil”, as mariposas foram alimentadas com uma dieta líquida composta por água, mel, açúcar, nipagin, ácido sórbico. O papel sulfite disposto nas paredes da gaiola serviu para oviposição das fêmeas adultas.

Os ovos foram coletados e transferidos para um recipiente plástico de 1000 ml (recipiente com a tampa recortada no centro e vedada com tecido “voil” para favorecer a aeração) para a eclosão e manutenção das lagartas. Estas foram alimentadas com dieta artificial composta por água, ágar, feijão, germe de trigo, caseína, levedura de cerveja, ácido ascórbico, mistura vitamínica Vanderzant, tetraciclina, formaldeído 40%, nipagin, ácido sórbico, proteína de soja texturizada (adaptada de GRENNE et al., 1976).

Após as lagartas se transformarem em pupas, estas foram armazenadas em gaiolas de tubo PVC (15cm de diâmetro por 30cm de comprimento) sobrepostas em bandeja, e revestido com papel sulfite, onde na parte inferior da gaiola foi colocada uma placa de Petri recoberta com o algodão, em sem sobrepor as pupas, para evitar o impacto entre elas.

A criação foi mantida em ambiente controlado em sala climatizada, com temperatura de 25 ± 2 °C, 70 ± 10 % de umidade relativa (UR) e fotofase de 14 horas (FRANCISCO, 2016).

2.2.4 Obtenção, criação e manutenção de *Tetrastichus howardi*

Indivíduos de *T. howardi* foram obtidos de pupas de *Diatraea* sp. coletadas na Fazenda Experimental da UFGD e identificados pelo Dr. Marcelo Teixeira Tavares da UFES (VARGAS et al., 2011). Foi estabelecida uma criação no laboratório LECOBIOL da UFGD, onde para estes experimentos foram utilizados os parasitoides da criação já estabelecida em laboratório.

Parasitoides adultos de *T. howardi* foram mantidos em tubos de vidro (2,5cm de diâmetro e 8,5 cm de altura) vedados com algodão, e alimentados com gotas de mel puro. Para a multiplicação do *T. howardi* foram utilizadas pupas de *A. gemmatalis*.

Pupas de *A. gemmatalis* com 24 horas de idade foram expostas ao parasitismo por fêmeas de *T. howardi* dentro de tubos de vidro (2,5cm de diâmetro e 8,5 cm de comprimento) a 25 ± 2 °C de temperatura, 70 ± 10 °C de umidade relativa (UR) e fotofase de 14h, na densidade de 5:1 (fêmeas parasitoide: hospedeiro) (FERNANDES, 2018).

2.2.5 Inseticidas utilizados em experimentos

Os inseticidas utilizados nos experimentos foram: Acefato Nortox® (acefato 449,99g i.a. ha⁻¹), Voraz® (metomil 160g i.a. ha⁻¹ + novalurom 14g i.a. ha⁻¹), Platinum Neo® (tiametoxam 28,2g i.a. ha⁻¹ + lambda-cialotrina 21,2g i.a. ha⁻¹), Game® (lufenurom 15g i.a. ha⁻¹), Dipel WP® (*Bacillus thuringiensis* 16g i.a. ha⁻¹) e Belt® (flubendiamida 22,5g i.a. ha⁻¹), que são recomendados para *A. gemmatalis* na cultura da soja (AGROFIT, 2019). O critério para a escolha foi utilizar inseticidas de diferentes grupos químicos, sendo sintéticos, biológicos e misturas de inseticidas prontas para uso, na concentração máxima recomendada, sendo estes os inseticidas mais recomendados (Tabela 1).

Tabela 1. Inseticidas recomendados para o controle de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera:Erebidae) na soja. (AGROFIT, 2019).

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Dosagem máxima do produto*	Concentração do Ingrediente Ativo (i.a)
Dipel WP®	<i>Bacillus thuringiensis</i>	500 g ha ⁻¹	16g ha ⁻¹
Acefato	acefato	666,66 g ha ⁻¹	449,99g ha ⁻¹
Nortox®			
Game®	lufenurom	300 ml ha ⁻¹	15g ha ⁻¹
Platinum Neo®	tiametoxam+lambda-cialotrina	200 ml ha ⁻¹	28,2 g ha ⁻¹ + 21,2g ha ⁻¹
Voraz®	metomil + novalurom	400 ml ha ⁻¹	160 g ha ⁻¹ + 14 g ha ⁻¹
Belt®	flubendiamida	50 ml ha ⁻¹	22,5 g ha ⁻¹

*Dosagem máxima do produto em volume de calda 200 L ha⁻¹

2.2.6 Experimento 1: Exposição de *Tetrastichus howardi* a diferentes inseticidas usando o sistema ASPECLE.

Para a exposição de *T. howardi* aos inseticidas foi utilizado o sistema ASPECLE (Avaliação da Seletividade de Pesticidas em condições de Laboratório Estendido), que consiste em um conjunto de gaiolas para expor os parasitoides aos inseticidas contidos em folhas de soja, conectadas por um sistema de ventilação, com função de impedir gases tóxicos no interior da gaiola (MIRANDA, 2010) (Figura 1).

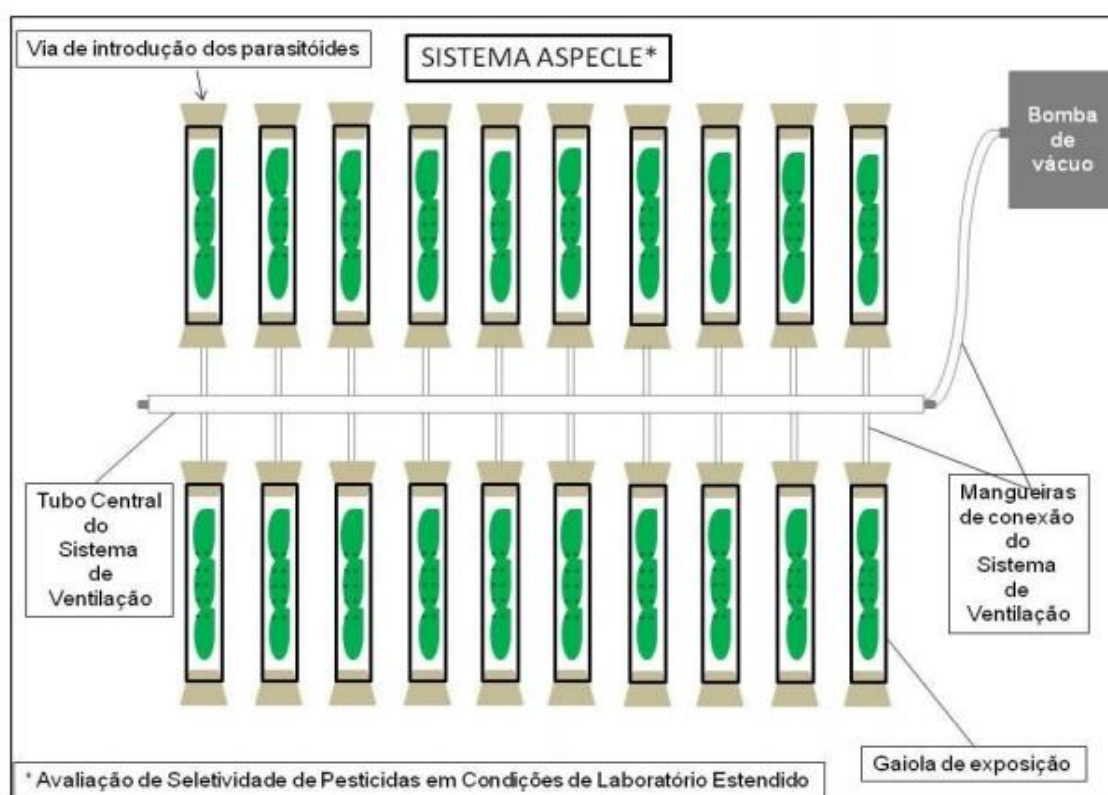


Figura 1. Desenho esquemático do sistema desenvolvido para expor os parasitoides aos resíduos de inseticidas e avaliar a seletividade desses produtos a eles (MIRANDA, 2010).

O experimento teve início 24 horas após a emergência dos parasitoides, permitindo que ocorresse a cópula dos mesmos. Foram aplicados os tratamentos com os inseticidas com o auxílio de um pulverizador manual de pressão (Brudden Pratical 2000®) sobre as plantas de soja plantadas em vasos.

Após 2 horas da aplicação do inseticida na folha de soja, estas foram colocadas na gaiola de exposição do sistema ASPECLE de forma a aderir toda a parede da gaiola, as

extremidades da gaiola foram vedadas com “voil” e uma rolha. No interior da gaiola foi colocado um chumaço com algodão umedecido, para manutenção da umidade e fornecimento de água para os parasitoides (MIRANDA, 2010).

2.2.6.1 Teste 1: Exposição por 24 horas de *Tetrastichus howardi* a diferentes inseticidas usando o sistema ASPECLE.

Para este teste foram alocadas 10 fêmeas de *T. howardi* por gaiola de exposição do sistema ASPECLE. As gaiolas foram mantidas em sala climatizada com temperatura de 25 ± 2 °C, Umidade Relativa de $70\% \pm 20\%$, e fotofase de 14 horas (MIRANDA, 2010).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), constituído de 7 tratamentos (acefato (testemunha positiva), metomil + novalurom, tiametoxam + lambda-cialotrina, lufenurom, *B. thurigiensis* e flubendiamida e a testemunha negativa constituída de apenas água destilada), com 9 repetições.

Foi realizada a contagem de parasitoides mortos por repetição após sua exposição ao resíduo seco dos inseticidas por 24h na gaiola de exposição. Com base na porcentagem de parasitoide mortos, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias quando significativas foram submetidas ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.2.6.2 Teste 2: Exposição por 120 horas de *Tetrastichus howardi* a diferentes inseticidas usando o sistema ASPECLE.

Para este teste a mortalidade dos parasitoides foi monitorada durante um período de 120h após o confinamento empregando 9 repetições, que correspondiam a 10 parasitoides por gaiola de exposição contendo resíduo seco dos inseticidas acefato, metomil + novalurom, tiametoxam + lambda-cialotrina, lufenurom, *B. thurigiensis* e flubendiamida e testemunha (sem resíduo). Assim, um total de 90 adultos (fêmeas) do parasitoide foi monitorado, com o número de parasitoides mortos registrado em intervalos de 24h horas, durante o período de confinamento. Com base no número de parasitoides mortos, nos respectivos intervalos de avaliação em relação aos parasitoides sobreviventes, foram construídas curvas de sobrevivência empregando o método de Kaplan-Meier (Kleinbaum and Klein 2012) usando o Proc Lifetest do SAS (SAS Institute 2002), e comparadas por pares de curvas pelo teste de Log-Rank a 5% de probabilidade.

2.2.7 Experimento 2: Parasitismo e desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* após a exposição aos resíduos de inseticidas em lagartas de *Anticarsia gemmatalis*.

Para este experimento foram aplicados os inseticidas sobre as folhas da soja e sobre as lagartas de *A. gemmatalis*, 24 horas após a emergência dos parasitoides. Posteriormente, foi ofertada lagarta de 4º instar aos parasitoides, na densidade de 5:1 (para cada 5 parasitoides foi ofertada uma lagarta) (adaptado de FERNANDES, 2018). As lagartas foram expostas individualmente ao parasitismo dentro de uma gaiola do sistema ASPECLE com o auxílio de uma pinça (adaptado de MIRANDA, 2010).

Após 96 horas do início do experimento, os parasitoides e as lagartas foram retirados da gaiola de exposição com o auxílio de um pincel. Para as avaliações, as lagartas foram colocadas em potes plásticos com a dieta de alimentação até a emergência dos adultos.

A característica biológica avaliada foi somente a porcentagem de parasitismo, pois devido não haver desenvolvimento do parasitoide, não foi possível avaliar a porcentagem de emergência da progênie, a duração do ciclo (ovo/adulto) em dias; o número de parasitoides emergidos por lagartas (progênie); a progênie por fêmea; a razão sexual do parasitoide e longevidade de machos e fêmeas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), constituído de 7 tratamentos (acefato (testemunha positiva), metomil + novalurom, tiametoxam + lambda-cialotrina, lufeniurom, *B. thurigiensis* e flubendiamida e a testemunha negativa constituída de apenas água destilada), com 9 repetições.

Para este teste, foi realizada a contagem das lagartas parasitadas. Com base na porcentagem de parasitismo, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias quando significativas foram submetidas ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Experimento 1 (Teste 1): Exposição por 24 horas de *Tetrastichus howardi* a diferentes inseticidas usando o sistema ASPECLE.

A maior mortalidade de *T. howardi* foi observada, quando fêmeas adultas deste parasitoide foram expostas aos resíduos dos inseticidas acefato, metomil + novalurom e tiametoxam+lambdas-cialotrina por 24 horas ($P < 0,0001$, $CV\% = 22,78\%$) (Tabela 2).

Tabela 2. Médias (\pm erro padrão) da mortalidade corrigida de *Tetrastichus howardi* quando em contato com resíduos de inseticidas usando o sistema ASPECLE, no período de 24 horas. Temperatura 25 ± 2 °C, umidade relativa de $70 \pm 20\%$ e fotofase de 14 horas. Dourados.

Tratamentos	Grupo químico	Mortalidade (%)	Classe de toxicidade ¹
Lufenuron	Benzoiluréias	$0,00 \pm 0,00$ a	1
Tiametoxan+ Lambda Cialotrina	Neonicotinoide+ Piretróides	$84,44 \pm 8,35$ b	4
Metomil+ Novaluron	Carbamato+ Benzoiluréias	$98,88 \pm 1,11$ b	4
Flubendiamida	Diamida	$0,00 \pm 0,00$ a	1
<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i>	$0,00 \pm 0,00$ a	1
Acefato	Organofosforado	$90,00 \pm 4,08$ b	4
Água	-----	$0,00 \pm 0,00$ a	1
CV (%) = 27,19		p = 0,0001	

Médias seguidas pela mesma letra (minúscula) na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$); ¹Classes de toxicidade: 1, inócuo (<25%); 2, levemente nocivo (25–50%); 3, moderadamente nocivo (51–75%); e 4, nocivo (> 75%).

A mortalidade para *T. howardi* observada utilizando os resíduos de inseticida acefato foi de $90,00 \pm 4,08\%$, para o inseticida metomil + novalurom foi de $98,88 \pm 1,11\%$, para o inseticida tiametoxam+lambdas-cialotrina $84,44 \pm 8,35\%$, sendo esses inseticidas considerados tóxicos para *T. howardi* em condições de laboratório ampliado (Tabela 2).

Fêmeas adultas de *T. howardi* não apresentaram mortalidade após a exposição aos resíduos de inseticidas lufenuron ($0,00 \pm 0,00$), *B. thuringiensis* ($0,00 \pm 0,00$) e flubendiamida ($0,00 \pm 0,00$) por um período de 24 horas, semelhantes a testemunha negativa ($0,00 \pm 0,00$). Portanto, os inseticidas lufenuron, *B. thuringiensis* e flubendiamida foram considerados inócuos a fêmeas adultas de *T. howardi* (Tabela 2).

2.3.2 Experimento 1 (Teste2): Exposição por 120 horas de *Tetrastichus howardi* a diferentes inseticidas usando o sistema ASPECLE.

A mortalidade de *T. howardi* foi variável entre os inseticidas e testemunha em função dos intervalos de avaliação ($\chi^2 = 679,07$; G.L. = 6; $P < 0,0001$). A sobrevivência do parasitoide foi reduzida no intervalo de 0 a 24h, quando expostos aos inseticidas acefato, metomil + novalurom e tiametoxam + lambda-cialotrina resultando em 0% de sobreviventes nos intervalos de 48 ou 72h (Figura 2).

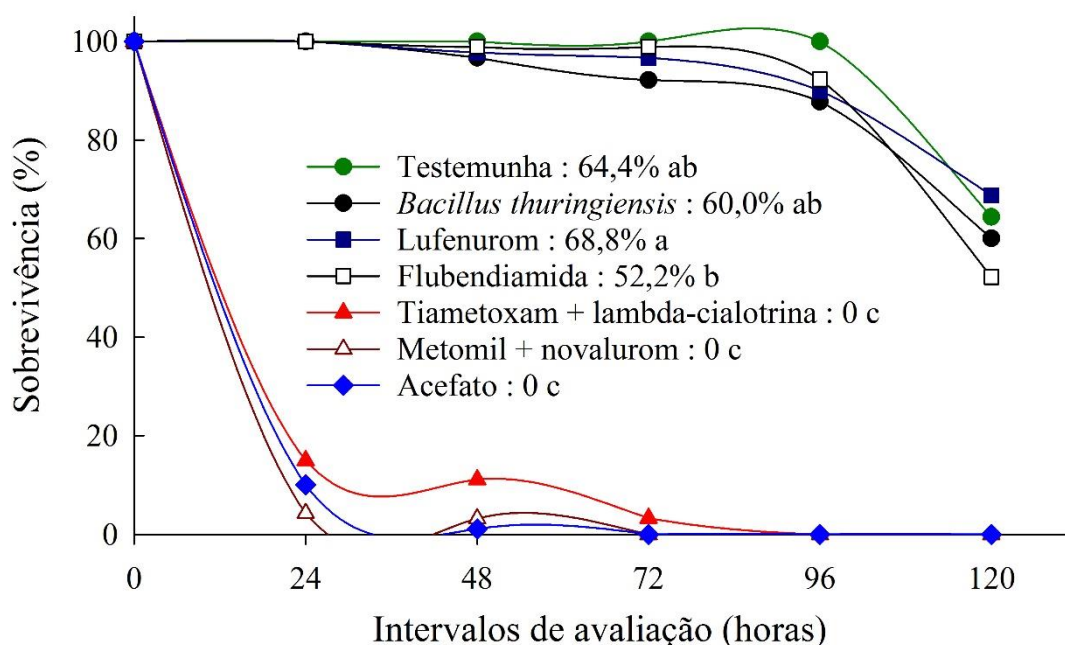


Figura 2. Sobrevivência (%) de *Tetrastichus howardi* expostos a inseticidas sintéticos, biológicos e misturas de inseticidas prontas para uso, em função dos intervalos de avaliação após confinamento. Os valores representam a média final de sobrevivência após 120h.

Fêmeas adultas de *T. howardi* expostas aos inseticidas lufenurom, *B. thuringiensis* e flubendiamida e testemunha (sem inseticida), exibiram sobrevivência de 68,8% para o inseticida lufenurom, 64,4% testemunha contendo apenas água, 60,0% para *B. thuringiensis*, 52,2% para flubendiamida (Figura 2).

Contudo, vale ressaltar que entre esses tratamentos, as fêmeas adultas de *T. howardi* expostas ao inseticida lufenurom exibiu a maior sobrevivência diferindo da fêmeas adultas de *T. howardi* expostas aos resíduos de flubendiamida ($\chi^2 = 3,85$; G.L. = 1; $P = 0,0495$), e ambos foram similares a testemunha ou ao *B. thuringiensis* ($P > 0,05$) (Figura 2).

2.3.3 Experimento 2: Parasitismo e desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* após a exposição aos resíduos de inseticidas em lagartas de *Anticarsia gemmatalis*.

Após 96 horas de exposição das fêmeas adultas de *T. howardi* para parasitismo de *A. gemmatalis* expostos aos resíduos de inseticidas, foi observado apenas o parasitismo da testemunha $55,55 \pm 17,56$, ($P < 0,0001$, $CV\% = 7,99\%$). Onde o corpo da lagarta quando seco, apresentou um aspecto rígido de coloração marrom a preta com aparência mumificado.

Ação dos inseticidas levaram a mortalidade das lagartas de quarto ínstar de *A. gemmatalis*, antes que fossem parasitadas, desta forma as lagartas que entraram em contato com os inseticidas acefato, metomil + novalurom e tiametoxam + lambda-cialotrina, lufenuron, e flubendiamida, apresentaram corpo com aspecto seco e de tamanho reduzido, já as lagartas que entraram em contato com *B. thurigiensis*, apresentaram coloração enegrecida e corpo mole, e posteriormente ficaram secas.

2.4 DISCUSSÃO

Possivelmente, a inocuidade do inseticida lufenuron para fêmeas adultas de *T. howardi* está ligada diretamente ao seu modo de ação, uma vez que atua no desenvolvimento e metamorfose dos insetos, desta forma não causando a mortalidade de adultos.

Este grupo de inseticidas matam os insetos alvo durante a troca de ecdise, por limitar a formação de quitina (REYNOLDS, 1987). No caso do estudo de mortalidade de fêmeas de *T. howardi*, esta já eram adultas, desta forma não realizando a troca de ecdise.

Diversos trabalhos mencionam o inseticida lufenuron como seletivo aos inimigos naturais (STECCA et al., 2017; ZANTEDESCHI et al., 2018). A seletividade desse inseticida na concentração de $7,5\text{g i.a. ha}^{-1}$ foi observada sobre *Telenomus podisi* (Ashmead, 1893) (Hymenoptera: Platyglastridae) (STECCA et al., 2017).

Também foi observado para *Trissolcus basalis* (Hymenoptera: Platyglastridae) (Wollaston, 1858) que o lufenuron ($0,12\text{ml ha}^{-1}$), foi seletivo a fêmeas adultas, que relacionam a inocuidade do lufenuron, devido os parasitoides de ovos serem adultos (ZANTEDESCHI et al., 2018).

Neste estudo a flubendiamida também se apresentou inócua a fêmeas adultas de *T. howardi*, isto devido que as diamidas são produtos que atuam somente quando são ingeridos, portanto representa baixa toxicidade quando somente exposto ao inimigo natural, desta forma são seletivos aos insetos não alvos (LAHM et al., 2009). Quando as diamidas são absorvidos por insetos alvos e chegam ao conjunto de fibras musculares do inseto e se ligam aos moduladores dos receptores de rianodina, que provocam a liberação descontrolada de cálcio (Ca^{2+}) do retículo sarcoplasmático, causando uma forte contração muscular que leva o inseto à inanição (LAHM et al., 2007).

Diamida ($33,6\text{g i.a. ha}^{-1}$) já foi testada sobre os adultos de *T. podisi*, onde foi relatada sua seletividade (STECCA et al., 2017). As diamidas agem sobre os nervos e músculos dos insetos, e é de pequeno risco a insetos não alvo, desta forma na maioria das vezes são seletivos (SPARKS, 2015).

Neste experimento de contato do parasitoide *T. howardi* com o *B. thuringiensis* por 24 horas, a bactéria entomopatogênica não foi ingerida e/ou ativada, ou não possuem sítios de ligação para as proteínas Cry. Para que os entomógenos tenham efeito sobre os hospedeiros é necessário que o pH do intestino médio dos insetos sejam apropriados para ativação das toxinas, o que não ocorre com os parasitoides, uma vez que o *B. thuringiensis* são disruptores microbianos do intestino dos insetos (VAN LENTEREN; BUENO, 2003).

Semelhante a este estudo quando testada a toxicidade de inseticida biológico *B. thuringiensis* (500g ha^{-1}) sobre fêmeas adultas de *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), não houve mortalidade, pois, a proteína Cry não foi ativada (FELTRIN-CAMPOS et al. 2019).

Os inseticidas que causaram maior mortalidade sobre as fêmeas em 24 horas de *T. howardi* foram acefato, metomil + novalurom e tiametoxam + lambda-cialotrina. O acefato do grupo dos organofosforados apresentam alta toxicidade sobre inimigos naturais (LIU et al., 2015), isso porque os organofosforados penetram facilmente pela cutícula do inseto, devido à baixa massas moleculares (STOCK; HOLLOWAY, 1993).

Os inseticidas do grupo organofosforados e carbamatos, são inseticidas que atuam na transmissão sináptica, inibindo a enzima acetilcolinesterase, esta enzima apresenta dois distintos sítios (esterático e aniônico), onde fazem ligação com a enzima acetilcolina por meio de um grupamento carbamila para os carbamatos e um grupamento fosfato para os organofosforados. A hidrólise da enzima fosforilada ou carbamilada ocorre de maneira lenta, assim ocorre o acúmulo de moléculas acetilcolina na sinapse, que leva a

hiperexcitação do sistema nervoso e é chamada de síndrome colinérgica (DIVITO et al., 2007; SANTOS et al., 2007).

O efeito maléfico do metomil + novaluron a *T. howardi*, está relacionado ao metomil nesta formulação, devido este inseticida ser do grupo químico dos carbamatos, que agem rapidamente sobre o sistema nervoso. O inseticida carbamato apresentou alta toxicidade sobre adultos de *Bracon brevicornis* (Wesmael, 1838) (Hymenoptera: Braconidae) devido sua ação rápida no sistema nervoso (SHANKARGANESH et al., 2017).

Já o inseticida novaluron é do grupo químicos benzilfeniluréias, e quando testado em adultos não causam efeito, pois insetos adultos não apresentam troca de ecdise (SPARKS, 2015). O que ocorreu estudo que destacou a seletividade do inseticida novaluron (7,5g i.a. ha⁻¹) sobre adultos de parasitoide de ovos *T. podisi* (STECCA et al., 2017).

A mortalidade de fêmeas de *T. howardi* exposta a resíduos de tiametoxam+lambdacialotrina, foi causado devido a esse inseticida atuar sobre o sistema nervoso, sendo que o grupo químico do tiametoxam é o dos neonicotinoides, e lambdacialotrina do grupo químico dos piretróides (NAUEN et al., 2001; PASINI et al., 2017). Que relaciona a rápida mortalidade do parasitoide devido ao “efeito-choque” causado pelos piretróides e também pelo efeito proporcionado pelos neonicotinoides (ZANTEDESCHI et al., 2018).

Os neonicotinoides atuam como agonistas da acetilcolina, a acetilcolina é o principal neurotransmissor do sistema nervoso central. A nicotina dos neonicotinoides se ligam aos receptores nicóticos da acetilcolina, localizados no neurônio pós-sináptico, que se degradam imediatamente, portanto os impulsos nervosos são transmitidos continuamente, levando a hiperexcitação do sistema nervoso (NAUEN et al., 2001)

Ao testar tiametoxam + lambdacialotrina (0,25L ha⁻¹) adultos de *T. pretiosum*, foi observado sua alta toxicidade, atribuindo essa alta toxicidade a lambdacialotrina, devido ser um piretroide (PASINI et al. 2017). Por outro lado, em estudo semelhante, Oliveira et al. (2019) relatou a alta toxicidade do tiametoxan (1,00g L⁻¹) sobre o adulto de *Encarsia hispida* (De Santis, 1948) (Hymenoptera: Aphelinidae).

Os piretróides atuam sobre o sistema nervoso periférico e central dos insetos, especificamente sobre as proteínas de canais de sódio dependentes da voltagem, que ficam localizadas nas membranas das células nervosas. Os sintomas de intoxicação ocorrem quando este composto ao prolongar a abertura dos canais de sódio, estimulam as

células nervosas a produzir descargas repetitivas, causando paralisia e eventual morte dos insetos (VIEGAS JUNIOR, 2003; DONG et al., 2014).

Fêmeas adultas de *T. howardi*, não apresentaram sobrevivência após um período de 120 horas em contato com os resíduos dos inseticidas acefato, metomil + novalurom e tiametoxam+lambdas-cialotrina, já nas primeiras 24 horas pode ser observado a mortalidade da grande maioria das fêmeas dos parasitoide, possivelmente devido ao modo de ação destes inseticidas (NAUEN et al., 2001; DIVITO et al., 2007; SANTOS et al., 2007, DONG et al., 2014).

Por outro lado, os inseticidas lufenuron, *B. thurigiensis* e flubendiamida e testemunha (sem inseticida), apresentaram sobreviventes semelhantes a testemunha, o que também está relacionado ao modo de ação dos inseticidas (VAN LENTEREN; BUENO, 2003; SPARKS, 2015).

Porém o as fêmeas expostas aos resíduos do inseticida lufenuron por um período de 120 de parasitismo tiveram maior sobrevivência do que quando expostas os resíduos horas do que inseticida diamida. Que possivelmente pode ser explicado, pelo fato de que fêmeas adultas de *T. howardi* não sofre nenhum efeito quando em contato com lufenuron por atuar impedindo a síntese de quitina, agem somente sobre lagartas e ninfas (SPARKS, 2015).

Ação dos inseticidas levaram a mortalidade das lagartas de quarto ínstar de *A. gemmatalis*, antes que fossem parasitadas. Isso porque houve contato direto com os inseticidas com as lagartas e elas se alimentaram de folhas com resíduo dos inseticidas logo após a aplicação dos mesmos, o que levaram a mortalidade da lagarta, uma vez que todos os inseticidas utilizados são recomendados para *A. gemmatalis*.

A eficiência dos inseticidas acefato (0,4Kg i.a. ha⁻¹) e lambdas cialotina (0,015L i.a. ha⁻¹) no controle de *A. gemmatalis*, pode ser observada até sete dias após sua aplicação, onde de um a sete dias após a aplicação destes inseticidas ocorreu mortalidade de lagartas (MARTINS et al., 2009). Batista Filho et al. (2001) observou mortalidade de lagartas de 4º instar de *A. gemmatalis* utilizando tiametoxam (800g i.a. ha⁻¹).

O contato direto de inseticidas com lagartas de 2º e 5º instar de *A. gemmatalis*, levou a mortalidade das mesmas em um período de 24 horas como demonstrado em estudo utilizando os inseticidas flubendiamida (25ml ha⁻¹) e *B. thurigiensis* (250ml ha⁻¹) (FERNANDES et al., 2018).

Já foi observada a mortalidade de lagartas de *A. gemmatalis* grandes (>1,5cm) e pequenas (<1,5cm) utilizando os inseticidas, metomil (107g i.a. ha⁻¹) que apresentou

efeito choque agindo rapidamente, lufenuron (7,5g i.a. ha⁻¹), *B. thurigiensis* (16,8g i.a. ha⁻¹), que apresentaram ação mais lenta, sendo observado a eficiência destes inseticidas (SCHUSTER; ROHDE, 2012).

O inseticida nuvaluron (0,5L i.a. ha⁻¹) possui ação mais lenta no controle de *A. gemmatalis*, porém em sete dias levou a mortalidade total das lagartas, e permaneceu efetivo até 28 dias (McPHERSON et al., 2003).

Quando as fêmeas adultas de *T. howardi* foram alocadas para o parasitismo em lagartas de 4º instar de *A. gemmatalis* em condições de laboratório ampliado no sistema ASPECLE, houve parasitismo na testemunha, porém não houve emergência dos parasitoides adultos.

O parasitismo foi observado através das modificações do corpo da lagarta, como consistência do corpo e mudança de coloração, essas modificações podem estar relacionadas a alteração promovidas pelo injetar de venenos por fêmea de parasitoide durante a oviposição, que evoluem de acordo com as respostas imunológicas do hospedeiro (MENG et al., 2018; TANG et al., 2019). Onde essas substâncias são capazes de causar distúrbios fisiológicos que suprimem o efeito do sistema imunológico do hospedeiro (COLINET et al., 2013). Além das alterações promovidas pelos venenos injetados nos hospedeiros, alguns parasitoides possuem capacidade de injetar vírus mutualistas como o “polidnavirus”, esses vírus são injetados junto aos ovos do parasitoide e possuem a capacidades de proteger os ovos (TAN et al., 2018).

Por outro lado, os hospedeiros dos parasitoides possuem a capacidade de responder ao parasitismo, os hemócitos são capazes de encapsular corpos estranhos, que levam a mortalidade dos parasitoides (CARPER et al., 2019). Porém esta capacidade do parasitoide se desenvolver em um hospedeiro alternativo pode ser afetada pela relação co-evolutiva do parasitoide sobre o hospedeiro, que dificulta a supressão do sistema autoimune do hospedeiro, podendo levar a morte do hospedeiro antes mesmo do desenvolvimento completo do parasitoide (ANDRADE et al., 2010).

A principal causa da morte de *T. howardi* antes mesmo do seu completo desenvolvimento no hospedeiro pode estar relacionada com a quantidade de venenos injetados em lagartas de 4º instar de *A. gemmatalis*, levando a morte da lagarta antes mesmo do desenvolvimento do parasitoide.

Apesar da não emergência de *T. howardi* em lagartas de *A. gemmatalis*, vale destacar que este endoparasitoide possui potencial de parasitismo, podendo levar a quebra do ciclo da *A. gemmatalis*.

2.5 CONCLUSÕES

Os inseticidas lufenurom, *B. thurigiensis* e flubendiamida são inócuos a fêmeas adulta de *T. howardi*.

Os inseticidas acefato, metomil + novalurom e tiametoxam + lambda-cialotrina, são tóxicos a fêmeas adultas de *T. howardi*, nas primeiras 24 horas de exposição.

Os inseticidas causaram mortalidade das lagartas de 4 instar de *A. gemmatalis*, e impediu o desenvolvimento de *T. howardi*.

2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos fitossanitários. 2019. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso: 22 de novembro de 2019.

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of na insecticida. **Journal Economy Entomology**, v. 18, p. 265-267, 1925.

AMARASEKARE, K. G.; SHEARER, P. W.; MILLS, N. J. Testing the selectivity of pesticide effects on natural enemies in laboratory bioassays. **Biological Control**, v. 102, p. 7-16, 2016.

ANDRADE, G. S.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; LEITE, G. L. D.; POLANCZYK, R. A. Immunity of an Alternative Host Can Be Overcome by Higher Densities of Its Parasitoids *Palmistichus elaeisis* and *Trichospilus diatraeae*. **Plos one**. v. 5, p. 1-7, 2010.

BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J. E. M.; LAMAS, C. Effect of Thiamethoxam on Entomopathogenic Microorganisms. **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 437-447, 2001.

BUENO, A. F.; CARVALHO, G. A.; SANTOS, A. C.; SOSA-GOMEZ, D. R.; SILVA, D. M. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. **Ciência Rural**, v.47, p. 1-10, 2017.

CARPER, A. L.; ENGER, M.; BOWERS, D. Host Plant Effects on Immune Response Across Development of a Specialist Caterpillar. **Frontiers in Ecology and Evolution**. v. 7, p.1-11, 2019.

COLINET, D.; MATHÉ-HUBET, H.; ALLEMAND, R.; GATTI, J. L.; POIRIÉ M. Variability of venom components in immune suppressive parasitoid wasps: From a phylogenetic to a population approach. **Journal of Insect Physiology**, v. 59, p. 205- 212, 2013.

DIVITO, C. B.; DAVIES, S.; MASOUDI, S.; MUHORO, C. N. Relative stability of formamidine and carbamate groups in the bifunctional pesticide formetanate hydrochloride. **Journal Agriculture Food Chemical** , v. 55, p. 5377–5382, 2007.

DONG, K.; DU, Y; RINKEVICH, F.; NOMURA, Y.; XU, P.; WANG, L.; SILVER, K.; ZHOROV, B. F. Molecular biology of insect sodium channels and pyrethroid resistance. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 50, p. 1-17, 2014.

FELTIN-CAMPOS, E.; RINGENBERG, R.; CARVALHO, G. A.; GLAESER, D. F.; OLIVEIRA, H. N. Selectivity of Insecticides Against Adult *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on Cassava. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, p. 546-552, 2019.

FERNANDES, F. O.; ABREU, J. A.; CHRIST, L. M.; ROSA, A. P. S. A. Insecticides Management Used in Soybean for the Control of *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Eribidae). **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 223-230, 2018.

FERNANDES, W. C. **Desempenho biológico de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas, pupas e pré-pupas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) em condições de laboratório e semi-campo)**. 2018. 143p. Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Faculdade de Ciências Biológica e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD, 2018.

FRANCISCO, L. M. L. **Parasitismo e desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) na lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatalis***

(Hubner: 1818) (Lepidoptera: Erebidae). 2016. 58p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD, 2016.

GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial médium. **Journal Economy Entomology**, p. 487-488, 1976.

HASS, B. A.; PASINI, M. P. B.; ENGEL, E; HORZ, D. C.; VINCENSI, C. P.; MASIERO, C. F. P.; COSTA, R. M. D.; CAMPOS, R. S.; FELTRIN, B. B.; SOUZA, L. M. Eficiência econômica de inseticidas sobre *Anticarsia gemmatalis* na cultura da soja. **Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 6, p. 358-365, 2018.

IRAC – Classificação de modo de ação, 2016. Poster. Disponível em: <https://www.illacbr.org/>. Acesso:14 de outubro de 2019.

KLEINBAUM, D. G.; KLEIN, M. 2012. Survival Analysis: a Self-learning Text. Springer, New York.

LAHM, G. P.; CORDOVA, D.; BARRY, J. D. New and selective ryanodine receptor activators for insect control. **Bioorganic & Medicinal Chemistry letters**, v. 17, p. 4127–4133, 2009.

LAHM, G. P.; STEVERSON, T. M.; SELBY, T. P.; FREUDENBERGER, J. H.; CORDOVA, D.; FLEXNER, L.; BELLIN, C. A.; DUBAS, C. M.; SMITH, B. K.; HUGHES, K. A.; HOLLINGSHAUS, J. G.; CLARK, C. E.; BENNER, E. A. Rynaxypyre: A new insecticidal anthranilic diamide that acts as a potent and selective ryanodine receptor activator. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v. 17, p. 6274–6279, 2007.

LIU, Y. Q.; LIU, B.; ALI, A.; LUO, S. P.; LU, Y. H.; LIANG, G. M. Insecticide toxicity to *Adelphocoris lineolatus* (Hemiptera: Miridae) and its nymphal parasitoid *Peristenus spretus* (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 108, p. 1779–1785. 2015.

MACHADO, A. V. A.; POTIN, D. M.; TORRES, J. B.; TORRES, C. S. A. S. Selective insecticides secure natural enemies action in cotton pest management. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. v. 184, p. 1-11, 2019.

MARTINS, G. L. M. TOSCANO, L. C.; TOMQUELSKI, G. V.; MARUYAMA, W. I. Inseticidas no controle de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) e impacto sobre aranhas predadoras em soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, p.128-132, 2009.

McPHERSON, R. M.; TAYRLOR, J. D.; ROBERSON, N. J. Control of velvetbean caterpillars on soybeans and impact on soybean loopers and threecornered alfalfa hoppers, 2002. **Arthropod Management Tests**, v. 28, n. 1, 2003.

MENG, E.; QIAO, T.; TANG, B.; HOU, Y.; YU, W.; CHEN, Z. Effects of ovarian fluid, venom and egg surface characteristics of *Tetrastichus brontispae* (Hymenoptera: Eulophidae) on the immune response of *Octodonta nipae* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Journal of Insect Physiology**, v. 109, p. 125–137. 2018.

MIRANDA, G. A. S. **Padronização de metodologia para avaliar a seletividade de pesticidas sobre parasitoides de ovos**. 2010. 58p. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados- UFGD, 2010.

NAUEN, R. EBBINGHAUS-KINTSCHER, U. ELBERT, A.; JESCHKE, P.; TIETJEN, K. Acetylcholine receptors as sites for developing neonicotinoid insecticides. In: ISHAAYA, I. (Ed.). **Biochemical sites of insecticide action and resistance**. Berlin: SPRINGER, 2001, s/v., cap. 4, p. 77 - 105.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDYAMA, T.; SOUSA, L. B.; HAMAWAKI, O. T.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, D. G.; MATSUO, E. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 28, p. 877-888, 2012.

OLIVEIRA, R.; SOUZA, M. S.; NUNES, G. S.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. R. Selectivity of insecticides to *Encarsia hispida* (Hymenoptera: Aphelinidae). **Revista Caatinga**, v. 32, p. 312 – 317, 2019.

PASINI, R. A.; GRÜTZMACHER, A. D.; SPAGNOL, D.; ARMAS, F. S.; NORBERG, A. V.; CARVALHO, H. J. S. Ação residual de agrotóxicos pulverizados em plantas de milho sobre *Trichogramma pretiosum*. **Revista Ceres**, v. 64, p. 242-249, 2017.

PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; CALADO, V. R. F.; VARGAS, E. L.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C. Parasitism and emergence of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) larvae, pupae and adults. **Florida Entomologist**, v. 98, p. 377-380, 2015.

REYNOLDS, S. E. The cuticle, growth regulators and moulting in insects: the essential background to the action of acylurea insecticides. **Pesticide Science**, v. 20, p. 131–146, 1987.

SANTOS, V. M. R.; DONNICI, C. L.; DA COSTA, J. B. N.; CAIXEIRO, J. M. R. Compostos organofosforados pentavalentes: histórico, métodos sintéticos de preparação e aplicações como inseticidas e agentes antitumorais. **Química Nova**, v. 30, p. 159-170, 2007.

SARWAR, M. The Killer Chemicals as Controller of Agriculture Insect Pests: The Conventional Insecticides. **International Journal of Chemical and Biomolecular Science**, v. 1, p. 141-147, 2015.

SOSA-GÓMES, D. R.; FERREIRA, B. S. C.; CAMPO, C. B. H.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; HIROSE, E.; ROGGIA, S. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Paraná: Embrapa Soja, 2014. 100 p. (Documentos / Embrapa soja, 269).

SAS Institute. 2002. SAS/STAT 9.2 User`s Guide. Cary, NC.

SHANKARGANESH, K. PAUL, B.; NAVEEN, N. C. Eco-toxicological effect of insecticides on the larval parasitoid, *Bracon brevicornis* Wesmael (Hymenoptera: Braconidae). **African Entomology**, v. 25, p. 367–374, 2017.

SCHUSTER, M. Z.; ROHDE, C. Associação entre inseticida biológico (*Bacillus thuringiensis*) com subdosagens de regulador de crescimento para o controle da *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.5, p. 131-138, 2012.

SPARKS, T.C.; NAUEN, R. IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. **Pesticide Biochemistry Physiology** v.121, p. 122–128,2015.

STECCA, C. S.; BUENO, A. F.; PASINI, A.; SILVA, D. M.; ANDRADE, K.; ZIRONDI FILHO, D. M. Impact of insecticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotropical Entomology**, v. 47, p. 281-291, 2017.

STOCK, D.; HOLLOWAY, P. J. Possible mechanisms for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals. **Pesticide Science**, v. 38, p. 165–177, 1993.

TAN, C. W.; PEIFFER, M.; HOOVER, K.; ROSA, C.; ACEVEDO, F. E.; FELTON, G. W. Symbiotic polydnavirus of a parasite manipulates caterpillar and plant immunity. **Proceeding of the National Academy of Sciences**, v. 15, p. 5199-5204, 2018.

TANG, B. Z.; MENG, E.; ZANG, H. J.; ZANG, X. M.; ASGARI, S.; LIN, Y. P.; LIN, Y. Y.; PENG, Z. Q.; QIAO, T. ZHANG, X. F.; HOU, Y. M. Combination of label-free quantitative proteomics and transcriptomics reveals intraspecific venom variation between the two strains of *Tetrastichus brontispae*, a parasitoid of two invasive beetles. **Journal of Proteomics**, v. 10, p. 1-17, 2018.

TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Conservation biological control using selective insecticides – a valuable tool for IPM. **Biological Control**, v. 126, p. 53-64, 2018.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; TAVARES, M. T.; PASTORI, P. L. Record of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crop in Brazil. **Entomotropica**, v. 26, p. 143-146, 2011.

VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**, v. 48, p. 123–139, 2003.

VIEGAS JUNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, v. 26, p. 390-400, 2003.

ZANTEDESCHI, R.; A. D.; PAZINI, J. B.; BUENO, F. A.; MACHADO, L. L. Selectivity of pesticides registered for soybean crop on *Telenomus podisi* and *Trissolcus basalidis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, p. 52-58, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para os inseticidas considerados tóxicos ao parasitoide em condições de laboratório ampliado (acefato, metomil + novalurom e tiametoxam+lambd-cialotrina) ainda são necessários teste em condições de campo, pois devem ser atendidos os critérios da IOBC, e só assim posteriormente aos testes em campo pode ser afirmar quais são os inseticidas tóxicos a *T. howardi*.

Os inseticidas lufenurom, *B. thurigiensis* e flubendiamida, foram seletivos a fêmeas adultas de *T. howardi* o que no sistema de manejo integrado de pragas (MIP) são mais apropriados para preservação dos inimigos naturais.

Fêmeas *T. howardi*, ao parasitarem lagartas de 4º instar de *A. gemmatalis* que estavam em contato com os resíduos de inseticidas, não conseguiram parasitar e se desenvolverem, devido os inseticidas terem causado a mortalidade da lagarta antes mesmo do parasitismo e desenvolvimento de *T. howardi*. É importante destacar, que para avaliar o parasitismo e desenvolvimento do parasitoide, é necessário que o hospedeiro esteja vivo durante este período.

O Sistema ASPECLE é um sistema viável para testes de seletividade em condições de laboratório estendido, pois, ao se colocar diferentes repetições dos tratamentos inclusive a testemunha, não houve mortalidade dos parasitoides da testemunha, que por isso é possível evidenciar que o sistema é adequando, para a realização dos testes de seletividade.

ANEXOS

Anexo 1. Composição da dieta líquida para manutenção dos adultos de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera:Erebidae) (adaptada de GRENNE et al., 1976).

Ingredientes	Quantidade
Água	100 ml
Mel	60 g
Açúcar	10 g
Nipagin	1 g
Ácido Sórbico	1 g

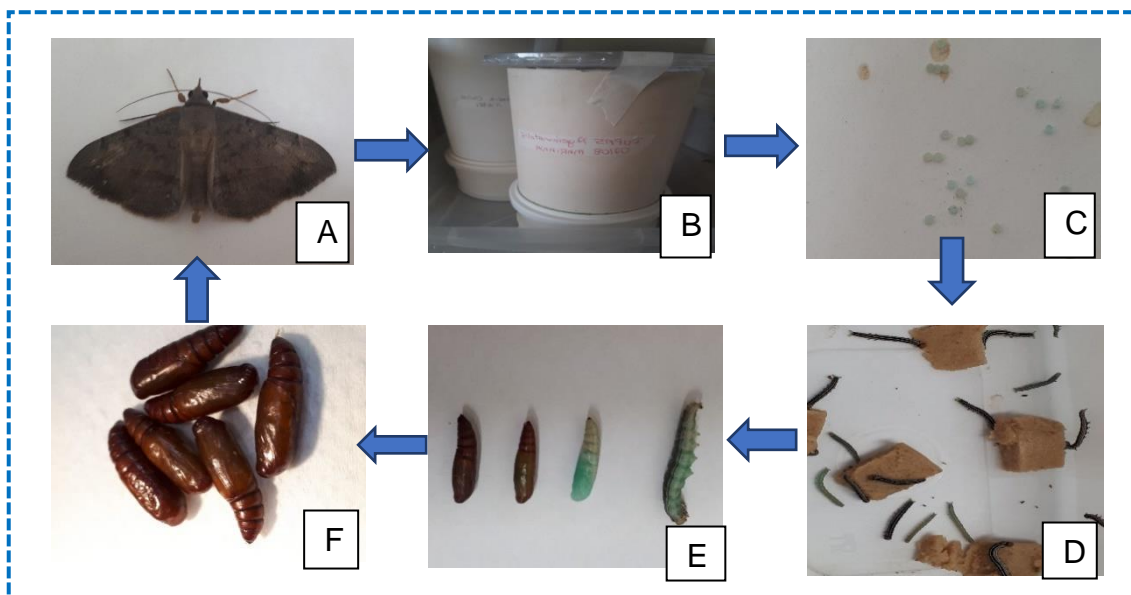
Anexo 2. Composição da dieta para manutenção das lagartas *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera:Erebidae) (adaptada de GRENNE et al., 1976).

Ingredientes	Quantidade
Água	3.400 ml
Agar	46 g
Feijão carioca	250 g
Germe de Trigo não tostado	200 g
Caseína	75 g
Levedura de cerveja	125 g
Ácido ascórbico	12 g
Mistura vitamínica Vanderzant*	20 g
Tetraciclina	250 g
Formaldeído 40%	12 ml
Nipagin	15 g
Ácido Sórbico	6 g
Proteína de Soja texturizada	100 g

*Composição da mistura vitamínica de

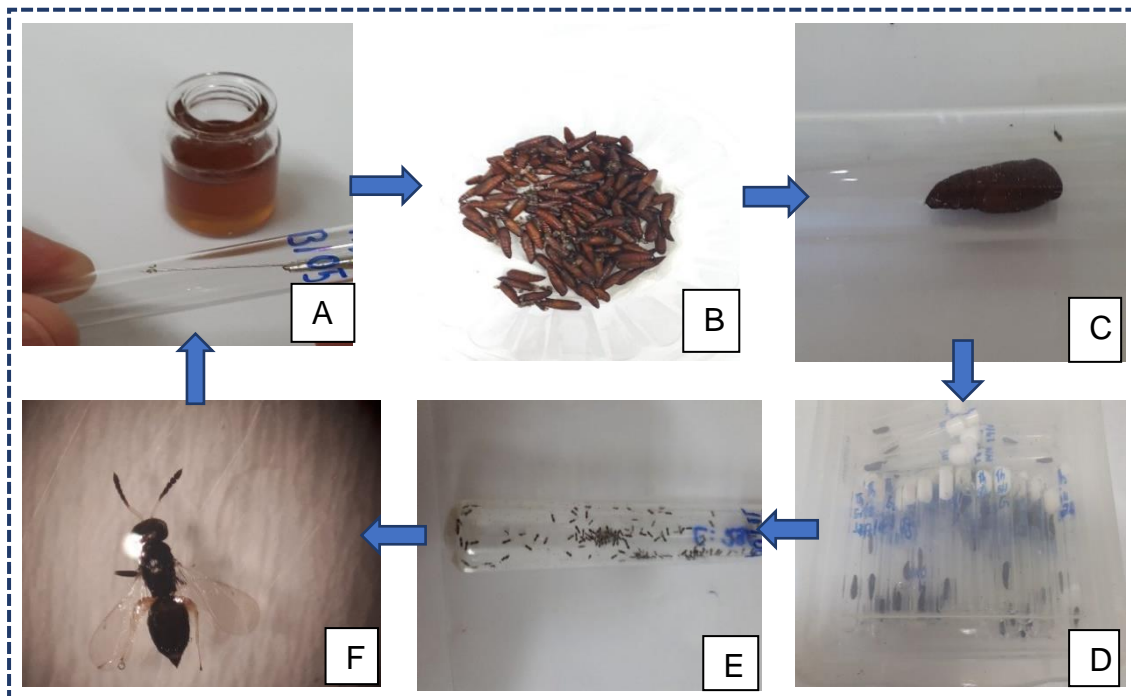
Vanderzant	
Niacianamida	1,000 mg
Pantotenado de cálcio	1,000 mg
Tiamina HCl	0,250 mg
Riboflavina	0,500 mg
Piridoxina HCl	0,250 mg
Ácido fólico	0,250 mg
Biotina	0,250 mg
Vitamina B ₁₂	0,250 mg

Anexo 3. Esquema de multiplicação do hospedeiro alternativo *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae), no laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.



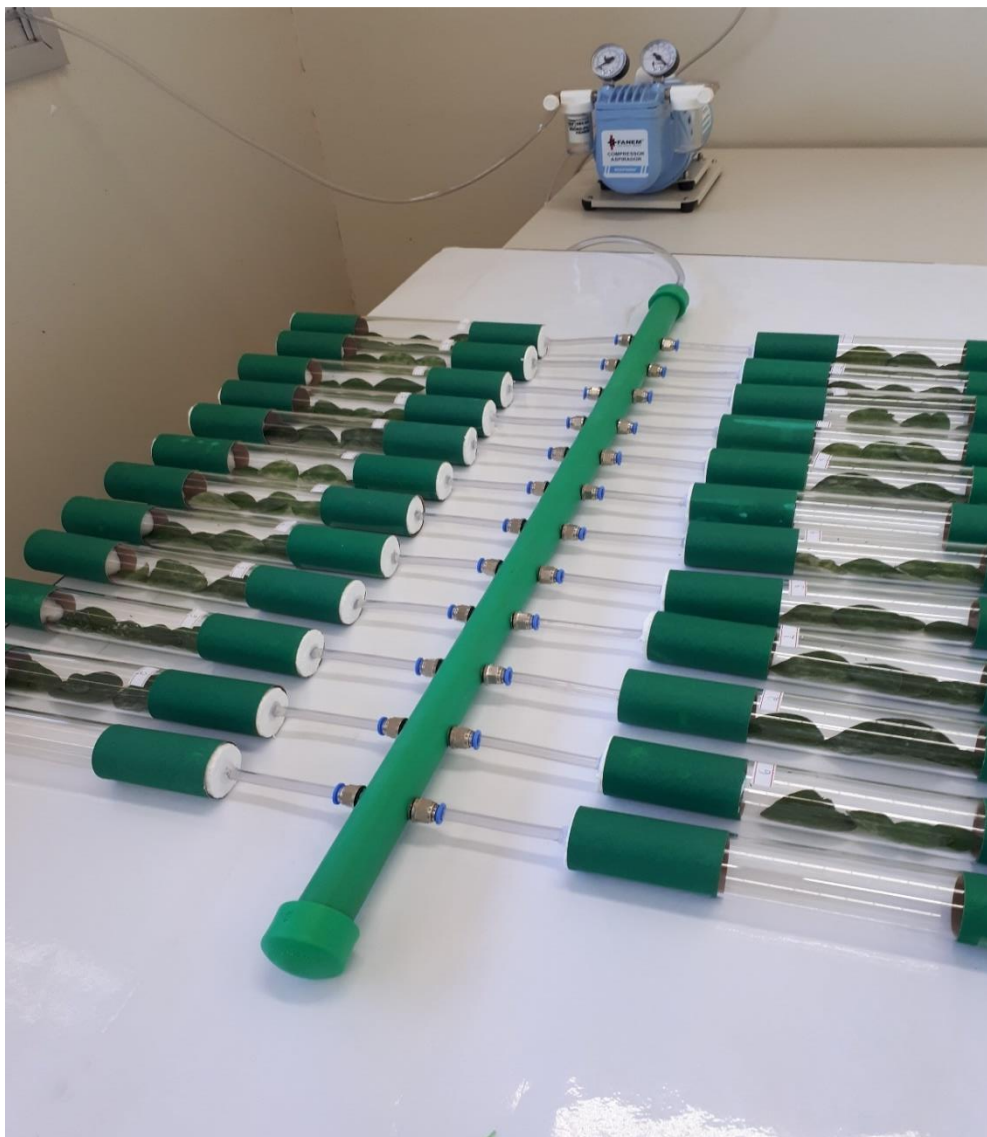
A-Mariposa adulta de *Anticarsia gemmatalis*; **B-** Gaiola de criação de adultos de *Anticarsia gemmatalis*; **C-** Ovos de *Anticarsia gemmatalis* ;**D-** Lagartas de *Anticarsia gemmatalis* em dieta artificial; **E-** Pré-pupa e pupas de *Anticarsia gemmatalis*, **F-** Pupas de *Anticarsia gemmatalis*.

Anexo 4. Esquema de multiplicação do parasitoide *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae), conduzido no laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

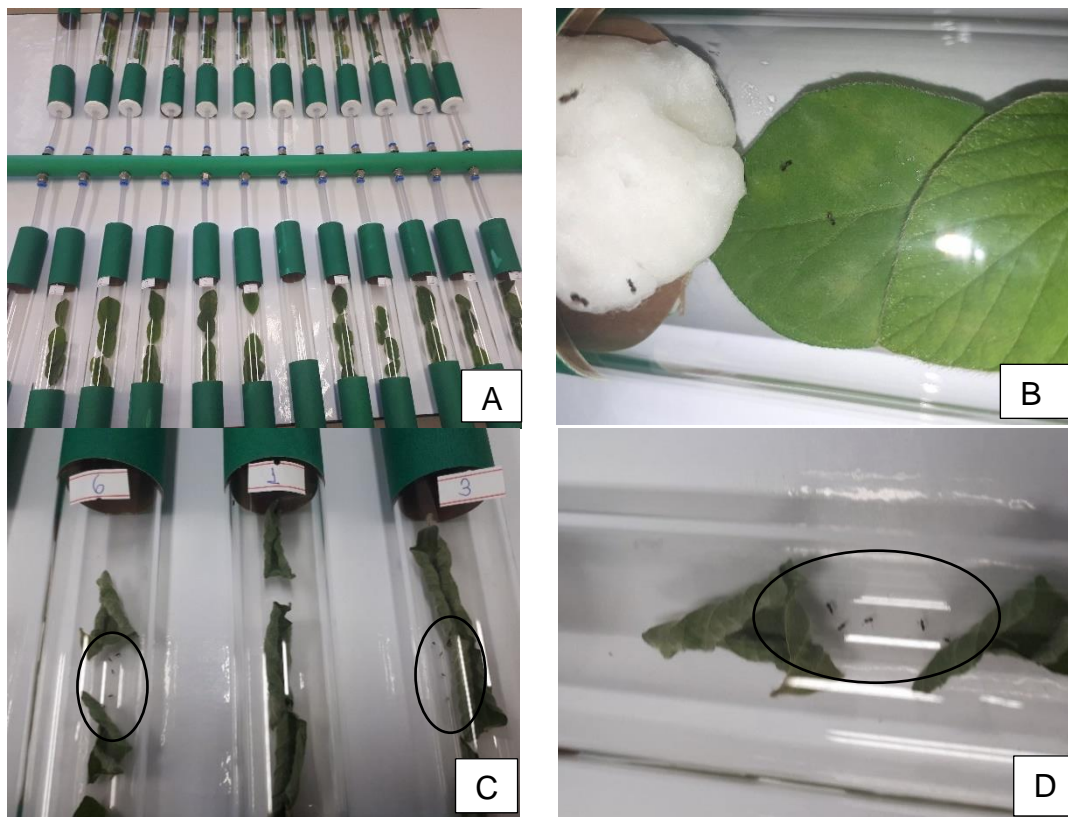


A-Gota de mel para alimentação de *Tetrastichus howardi*; **B-** Pupas de *Anticarsia gemmatalis*; **C-** Pupas de *Anticarsia gemmatalis* expostas ao parasitismo por *Tetrastichus howardi*; **D-** Criação de *Tetrastichus howardi*; **E-** Emergência de *Tetrastichus howardi*; **F-** Fêmeas adulta de *Tetrastichus howardi*.

Anexo 5. Sistema ASPECLE, no laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.



Anexo 6. Experimento em laboratório ampliado, com fêmeas adultas de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae), expostas a resíduos de inseticidas, conduzido no laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.



A e B- Fêmeas adultas de *Tetrastichus howardi* expostas aos resíduos de inseticidas usando o sistema ASPECLE; **C e D-** Fêmeas de *Tetrastichus howardi* mortas devido a ação dos inseticidas.

Anexo 7. Experimento em laboratório ampliado, desenvolvido com lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) sob parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae), expostos a resíduos de inseticidas, conduzido no laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.



A - Lagarta de 4º ínstar de *Anticarsia gemmatalis* exposta ao parasitismo em gaiola de exposição do sistema ASPECLE; **B**- Lagarta de *Anticarsia gemmatalis* parasitada, aspecto rígido de coloração marrom a preta com aparência mumificado; **C e D**- Lagarta de *Anticarsia gemmatalis* morta devido aos resíduos dos inseticidas, corpo com aspecto seco e de tamanho reduzido.