

UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM
CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA

Ocorrência de parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lep.: Noctuidade) associados a cultura do milho em Campo Grande - MS.

Autor: Jason Brais Benites de Oliveira
Orientadora: Dra. Antonia Railda Roel

"Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA, no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária da Universidade Católica Dom Bosco - Área de concentração: "Sustentabilidade Ambiental e Produtiva" Aplicada a Saúde, Ambiente e Sustentabilidade"

Campo Grande
Mato Grosso do Sul
Julho - 2020

UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA

Ocorrência de parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lep.: Noctuidade) associados a cultura do milho em Campo Grande - MS

Autor: Jason Brais Benites de Oliveira
Orientadora: Dra. Antonia Railda Roel

Campo Grande
Mato Grosso do Sul
Julho - 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Católica Dom Bosco
Bibliotecária Mourãmise de Moura Viana - CRB-1 3360

048o Oliveira, Jason Brais Benites de
Ocorrência de parasitoides de Spodoptera frugiperda
(J. E. Smith, 1797) (Lep.: Noctuidade) associados
a cultura do milho em Campo Grande - MS/ Jason Brais
Benites de Oliveira sob orientação da profa. Dra.
Antonia Railda Roel. -- Campo Grande, MS : 2020.
56 p.: il.;

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade
Agropecuária) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo
Grande-MS, Ano 2020
Inclui bibliografias

1. Milho - Doenças e pragas. 2. Sustentabilidade agropecuária.
3. Pragas - Controle biológico I.Roel, Antônia Railda.
II. Título.

CDD: Ed. 21 -- 633.1597



UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
Inspira o futuro

**Ocorrência de parasitóides de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)
(Lep: Noctuidae) associados a cultura do milho em Campo Grande.**

Autor: Jason Brais Benites de Oliveira
Orientadora: Profa. Dra. Antonia Railda Roel

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária
Área de Concentração: Sustentabilidade Ambiental e Produtiva

APROVADO em 17 de agosto de 2020.

Profa. Dra. Antonia Railda Roel - UCDB

Prof. Dr. Denilson de Oliveira Guilherme - UCDB

Prof. Dr. Ronaldo Toma - Fiocruz

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar saúde para lutar por meus objetivos.

Agradeço aos meus pais, que me deram a vida e me ensinaram a lutar por meus objetivos.

Agradeço aos meus irmãos, que sempre me incentivaram e me ajudaram em momentos difíceis na minha vida acadêmica.

Agradeço a minha esposa, que é minha companheira de caminhada, que teve paciência nos momentos em que eu não pude estar presente, que me deu o bem mais precioso, nosso filho Pedro.

Agradeço ao meu amigo e irmão Armando Neto, pela parceria, incentivo e amizade de longa data.

A turma 2018A do PPGCASA, em especial aos colegas Bruno e Danielle Beatriz: Bruno Fines, que sempre nos ajudou com seus conhecimentos e Dani por me auxiliar na criação.

A toda equipe do laboratório de entomologia da UCDB, da qual sempre tive auxílio durante os trabalhos.

A toda equipe do laboratório do HYMPAR e do Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da UFSCAR, que me auxiliaram na identificação a nível de dos parasitoides hymenoptera.

A Professora Dra. Angélica Penteado Dias da UFSCAR, que disponibilizou seu grupo de pesquisas para nos auxiliar.

Ao Dr. Ronaldo Toma, Tecnologista do Laboratório de Saúde Pública da Fiocruz – MS, que identificou os parasitoides dípteros.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos. A

Universidade Católica Dom Bosco – UCDB, universidade onde também me graduei e tenho um imenso carinho.

Agradeço por fim, a minha orientadora Professora Dra. Antonia Railda Roel: grande pessoa, grande pesquisadora e grande professora. Pela paciência comigo, e acima de tudo pela amizade e compreensão diante de imprevistos. Obrigado, querida professora.

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	3
Objetivo geral	3
Objetivos específicos	3
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
A cultura do milho (<i>Zea mays</i>)	4
A lagarta-da-cartucho <i>S. frugiperda</i> na cultura do milho.....	4
Controle Biológico de Insetos	6
Tipos de controle biológico	7
Controle biológico natural.....	8
Controle biológico aplicado.....	8
Controle biológico de <i>S. frugiperda</i> no milho.....	10
Uso de variedade resistente com transgenia Bt	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
ARTIGO	28

LISTA DE ABREVIATURAS

FIOCRUZ	Fundação Osvaldo Cruz
NPK	Nitrogênio, fósforo e potássio
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
UCDB	Universidade Católica Dom Bosco
<i>Bt</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i>
MS	Mato Grosso do Sul
MIP	Manejo Integrado de Pragas
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
HYMPAR	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Hymenoptera Parasitoides da Região Sudeste Brasileira

RESUMO

O milho é umas das culturas agrícolas mais plantadas no mundo, sendo o Brasil um dos maiores produtores. A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) é uma praga de várias espécies de vegetais, mas na cultura do milho é praga chave. O controle desta praga é feito frequentemente por meio de inseticidas sintéticos, mas nem sempre é eficiente. O plantio de variedades de milho geneticamente modificadas *Bt*, resistentes a *S. frugiperda*, também tem se mostrado ineficiente, sendo que o inseto está cada dia mais resistente a essa tecnologia. Atendendo a uma demanda dos agricultores, busca-se outros métodos de controle dessa lagarta, sendo que o biológico tem potencial, visto que estas são parasitadas por muitas espécies de parasitoides. Neste sentido, objetivou-se identificar gêneros e/ou espécies de parasitoides presentes na lagarta-do-cartucho em Campo Grande – MS atacando variedades de milho convnencionna, e transgênicas Bt sob adubação orgânica e quiimica sintetica. Foram coletadas 900 lagartas, destas, 104 estavam parasitadas, presentes nas lagartas coletadas das variedades convencional ou transgênica. As mais abundantes foram especies do gênero *Eiphosoma* spp. (Hymenoptera) e o gênero *Archytas* spp (Diptera). Sendo as espécies: de Hymenoptera: *Chelonus insulares* Cresson 1865 (Braconidae), *Exasticolus fusicornis* (Cameron, 1887) (Braconidae), *Eiphosoma viticole* Cresson (Ichneumonidae), *Enicospilus* sp. (Ichneumonidae), *Aleiodes* sp. (Braconidae), *Diadegma* sp. (Ichneumonidae), *Dolichozele* sp. (Braconidae), *Campoletis flavicincta* (Ashmead, 1890) (Ichneumonidae) e de Diptera: (Tachinidae) *Archytas incertus* (Macquart, 1851), *Eucelatoria* sp., *Winthemia trinitatis* Thompson.

Palavras-chave: Controle de pragas do milho, inimigos naturais, Ichneumonoidea, Tachinidae, controle biológico aplicado, controle biológico natural.

ABSTRACT

Corn is one of the most planted agricultural crops most planted in the world, Brazil being one of the largest producers in the world. The all armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), is a pest of several species of plants, not only grasses, but also other crops with high economic power being the most important of the maize crop. Control of this pest is often done by means of synthetic insecticides, but is not always efficient. Genetically modified maize varieties resistant to *S. frugiperda* are currently used, however the pest is increasingly resistant to Bt toxin present in the varieties. In this way it is essential to discover new biological agents for the control of the all armyworm. In this sense, the objective of this work will be to identify parasitoids with potential for use in applied biological control of the all armyworm in Campo Grande - MS. 900 caterpillars were collected, of these, 104 were parasitized, the most relevant for this work being the species *Eiphosoma* spp. (Hymenoptera) and the genus *Archytas* spp (Diptera) respectively. Being the species: Hymenoptera: *Chelonus insulares* Cresson 1865 (Braconidae), *Exasticolus fusicornis* (Cameron, 1887) (Braconidae), *Eiphosoma viticole* Cresson (Ichneumonidae), *Enicospilus* sp. (Ichneumonidae), *Aleiodes* sp. (Braconidae), *Diadegma* sp. (Ichneumonidae), *Dolichozele* sp. (Braconidae), *Campoletis flavicincta* (Ashmead, 1890) (Ichneumonidae) and Diptera: (Tachinidae) *Archytas incertus* (Macquart, 1851), *Eucelatoria* sp., *Winthemia trinitatis* Thompson.

Key words: Control of corn pests, natural enemies, Ichneumonoidea, Tachinidae, applied biological control, natural biological control.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China. No ano safra 2018/2019 foram produzidas mais de 99 milhões de toneladas do grão, com uma área cultivada superior a 18,6 milhões de hectares (MAPA/CONAB, 2019).

Grande parte da produção dessa cultura, entretanto, é perdida por ataques de pragas, destacando-se a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Noctuidae). Esse inseto se alimenta de partes das plantas em todas as suas fases de crescimento, porém ela tem uma grande preferência pelo cartucho. Pode reduzir a produção do milho em até 90%, sendo o período mais crítico de seu ataque é quando a planta de milho está próxima a seu florescimento (GALLO et al. 2002).

O controle dessa praga é feito por meio de variedades resistentes e por produtos químicos sintéticos, mas nem estes são eficientes. O controle de pragas com produtos químicos sintéticos representa uma grande parte do custo de produção das culturas agrícolas, além de que essa prática pode causar prejuízos ao meio ambiente e à saúde do trabalhador rural. As variedades de milho resistentes a lagarta-do-cartucho desenvolvidas atualmente são transgências *Bt* e vem sendo intensamente utilizadas, no entanto, vem se observando resistência crescente a esse método.

Busca-se assim, outros métodos de controle eficientes e duradouros e que não causem danos ambientais e a saúde do homem. Por outro lado, o controle biológico, vem sendo uma demanda crescente dos agricultores do estado, método que tem potencial e viabilidade nesse caso.

O controle biológico de pragas, é o controle onde se utiliza um organismo vivo para controlar a praga, sendo que estes podem ser a base de fungos, vírus e bactérias, bem como insetos predadores e parasitoides. Muitos parasitoides são coletados e descritos desse inseto, demonstrando o potencial destes. Sendo o controle biológico, natural e aplicado, o conhecimento destes oferecem ainda subsidio para a manutenção destes no campo ou a utilização em aplicações massais.

Desta forma, conhecer e estudar as espécies que causam prejuízos econômicos as culturas, bem como os seus inimigos naturais, é uma etapa de suma importância, que irá anteceder quaisquer tomadas de decisão quanto ao método de controle a ser utilizado. Possibilitando assim o controle natural dessa praga, preservando o ambiente e os organismos não alvo.

Assim, objetiva-se conhecer os parasitoides que controlam naturalmente a lagarta-do-cartucho a nível regional, e assim abrir a possibilidade de se utilizar estes organismos no controle biológico aplicado.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Realizar o levantamento das espécies de parasitoides de *S. frugiperda*, na cultura do milho, coletadas em cultivares convencional e transgênica *Bt*.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Efetuar levantamento de lagartas parasitadas das ordens Diptera e Hymenoptera;
- ✓ Coletar lagartas de *S. frugiperda* em duas áreas diferentes de milho, em variedades convencional e transgênica sob adubação orgânica e química sintética, para amostrar a ocorrência natural de parasitoides;
- ✓ Identificar gêneros e espécies de parasitoides que emergirem das lagartas coletadas em campo;
- ✓ Indicar a espécie de parasitoide de maior ocorrência em campo com potencial para o Controle Biológico Aplicado.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é umas das culturas de maior importância socioeconômica no mundo, utilizado para a alimentação humana, animal, produção de etanol. No Mundo a produção para o ano agrícola 2018/2019 foi de 1,105 bilhões de toneladas de milho (USDA, 2020), e no Brasil foi de 99,98 milhões de toneladas de milho (CONAB, 2019).

Para a safra 2019/20 a estimativa nacional de produção de milho, considerando a primeira, segunda e terceira safras, na temporada 2019/20, deverá apresentar um volume semelhante ao da safra 2018/19, e resultar numa produção de 101,9 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores mundiais do grão de milho, enfatizando o país como um dos maiores exportadores dessa *commoditie* (SOUZA et al., 2016). No entanto, o ataque de pragas pode causar danos na cultura, ainda na fase inicial com danos consideráveis pelas pragas subterrânea e após, com o desenvolvimento da cultura as pragas da parte aérea e do colmo e na fase reprodutiva, os maiores danos causados pelas pragas da espiga (VALICENTE, 2015).

A lagarta-da-cartucho *S. frugiperda* na cultura do milho

Como pragas principais da parte aérea são citadas a cigarrinha das pastagens e outras cigarrinhas, pulgões, percevejos, tripes, formigas e lepidópteros desfolhadores (VALICENTE, 2015). Os lepidópteros da família Noctuidae podem levar a danos a produção do cereal e conseqüentemente levar a perdas econômicas consideráveis (JONES et al., 2019).

Dentre estes lepidópteros, destaca-se a lagarta-do-cartucho *S. frugiperda* inseto-praga que pode causar danos significativos na produção do cereal, devido a desfolha e a presença durante todo o ciclo de desenvolvimento, desde a fase inicial

da planta podendo levar a morte da mesma (ARTHUR et al., 2016; CRUZ, 2016). Os danos causados pela lagarta do cartucho podem chegar a 400 milhões de dólares anualmente (CRUZ et al., 1999).

S. frugiperda conhecida popularmente no Brasil por lagarta-militar ou lagarta do cartucho do milho, é de grande importância econômica, sendo que as perdas pelos danos causados por esta lagarta podem levar a mais de 34% de perda de produção do milho, chegando até 52% (SILVA et al., 1997; BARROS et al., 2010; VALICENTE 2015). É considerada a principal praga da cultura, ocasionando danos desde a emergência atacando a fase vegetativa quanto a fase reprodutiva (GALLO et al., 2002). O arranjo geográfico da praga é difundido em todas as regiões do Brasil, devido as condições climáticas adequadas e por possuir alimento em todas as estações do ano (CRUZ, 1995).

O milho é uma cultura muito sensível ao ataque de *S. frugiperda*, mas do que as culturas arroz irrigado, capim-arroz e sorgo (BUSATO et al. 2004). E quando o estande de milho é afetado logo após a emergência das plântulas, leva a perdas significativas da produtividade de grãos dessa cultura, e essa perda pode ser ainda maior quando associada a insetos pragas sugadoras (CRUZ et al., 2013). O fato de serem polípagas, dificultam outros métodos de controle, como a rotação de culturas.

Os adultos possuem coloração parda escura nas asas anteriores e nas posteriores apresentam coloração branco-acinzentada, chegam a 35 mm de envergadura e são de hábitos noturnos. A oviposição é feita tanto na parte abaxial como na adaxial das folhas. Os ovos são de coloração verde clara colocados em massa, observando-se após três ou quatro dias de incubação a eclosão das lagartas. O desenvolvimento larval é feito normalmente em 14 a 22 dias em média a 25 graus, em normalmente 6º instares (CRUZ 1995; CRUZ et al., 1999).

As lagartas danificam a planta, desde a emergência da plântula até a formação da espiga (CRUZ 1995). Os primeiros sintomas são a presença de folhas raspadas, onde as lagartas eclodidas se alimentam do limbo foliar começando pelas partes mais macias deixando apenas a epiderme membranosa (BARROS, 2012).

As lagartas de primeiro instar apresentam coloração esbranquiçada com capsula cefálica de 0,3 mm, no segundo instar apresenta coloração esbranquiçada com sombreamento marrom e capsula cefálica de 0,4 mm, a lagarta de terceiro instar apresenta coloração marrom clara e capsula cefálica de 0,74 mm, lagartas de quarto apresenta cabeça marrom avermelhada e corpo marrom escuro e a capsula cefálica

mede cerca de 1,09 mm, lagartas de quinto instar são semelhantes a de quarto instar com capsula cefálica de 1,80 mm, no sexto instar, o corpo é cilíndrico de coloração marrom acinzentada com capsula cefálica de aproximadamente 2,70 a 2,78 mm (CRUZ et al., 1999).

As lagartas de 1º instar consomem um lado da folha fazendo-se a raspagem e deixando a parte oposta intacta. A partir do 2º e 3º instar as lagartas começam a perfurar o cartucho, produzindo uma fileira de furos como característica, nos instares seguintes o desenvolvimento do inseto ocorre no cartucho da planta (VALICENTE, 2015).

A fase de lagarta pode atingir 50 mm de comprimento, possui um “Y” invertido na parte frontal da cabeça (CRUZ et al., 1999; VALICENTE; TUELHER, 2009). O estágio de pupa acontece no solo tendo sua fase de 10 a 12 dias (VALICENTE; TUELHER, 2009).

O controle normalmente utilizado para a redução deste inseto-praga é feito por meio de produtos químicos sintéticos, com diversos inseticidas recomendados para *S. frugiperda*. Atualmente utiliza-se do plantio de variedades resistentes, com algumas com a tecnologia *Bt*, que expressão as toxinas da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Berliner 1915) (Bacillales: Bacillaceae). E ainda em alguns casos, recomenda-se a utilização de controle biológico com parasitoides de ovos, como o *Trichogramma* sp. (VALICENTE, 2015).

Controle biológico de Insetos

Harry Scott Smith, em 1919, foi o primeiro pesquisador a utilizar a expressão “Controle Biológico”, para nomear o uso de inimigos naturais no controle de insetos-praga (WILSON e HUFFAKER, 1976). Assim como o termo praga é uma designação dada a certos insetos e outros organismos, como os ácaros e as ervas daninhas, que afetam de modo adverso os valores ecológicos, sociais e econômicos, associados às atividades humanas.

Segundo DEBACH (1968), o controle biológico pode ser definido como a ação de determinados organismos conhecidos como parasitoides, predadores e patógenos na manutenção da densidade de outros organismos, numa média bem abaixo daquela que ocorreria na ausência destes. Já a descrição de controle biológico feita por GALLO et al. (2002), trata-se de um fenômeno natural que consiste na regulação

populacional da praga por inimigos naturais, que constituem os agentes de mortalidade biótica. Desta forma, afirma que todos os organismos vivos possuem em alguma fase um inimigo natural, seja um microrganismo, fungos, bactérias, nematodos, predadores, parasitoides, ate mesmo aves, anfíbios. Como relata Van del Bosch et al. (1982) o Controle biológico é um dos métodos de controle mais antigos que existem, há relatos de uso de deste método no século III a. C., quando os chineses verificaram que formigas predadoras reduziam significativamente as populações de pragas em citros. Deste período em diante, um marco importante para o controle biológico, foi a descoberta do pesquisador Androvandi, em 1602, que descobriu um parasitoide capaz de controlar a lagarta-das-crucíferas, tratava-se do parasitoide *Apanteles glomeratus*, sendo considerado o primeiro relato de controle biológico com parasitoides (GALLO et. al., 2002).

Para a aplicação do controle biológico é necessário que se conheça as características do inimigo natural utilizado. É ainda de extrema relevância conhecer a entomofauna de uma região, pois nestes locais são encontrados alguns insetos pragas e seus inimigos naturais. Esses inimigos naturais podem mudar de região para região, o que altera o controle natural da praga (CABRAL-ANTUNÉZ et al., 2018).

Alguns autores relatam que a melhor forma de avaliar a eficácia dos inimigos naturais, é quando se observa o efeito da praga com e sem a presença do inimigo natural, e posteriormente verifica o dano causado nas plantas, se reduziu o dano, e qual o percentual causado. Desta forma, se comprova que a presença de um parasitoide, predador e/ou entomopatogeno, foi eficiente, baseando-se nos menores danos causado pelas pragas (IRWIN et al., 1974; FIGUEREDO et al., 2006).

O uso de controle biológico de pragas é uma estratégia que está em contínua expansão, com grande relevância e eficiência em todo o mundo, pela sua importância para o agroecossistema (GRAVENA, 1992; PARRA et al., 2002; BUENO; VAN LENTEREN, 2016; FONTES et al., 2020).

Tipos de Controle Biológico

Do ponto de vista agrícola, existem duas formas de controle biológico: o controle natural e o controle aplicado. Já segundo Parra et al. (2002), existem três definições e tipos de controle biológico: o controle biológico clássico, o controle biológico inundativo e o controle biológico conservativo. Segundo esse autor, o

controle biológico clássico consiste na importação e inserção de predadores ou parasitoides com o intuito de controlar as pragas exóticas existentes, sendo uma medida de controle a longo prazo, uma vez que a população de inimigos naturais tende a se estabelecer depois de um tempo. O controle biológico inundativo, consiste na criação massal em laboratório e liberação de uma grande quantidade do inimigo natural. O controle biológico conservativo, consiste em preservar os inimigos naturais que ocorrem naturalmente no agroecossistema (PARRA et al., 2002).

Controle biológico natural

Para Debach e Huffaker (1971), o Controle Biológico Natural refere-se à manutenção da densidade populacional, mais ou menos flutuante, de um organismo, dentro de certos limites superiores e inferiores, definidos por um período de tempo, pela ação de fatores ambientais bióticos e/ou abióticos. Estes limites, superiores e inferiores e a densidade média mudarão de forma considerável somente se as ações dos fatores regulatórios forem alteradas ou se algumas forem eliminadas ou se novas forem incluídas.

O controle biológico natural, também denominado conservativo, leva em consideração que o agroecossistema possa ser manejado para preservar ou até mesmo aumentar a população dos inimigos naturais, e assim acarretar o controle natural dos insetos pragas (FONTES et al., 2020).

Portanto, é essencialmente permanente, visto que mantém a cadeia alimentar, quando comparado com o controle químico sintético que reduz as populações temporariamente, a menos que seja aplicado indefinidamente (DEBACH e HUFFAKER, 1971).

Controle biológico aplicado

Controle biológico aplicado caracteriza-se pela identificação de um agente biológico e a posterior aplicação massal no agroecossistema, visando o controle da praga (BERTI-FILHO, 2010). No Brasil diversos inimigos naturais foram utilizados em programas de controle biológico, pode ser citado como um dos primeiros agentes de controle induzido, o uso de *Prospaltella berlesei* (Howard, 1906) (Hymenoptera: Aphelinidae) para o controle da cochonilha-branca da amoreira e do pessegueiro

Pseudaulacaspis pentagona (Targioni Tozzetti, 1886) (Hemiptera: Sternorrhyncha) (ROBS, 1992).

Atualmente, o controle biológico aplicado é uma metodologia bem estabelecida com potencial para manter em níveis razoavelmente baixos as populações de inúmeras pragas agrícolas. Vale ressaltar que os inimigos naturais de uma praga-alvo é específica e que este, tem o intuito de não causar um aumento populacional (PARRA, 2006; HEIMPEL e MILLS 2017; FONTES et al., 2020)

O Brasil possui um dos maiores programas de controle biológico do mundo, considerado o sucesso na utilização desse método, que se baseia na utilização do micro-himenóptero para o controle da broca da cana de açúcar. Este método de controle se mostra o mais viável economicamente no decorrer dos anos no controle dessa broca que causa grandes prejuízos na cultura da cana, desde a produção de açúcar e etanol no processo de fermentação do caldo (BOTELHO, 1992).

Para implementação desse controle biológico aplicado, em 1974 foi importado de Trinidad-Tobago *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera, Braconidae) para controle de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera, Crambidae) (PARRA et al., 2002; SILVA; BRITO, 2015). Quinze anos após sua importação esse parasitoide, no final da década de 80 foi realizado um trabalho de levantamento que constatou que *C. flavipes* estava sendo muito utilizada na região centro-sul do Brasil para o controle de *D. saccharalis* (BOTELHO, 1992).

O uso de *C. flavipes* em cana de açúcar, se tornou um dos mais bem sucedidos programas de controle biológico no Brasil para o controle de *D. saccharalis* em cerca de 3,3 milhões há de cana-de açúcar, e o uso *Trichogramma galloi* (Hymenoptera, Trichogrammatidae), usado em mais de 500.000 ha de cana-de-açúcar para o controle de ovos de *D. saccharalis* (PARRA, 2014).

Outros casos de sucesso podem-se cita como para o controle dos pulgões do trigo (Hemiptera, Aphididae), *Metopolophium dirhodum* (Walter) e *Sitobion avenae* (Fabricius). Para tanto foram importadas quatorze espécies de himenópteros parasitoides e duas espécies de coccinelídeos predadores da Europa e do Oriente Médio, com liberação de forma inoculativa entre 1978 a 1982 (PARRA et al., 2002; SILVA; BRITO, 2015; FONTES et al., 2020).

O microhymenoptero *Trichogramma pretiosum* Riley (Trichogrammatidae) foi importado da Colômbia em 1990 para o controle de ovos da traça-do tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) (PARRA et al., 2002; SILVA; BRITO,

2015). Uma década depois os estudos se intensificaram para o controle da traça-do-tomate onde também foi observado que esse parasitoide era capaz de parasitar ovos de diversas pragas de culturas como cana-de-açúcar, milho, soja, algodão, entre outros (FARIA et al., 2000; PARRA, 2014; QUEIROZ et al., 2020). Na última década o uso do controle biológico com *T. pretiosum* foi bem difundido por todo o Brasil, e diversos estudos estão sendo realizados para que a liberação e o parasitismo desse inimigo natural seja bem sucedida (LOPES; SANT'ANA, 2018; QUEIROZ et al., 2020).

Outros casos de sucesso no Brasil foi o controle biológico da cochonilha da mandioca no Brasil e o uso de *Trissolcus basalís* para o controle de percevejos da soja (PARRA et al., 2002). O caso mais recente de controle biológico no Brasil foi da mosca-minadora-dos-citros *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracilidae), onde o parasitoide *Ageniaspis citricola* de ovos e/ou lagartas foi introduzido da Flórida (EUA) para o Brasil (FONTES et al., 2020).

Com a utilização de fungos cita-se também o uso do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin (Hypocreales: Clavicipitaceae) para o controle de *Mahanarva fimbriolata*, cobrindo uma área de 2 milhões de ha.

Controle Biológico de *S. frugiperda* no milho

O controle biológico de *S. frugiperda* podem ser por meio de seus inimigos naturais como parasitoides, predadores e entomopatogenos. Diversos entomopatogenos de *S. frugiperda* são relatados como agentes de controle biológico natural e aplicados, dentre eles *M. anisopliae*, *Botrytis rileyi* (Farlow, 1883) (Helotiales: Sclerotiniaceae), *Beauveria* sp. (Hypocreales: Cordycipitaceae), *Aspergillus parasiticus* Speare (1912) (Eurotiales: Trichocomaceae), *B. thuringiensis*, *Baculovirus* (CRUZ, 1995).

Desde 1915 espécies de *Baculovirus* vem sendo relatado como umas das principais doenças viróticas dos insetos pragas de culturas. Este é facilmente produzido em larga escala nos laboratórios, sendo que este vírus contamina o inseto quando ingerido junto com as folhas e caules da planta, não causando impacto ao meio ambiente e preservando os demais inimigos naturais (CRUZ, 1995).

Sobre inimigos naturais parasitoides cita-se os principais como *Trichogramma* spp. (Hymenoptera, Trichogrammatidae), *Telenomus* sp. (Hymenoptera, Scelionidae), *Chelonus insularis* (Cresson, 1865), (Hymenoptera, Braconidae) e

Campoletis flavicincta (Ashmead, 1890) (Hymenoptera, Ichneumonidae) e entre os predadores *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera, Forficulidae) (CRUZ, 1995).

Em estudo realizado com *S. frugiperda* e seus agentes de controle biológico na região de Sete Lagoas, Minas Gerais, observou-se a presença dos inimigos naturais *D. luteipes*, o parasitóide de ovo/larva *C. insularis* e os parasitóides de larvas *Eiphosoma laphygmae* Costa Lima (1953) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *C. flavicincta*, *Exasticolus fuscicornis* (Cameron, 1887) (Hymenoptera: Braconidae), *Cotesia marginiventris* (Cresson, 1865) (Hymenoptera: Braconidae), *Eiphosoma vitticole* Cresson (1865) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Pristomerus spinator* (Fabricius, 1804) (Hymenoptera: Ichneumonidae) e *Archytas incertus* (Macquart, 1851) (Diptera: Tachinidae), ocorre um menor ataque de *S. frugiperda* (FIGUEREDO et al., 2006).

Entre as espécies mais estudadas de parasitoides de ovos de *S. frugiperda* está o gênero *Trichogramma* sp., pois esse parasitoide mata seu hospedeiro ainda nos ovos (FIGUEIREDO et al., 2015; BALESTRIM; BORDIM, 2016; QUERINO et al., 2016). A importância da utilização de inimigos naturais, reflete no maior aparecimento de outros inimigos naturais, como relatam que, a utilização do controle biológico com *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera, Trichogrammatidae), favorece o aparecimento de outros inimigos naturais como *D. luteipes* (BALESTRIM e BORDIM, 2016).

Em pesquisas de levantamento populacional de parasitoides, Cruz et al. (2012), constataram que o parasitoide de maior ocorrência foi o *Eiphosoma* spp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) já identificada em vários agroecossistemas. Esse gênero contém aproximadamente 30 espécies já descritas na literatura, protagonizando uma parcela significativa do controle biológico natural. No mesmo estudo os autores relataram a ocorrência significativa de parasitoides da Ordem Diptera, sendo a *Winthemia trinitatis* Thompson (Diptera: Tachinidae), parasitoide amplamente encontrado na América do Sul, e que desempenha um grande papel na supressão e controle de pragas, principalmente *S. frugiperda*.

Dentre os himenópteros parasitoides, destacam-se os da superfamília Ichneumonoidea, cujas características características taxonômicas são veias C e R da asa anterior adjacentes ou fundidas, tornando a célula costal ausente ou quase ausente; o primeiro esterno do metassoma com a parte exterior esclerotizada e a posterior membranosa, antena com mais de treze artículos; mandíbulas geralmente

com dois dentes, trocânter presente, ovipositor geralmente longo (WHAL e SHARKEY, 2006). Esses são representados por cerca de quarenta mil espécies distribuídas cosmopolitamente, essa superfamília é dividida em duas famílias, Ichneumonidae e Braconidae (YU et al., 2012).

Os representantes da família Braconidae, possuem as seguintes características, as asa anterior com veia 2m-cu ausente, veia Rs+M presente, segundo e terceiro tergos do mesossoma fundidos, antena geralmente com mais de treze artículos, os indivíduos dessas espécies geralmente medem de 1,00 a 14,00 mm sem incluir o ovipositor, já os representantes da família Ichneumonidae possuem, asa anterior com veia 2m-cu presente veia RS+M ausente, asa anterior geralmente com 4 ou mais células fechadas, 2º e 3º tergos do metassoma não fundidos, antena geralmente com mais de dezesseis artículos. Os indivíduos dessas espécies geralmente medem entre 2,0 e 60,0 mm sem incluir o ovipositor (WHAL e SHARKEY, 2006).

Espécies de Braconidae são relatadas como parasitoides de Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hemiptera (STARY et al., 2007; FERNANDES et al., 2015; BUSTAMANTE-NAVARRETE et al., 2017; ALMEIDA et al., 2019).

Em 2003 foi realizado um levantamento das espécies de parasitoides encontrados na América, e no Brasil as espécies encontradas em lagartas, pupas e adultos de *S. frugiperda*, da família Braconidae foram, *Aleiodes laphygmae* (Viereck) (Hymenoptera, Braconidae), *Chelonus texanus* (Cresson, 1872) (Hymenoptera: Braconidae), *Chelonus* sp., *Protapanteles harnedi* (Viereck, 1912) (Hymenoptera: Braconidae), *Cotesia (Apanteles)* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Macrocentrus* sp. (Hymenoptera, Braconidae) (MOLINA-OCHOA et al., 2003). Em Londrina-PR no ano de 2013 foram encontradas em lagartas de *S. frugiperda*, parasitoides da família Braconidae, *C. insulares*, *Microgastrinae* (Hymenoptera, Braconidae) (FERNANDES et al., 2015).

Dentre as varias espécies de Braconidae no Brasil, *C. insulares* é a mais encontrada parasitando *S. frugiperda*. Esse parasitoide coloca seus ovos no interior dos ovos da praga permitindo a eclosão das lavas, quando a larva do parasitoide apresentar completo desenvolvimento, esta, matará seu hospedeiro. A maior taxa de parasitismo de *C. insulares* ocorre no terceiro dia de idade, é a fêmea é capaz de parasitar de 48,2 a 92,2 ovos do hospedeiro por dia o percentual de parasitismo varia

de 72 a 80%. As lagartas parasitadas diminuem seu ritmo de alimentação, causando então um menor dano na cultura (CRUZ, 1995).

Exemplares da família Ichneumonidae são capazes de parasitar espécies das ordens Lepidoptera, Coleoptera, Díptera, Himenoptera e Neuroptera (FERNANDES et al., 2015; SRIKUMAR et al., 2015; HUMALA et al., 2016; BERTONE et al., 2017). Constituindo assim, uma família de muito potencial para o controle biológico.

Em 1991 a 1993 na região do Triângulo Mineiro-MG foram encontradas parasitando lagartas de *S. frugiperda* os parasitoides da família Braconidae, *Macrocentrus* sp., *C. texanus*, *Cotesia* sp., e da família Ichneumonidae, *Campoplex* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Diadegma* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Ophion* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Eiphosoma* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Goryphina* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) (SILVA et al., 1997).

Foi realizado um levantamento das espécies de parasitoides encontrados em lagartas, pupas e adultos de *S. frugiperda* na América, no ano de 2003 e no Brasil as espécies encontradas, da família Ichneumonidae foram, *Amblyteles* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), *C. flavicincta*, *Campoletis grioti* (Blanchard, 1946) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Campoletis sonorensis* (Cameron, 1886) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Campoletis* sp., *Campoplex* sp., *Diadegma* sp., *Eiphosoma vitticole* (Cresson, 1865) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Eiphosoma* sp., *Goryphina* sp., *P. spinator*, *Ophion flavidus* (Brulle, 1846) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Ophion* sp. (MOLINA-OCHOA et al., 2003). Em Londrina, PR no ano de 2013 foram encontradas em lagartas de *S. frugiperda*, parasitoides da família Ichneumonidae, *C. flavicincta*, *Eiphosoma* sp., *Exasticolus* sp., *Ophion* sp. (FERNANDES et al., 2015).

Dentre as espécies de inimigos naturais de Ichneumonidae, *C. flavicincta* é uma das mais estudadas no Brasil, esta espécie é um endoparasitoide que coloca seus ovos no interior de lagartas de primeiros e segundo instares larvais de *S. frugiperda* (MATOS NETO et al., 2004). As larvas de *C. flavicincta* se alimentam do conteúdo interno do hospedeiro a quando está próxima a se tornar pupa, mata o hospedeiro. O número de lagartas parasitadas por *C. flavicincta* é em torno de 232 lagartas por fêmea, e as lagartas parasitadas vivem em torno de uma semana a menos que normalmente viveria (CRUZ, 1995).

Encontra-se também no Brasil muitas espécies do gênero *Ophion*, esse gênero possui mais de 200 espécies, encontradas em toda terra, porém encontra-se mais espécies em regiões de clima temperado (BORDERA e JIMENÉZ, 1987).

Diversas espécies de lagartas, pragas das principais culturas de importância agrícola podem ser encontrados dípteros parasitoides como os das famílias Sarcophagidae e Tachinidae (ARTHUR; COPPEL, 1953; TOMA et al., 2017; AYA et al., 2018; GURROLA- PÉREZ, 2018).

Os dípteros Sarcophagidae, apresentam como características morfológicas tórax com três faixas pretas longitudinais e abdome axadrezado e a distinção das espécies se baseia principalmente nos caracteres genitais masculinos (MELLO-PATIU et al., 2009). A característica ecológica dos dípteros Sarcophagidae são normalmente saprófagos, predadores, parasitoidista, normalmente se alimentam de restos em decomposição (COURTNEY et al., 2009; TOMA et al., 2017; MIRANDA et al., 2020). Díptera Sarcophagidae são capazes de predação de aranhas, como a *Sarcophaga (Mehria) silbergliedi* (Diptera: Sarcophagidae) em *Argiope argentata* (Fabricius, 1775) (Arachnida: Araneae) no Panamá (MIRANDA et al., 2020).

Os dípteros parasitoides da família Tachinidae são o grupo mais diversificados de parasitoides dípteros com mais de 8500 espécies descritas, possuem diferentes características morfológicas, e que para a identificação são necessárias as características filogenéticas (O'HARA et al., 2009; O'HARA 2013).

No México foi encontrado parasitando *S. frugiperda* em milho os inimigos naturais da família Tachinidae, *Lespesia aletiae* (Riley, 1879) (Diptera: Tachinidae), *Lespesia archippivora* (Riley, 1871) (Diptera: Tachinidae), *Winthemia deilephilae* (Osten Sacken, 1887) (Diptera: Tachinidae) e *Archytas marmoratus* (Townsend, 1915) (Diptera: Tachinidae) (GONZÁLES-MALDONADO et al., 2018). Também foi registrado na cidade de Durango, México, *L. archippivora*, *L. aletiae*, *A. marmoratus* parasitando lagartas de *S. frugiperda* (GURROLA- PÉREZ, 2018).

No estado de Guanajuato, México foram relatados os parasitoides *Distichona auriceps* Coquillett, (1904) (Diptera: Tachinidae) e *Hypovoria discalis* (Brooks, 1945) (Diptera: Tachinidae) da família Tachinidae, em lagartas de *S. frugiperda* (SALAS-ARAIZA, 2017). Espécie da família Tachinidae, como, *Lydella minense* (Townsend, 1927) (Diptera: Tachinidae) e *Billaea claripalpis* (Wulp, 1896) (Diptera: Tachinidae) são importantes parasitoides da broca-da-cana na Colômbia (AYA et al., 2018).

No ano de 2003 foi realizado um levantamento das espécies de parasitoides encontrados na Américas, e no Brasil as espécies encontradas em lagartas, pupas e adultos de *S. frugiperda*, da família Tachinidae, *Acroglossa vetula* (Reinhard) (Diptera: Tachinidae), *Archytas divisus* (Walker, 1852) (Diptera: Tachinidae), *A. incertus*, *A. marmoratus*, *Archytas plangens* Curran, 1928 (Diptera: Tachinidae), *Archytas* sp., *Eucelatoria guimaraesi* Sabrosky, 1981 (Diptera: Tachinidae), *Eucelatoria* sp., *Euphorocera* sp. (Diptera: Tachinidae), *Gonia crassicornis* (Fabricius, 1794) (Diptera: Tachinidae), *Gonia (Reaumuria) pacifica* Townsend, 1912 (Diptera: Tachinidae), *Incamyia chilensis* Aldrich, 1928 (Diptera: Tachinidae), *Lespesia affinis* (Townsend, 1927) (Diptera: Tachinidae), *L. archippivora*, *Lespesia grioti* (Blanchard) (Diptera: Tachinidae), *Lespesia* sp., *Parasetigena* sp (Diptera: Tachinidae), *Patelloa similis* (Townsend, 1927) (Diptera: Tachinidae), *Phorocera floridensis* (Townsend) (Diptera: Tachinidae), *Pseudokea* sp. (Diptera: Tachinidae), *Voria ruralis* (Fallen, 1810) (Diptera: Tachinidae), *Winthemia mima* (Reinhard, 1931) (Diptera: Tachinidae), *Winthemia trinitatis* (Thompson, 1963) (Diptera: Tachinidae), *Winthemia* sp. (MOLINA-OCHOA et al., 2003). Em 1991 a 1993 na região do Triângulo Mineiro-MG foram encontradas parasitando lagartas e pupas de *S. frugiperda* os parasitoides da família Tachinidae, *A. incertus*, *L. affinis*, *Winthemia* sp. *Euphorocera* sp. (SILVA et al., 1997). A espécie *Lespesia brasiliensis* (Townsend, 1917) (Diptera: Tachinidae) já foi encontrada na região de Corumbá, Mato Grosso do sul (NIHEI et al., 2017).

Archytas incertus e *A. marmoratus* são morfologicamente parecidos, porém possuem diferenças notáveis nas estruturas pós-abdomen e suas genitálias masculinas. Esses são parasitoides associado ao controle biológico natural de lepidópteros pragas, no Brasil já foi registrado em *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1809) (Lepidoptera: Noctuidae) (LUZ et al., 2018).

No ano de 2013 em Londrina-PR foram encontradas em lagartas de *S. frugiperda*, parasitoides da família Tachinidae *L. archippivora*, *A. marmoratus* e *W. trinitathis* (FERNANDES et al., 2015). No Mato Grosso do Sul na cidade de Campo Grande foram registrados no ano de 2012 a 2014 duas espécies de Tachinidae, *A. incertus* e *W. trinitathis*, parasitando *S. frugiperda*, neste mesmo trabalho também foi registrado pela primeira vez no Brasil uma espécie de Sarcophagidae, *Peckia (Sarcodexia) lambens* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Sarcophagidae) parasitando lagartas de *S. frugiperda* (TOMA et al., 2017).

Os estudos com Sarcophagidae parasitoides já são realizados a anos, e em lepidópteros-pragas o controle com indivíduos desta família tem se demonstrado eficiente (ARTHUR e COPPEL, 1953; TOMA et al., 2017). Onde *P. (S.) lambens* e capaz de parasitar, *Alabama argillaceae* (Hübner, 1823) (Lepidoptera: Erebidae), *Oiketicus kirbyi* (Gulding, 1827) (Lepidoptera: Psychidae), *Mocis latipes* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Nuctuidea), *Diatrea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) (BLANCHARD, 1963). E também possuem capacidade de parasitar insetos em decomposição, como *P. (S.) lambens* em *Albardia furcata* van der Weele, 1903 (Neuroptera: Ascalaphidae) (PEREIRA-COLAVITE et al., 2018).

Uso de variedade resistente com transgenia *Bt*

Bacillus thuringiensis é uma bactéria Gran-positiva da família Bacillaceae, encontrada normalmente nos solos, que possuem capacidade de esporular naturalmente para sobreviver em condições adversas. Ao esporular essas bactérias produzem proteínas inseticidas chamadas de proteínas *Cry*, que são altamente específicas (BAUM et al., 1999; SANCHIS, 2010). As proteínas se acumulam na periferia dos esporos na forma de cristais em um dos polos da célula (HOFTE; WHITELEY, 1989).

Em 1901 essa bactéria foi encontrada e isolada de bicho-da-seda *Bombyx mori* (Lineu, 1758) (Lepidoptera: Bombycidae) infectados (ISHIWATA, 1901). No início dos anos 30 começaram a serem realizadas as primeiras pulverizações com *B. thuringiensis*, e nos anos de 60 e 70 ocorreu o aumento do uso dessa bactéria entomopatogênica (SANCHIS, 2010).

O uso de inseticidas a base de *B. thuringiensis* até os anos de 1980 era muito grande, porém ineficazes em alguns casos, pois não se conseguia aplicar em determinados locais próximo ao solo e colmo, ou que recobrisse a planta (SANCHIS, 2010). *S. frugiperda* se alimenta no cartucho da planta, um lugar de difícil acesso para a aplicação de inseticidas (VALICENTE, 2015), que dificulta o controle com produtos químicos sintéticos ou naturais.

Utilizando o potencial que essa bactéria tem, pesquisas, através da empresa Belga Plant Genetic Systems, criou-se a planta de tabaco geneticamente modificada,

que tolerou insetos a partir da expressão do gene *Cry* da proteína do *B. thuringiensis* denominada *Bt* (VAECK et al., 1987).

Assim, foi desenvolvido e lançado comercialmente no EUA, variedade geneticamente modificada denominada *Bt* para o controle de *S. frugiperda*, passando assim a ser usada em outros países como Canadá, Argentina, França, Espanha e África do Sul. No Brasil só foi aprovado para o uso comercial no ano de 2007 e o uso dessa tecnologia veio se intensificando a cada ano desde então (CÉLERES, 2013). Isaa (2013) relatou na ocasião que plantios de milho transgênico representavam cerca de 90% de toda área plantada no Brasil, sendo o segundo país que mais se planta milho *Bt*, perdendo apenas para a Argentina. Já para o ano safra 2019/2020, estima-se que esse percentual suba para 93% de área plantada com milho *Bt* no Brasil (ISAAA, 2019).

Porém, o aumento do plantio de variedade com transgenia *Bt*, sem os cuidados necessários, provocou uma pressão de seleção e ocasionou o aparecimento de população de insetos resistentes. Para resolver essa questão foi desenvolvida uma técnica denominada piramidação de genes, onde mais de uma proteína pode ser introduzida em plantas de milho geneticamente modificada, contribuindo então com o manejo da população dos insetos resistentes (MOAR e ANILKUMAR, 2007; CARNEIRO et al., 2009). Essa piramidação só desmontará sua eficiência e seu aumento de proteção a plantas contra pragas-alvo se as proteínas se ligarem a diferentes receptores das células colunares do trato digestivo da lagarta (STORER et al., 2012).

Vale ressaltar que, com a utilização de plantas geneticamente modificada, com a introdução do gene *Bt*, reduz-se o uso de inseticidas químicos, aumentando assim a população de inimigos naturais, como predadores, parasitoides e entomopatógenos (BOBROWSKI et al., 2003; KLEIN et al., 2016; SPAGNOL et al., 2017).

Vários estudos no Brasil e no exterior, comprovam a resistência da *S. frugiperda* a tecnologia *Bt*. Storer et al. (2010) e Farias et al. (2014a), comprovaram a resistência da lagarta do cartucho à proteína Cry1F em Porto Rico e no Brasil, sendo que vários fatores foram indicados como contribuintes para essa resistência nos cultivos, tais como: uso excessivo da tecnologia *Bt* com baixa expressão da proteína que confere caráter inseticida, pouco uso do refúgio em áreas de cultivo *Bt*, fazendo com que a praga sofresse uma alta e constante pressão de seleção de indivíduos

resistentes. Em Porto Rico, esta situação levou a retirada de vários materiais Bt do mercado, visando resgatar o potencial da tecnologia (STORER et al., 2010).

Em pesquisas de resistência cruzada, verificaram que a *S. frugiperda* desenvolveu resistência às proteínas Cry1F, Cry1Ac, Cry1Ab e Cry1A.105 (HERNÁNDEZ- RODRÍGUEZ et al., 2013; VÉLEZ et al., 2013; HUANG et al., 2014; BERNARDI et al., 2015b; SANTOS-AMAYA et al., 2016). Em estudo realizado Bernardi et al. (2015b) e Horikoshi et al. (2016), a lagarta *S. frugiperda* resistente à proteína Cry1F expressa no milho *Bt*, apresenta alta capacidade de sobrevivência em milho com tecnologia Bt e que expressam proteínas do grupo *Cry1* e *Cry2* de forma isolada ou em pirâmide.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L. B. M.; COELHO, J. B.; GUIMARÃES, J. A.; UCHOA, M. A. Native parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Serra da Bodoquena National Park-MS, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 4, p. 1-6, 2019.
- ARTHUR, A. P., COPPEL, H. C. Studies on Diptera parasites of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferama* (Clem.) (Lepidoptera: Tortricidae). **Canadian Journal of Zoology**, v. 31, p. 374-391, 1953.
- ARTHUR, V.; ARTHUR, P. B.; MACHI, A. R. Pupation, adult emergence, and F1 egg hatch after irradiation of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) last instars. **Florida Entomologist**, Florida- USA, v. 99, n. 2, p. 59-61, 2016.
- AYA, V. M.; MONTOYA-LERMA J.; ECHEVERRI-RUBIANO, C.; MICHAUDI, J. P.; VARGAS, G. Host resistance to two parasitoids (Diptera: Tachinidae) helps explain a regional outbreak of novel *Diatraea* spp. stem borers (Lepidoptera: Crambidae) in Colombia sugarcane. **Biological Control**, v. 11, p. 1-22, 2018.
- BALESTRIN, A. L.; BORDIN, S. S. Uso de *Trichogramma pretiosum* no controle de *Spodoptera frugiperda* em lavoura de milho. **Revista Eletrônica Científica**, v. 2, n. 3, p. 259-266, 2016.
- BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 996-1001, 2010.
- BARROS, R. **Pragas do milho safrinha**. Chapadão do Sul-MS: Fundação MS, 2012. (Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de Inverno 2012).
- BAUM, J. A.; JOHNSON, T. B.; CARLTON, B. C. *Bacillus thuringiensis*. In: **Biopesticides: Use and Delivery**. Humana Press, 1999. p. 189-209.
- BERTI-FILHO, E.; PACELLI, L. M. M. **Fundamentos de controle biológico de insetos-praga**. Natal: IFRN Editora, 2010. 108 p.
- BERTONE, M. A.; NALEPA, C. A.; OTEN, K. L. F.; TURNER, S. P. Record of the Hymenopteran Parasitoid *Xorides (Exomus) humeralis* (Ichneumonidae: Xoridinae) from Emerald Ash Borer Galleries (Coleoptera: Buprestidae) in North Carolina. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 119, n. 3, p. 514-517, 2017.

BERNARDI, O. *et al.* Frequency of resistance to Vip3Aa20 toxin from *Bacillus thuringiensis* in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) populations in Brazil. **Crop Protection**, v. 76, p. 7–14, 1 out. 2015.

BLANCHARD, E. E. Dípteros parásitos de Noctuidae argentines. **Revista de Investigación Agrícola**, v.17, n. 2, p. 129-254, 1963.

BOBROWSKI, V. L.; FIUZA, L. M.; PASQUALI, G.; BODANEZI-ZANETTINI, M. H. Genes de *Bacillus thuringiensis*: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência Rural**, v. 34, n. 1, p. 843-850, 2003.

BOTELHO, P. S. M. Quinze anos de controle biológico da *Diatraea saccharalis* utilizando parasitoides. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 13, p. 255–262, 1 dez. 1992.

BUENO, V. H. P.; VAN LENTEREN, J. C. Predadores no Controle Biológico de Pragas: Sucessos e Desafios. In: HALFELD-VIEIRA, B. A.; MARINHO-PRADO, J. S.; NECHET, K. L.; MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. [eds]. **Defensivos Agrícolas Naturais Uso e Perspectivas**. Brasília, DF: Embrapa, p. 359-397, 2016.

BUSATO, G. R.; GRUTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; MARTINS, A. F. Consumo e utilização de alimentos por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, das culturas do milho e do arroz irrigado. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 525-529, 2002.

BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; STEFANELLO JUNIOR, G. J.; ZOTTI, M. J. Preferência para alimentação de biótipos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) por milho, sorgo, arroz e capim-arroz. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 10, n. 2, p. 215-218, 2004.

BUSTAMANTE-NAVARRETE, A.; OROZ-RAMOS, A. J.; YÁBAR-LANDA, E.; MARQUINA-MONTESINOS, E. L.; ELME-TUMPAY, A. Primer reporte de *Dinocampus coccinellae* schrank 1802 (Hymenoptera: Braconidae) parasitando o *Eriopsis peruviana* hofmann 1970 (Coleoptera: Coccinellidae em el Perú. **Archivos Entomológicos**, v. 17, p. 197-202, 2017.

CABRAL-ANTÚNEZ, C. C.; GARCETE, B.; MONTIEL-CÁCERES, R. I.; GONZALEZ-VEGA, A. B.; CÁRDENAS, S. R.; ARMOA, N.; LÓPEZ, M. B. R. Natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) in four departments in Paraguay. **Intropica**, v. 13, n. 2, p. 130-136, 2018.

CARNEIRO, A. A.; GUIMARÃES, C. A.; VALICENTE, F. H.; WAQUIL, J. M.; VASCONCELOS, M. J. V.; CARNEIRO, M. P.; MENDES, S. M. **Milho Bt: Teoria e Prática da Produção de Plantas Transgênicas Resistentes a Insetos-Praga**. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 26 p. (Circular técnica, 135).

CÉLERES. **Informativo biotecnologia 2º acompanhamento de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra 2013/14.** Disponível em: <<http://celeres.com.br/post.php?p=184&lang=pt>>. Acesso em: 30/abr/2020

CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Impact of Cultivation Systems on *Dichelops melacanthus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) Population and Damage and Its Chemical Control on Wheat. **Neotropical Entomology**, v.33, p. 487–92, 2004.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos-Décimo segundo levantamento**, v. 6, n. 12, p. 1-126, 2019.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos-Sétimo levantamento**, v. 7, n. 7, p. 1-66, 2020.

COULSON, R.; WITTER, J. **Forest entomology, ecology and management.** New York: John Wiley, 1984. 669p.

COURTNEY, G. W.; PAPE, T.; SKEVINGTON, J. H.; SINCLAIR, B. J. 2009. Biodiversity of Diptera. In: FOOTIT, R.; ADLER, P. eds. **Insect Biodiversity: Science and Society.** Oxford, Blackwell Publishing, p. 185-222.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho.** Sete Lagoas-MG: Embrapa milho e sorgo, 1995. 45p. (Circular Técnica, 21).

CRUZ, I. **Manejo de Lepidópteros.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. cap. 29, 320-328p.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; MATOSO, M. J. **Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos Trichogramma.** Sete Lagoas-MG: Embrapa milho e sorgo, 1999. 43 p. (Circular Técnica, 30).

CRUZ, I.; TURPIN, F.T. Efeitos da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estádios de crescimento da cultura do milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.17, n.3, p.355- 359, 1982.

CRUZ, I.; VALICENTE, F. H.; VIANA, P. A.; MENDES, S. M. **Risco potencial das pragas de milho e de sorgo no Brasil.** Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 41p. (Documentos, 150).

SILVA, R.B.; CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C; PENTEADO-DIAS, A.M. **Flutuação Populacional de Parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Milho (*Zea mays* L.) Consorciado com Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em Sistema de Produção Orgânico.** In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 6, 2012a, Águas de Lindóia.

DEBACH, P. 1968. **Control biologico de las plagas de insectos y malas hierbas.** Editora Continental, S.A., México. 927p.

FARIAS, J. R. *et al.* Geographical and Temporal Variability in Susceptibility to *Cry1F* Toxin From *Bacillus thuringiensis* in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

Populations in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, n. 6, p. 2182–2189, 1 dez. 2014.

FERNANDES, A. P.; BORTOLOTTI, O. C.; SALGADO-NETO, G.; BUENO, A. F. Parasitismo natural de *Spodoptera frugiperda* em milho. IN: **V Congresso latino-americano de agroecologia, La Plata, Argentina 2015**. Anais Memorias del V congreso latino-americano de agroecologia, p. 1-5.

FERNANDES, M. A. U.; ZUCCHI, R. A. Metodología de colecta de Tephritidae y Lonchaeidae frugívoros (Diptera:Tephritoidea) y sus parasitoides (Hymenoptera). **Anais da Sociedade de Entomologia Brasil**, v. 28, n. 4, p. 601–610, 1999.

FIGUEIREDO, M. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 41, n. 12, p. 1693-1698, 2006.

FIGUEIREDO, M. L.C.; CRUZ, I.; SILVA, R. B.; FOSTER, J. E. Biological control with *Trichogramma pretiosum* increases organic maize productivity by 19.4%. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, n. 3, p. 1175-1183, 2015.

FONTES, E. M. G.; PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R. Estratégias de uso e histórico. In: FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. [eds]. **Controle Biológico de Pragas da Agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, p 21-44, 2020.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GALLO, D.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba-SP: FAEALQ, 2002. Cap. 12, 920 p.

GONZÁLEZ-MALDONADO, M. B.; HERNÁNDEZ-ZETINA, D. A.; RUÍZ-CANCINO, E. Parasitoides (Diptera:Tachinidae) of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) in maize in Durango, Mexico. **Southwestern Entomologist**, v. 43, n. 1, p. 183-187, 2018.

GRAVENA, S. Controle biológico no manejo integrado de pragas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 27, p. 281-299, 1992.

GURROLA-PÉREZ, C. C.; ÁLVAREZ-ZAGOYA, R.; HERNÁNDEZ-MENDOZA, J. L.; CORREA-RAMÍREZ, M.; PÉREZ-SANTIAGO, G. Registro de *Lespesia archippivora*, *Lespesia postica*, y *Archytas marmoratus* parasitando larvas de *Spodoptera frugiperda* en Durango, México. **Southwestern Entomologist**, v. 43, n. 2, p. 505-510, 2018.

HEIMPEL G. E., MILLS N. J. 2017. Biol. Control – **Ecology and Applications**. **Cambridge University Press**. Pp. x+530.

HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, C. S. *et al.* Shared Midgut Binding Sites for Cry1A.105, Cry1Aa, Cry1Ab, Cry1Ac and Cry1Fa Proteins from **Bacillus thuringiensis** in Two

Important Corn Pests, *Ostrinia nubilalis* and *Spodoptera frugiperda*. **PLoS ONE**, v. 8, n. 7, p. e68164, 5 jul. 2013.

HOFTE, H.; WHITELEY, H.R. Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. **Microbiological Reviews**, v.53, p.242-255, 1989.

HORIKOSHI, R. J.; BERNARDI, O.; *et al.* Near-Isogenic Cry1F-Resistant Strain of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to Investigate Fitness Cost Associated With Resistance in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 109, n. 2, p. 854–859, abr. 2016.

HUANG, F. *et al.* Cry1F Resistance in Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda*: Single Gene versus Pyramided Bt Maize. **Plos One**, v. 9, n. 11, p. e112958, 17 nov. 2014.

HUMALA, A. E.; KRUIDHOF, H. M.; WOELKE, J. B. New species of *Megastylus* (Hymenoptera: Ichneumonidae: Orthocentrinae) reared from larvae of *Keroplastidae fungus* gnats (Diptera) in a Dutch orchid greenhouse. **Jornal of Natural History**, v. 51, p. 83-95, 2016.

IRWIN, M. E.; GILL, R. W.; GONZALES, D. Field-cage studies of native egg predators of the pink Bollworm in southern California cotton. **Journal of Economic Entomology**, v.67, p.193-196, 1974.

ISAAA. **International Service for the Acquisition of Agri-Biothec Applications – ISAAA**. (2013). Brief 46: Global Status of Commercialized Biotech/ GM Crops: 2013.

ISHIWATA, S. On a kind of severe flacherie (sotto disease). **Dainihon Sanshi Kaiho**, v. 114, n.1, p. 1–5, 1901 (original in japanese).

JONES, A. G.; MASON, C. J.; FELTON, G. W.; HOOVER, K. Host plant and population source drive diversity of microbial gut communities in two polyphagous insects. **Scientific Reports**, v. 9, n. 2792, p. 1-11, 2019.

KLEIN, I.; CERICATO, A.; PREUSS, J. F. Entomofauna associada à cultura de milho transgênico (bt) e convencional no município de Iraceminha, Santa Catarina, Brasil. **Unoesc & Ciência**, v. 7, n. 2, p. 167-174, 2016.

LUZ, P. M. C.; PAULA-MORAES, S. V.; LÓPEZ, J. M. P.; PUJOL-LUZ, J. R.; PENTEADO-DIAS, A. M.; SPECHT, A.; DINIZ, I. R. Parasitoid associated with of *Helicoverpa armigera* in refuge áreas of cotton, in Western Bahia, Brazil. **Ciência Rural**, v. 48, n. 1, p. 1-4, 2018.

MAPA. Projeção do Agronegócio Brasil - 2016/2017 a 2026/2027. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-2017_finalizado.pdf/view>. Acesso em: 05 Julho. 2018.

MATOS NETO, F. C.; CRUZ, I.; ZANUNCIO, J. C.; SILVA, C. H. O.; PICANÇO, M. C. Parasitism by *Campoletis flavicincta* on *Spodoptera frugiperda* in corn. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1077-1081, 2004.

MELLO-PATIU, C. A.; SOARES, W. F.; SILVA, K. P. Espécies de Sarcophagidae (Insecta: Diptera) registradas no estado do Rio de Janeiro. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 67, p.173-188, 2009.

MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M. (2009). **Uso do milho Bt no manejo integrado de lepidópteros-praga: recomendações de uso**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 8p. (Comunicado técnico, 170).

MIRANDA, R. J.; SANTOS-MURGAS, A.; QUINTERO, D. A.; ABREGO, J. C. L. Insectos de hábitos parasitoides y depredadores sobre huevos de *Argiope argentata* (Fabricius, 1775) (Arachnida: Araneae) en Panamá. **Intropica**, v. 15, n. 1, p. 1-8, 2020.

MOAR, W.J.; ANILKUMAR, K.J. The power of pyramid. **Science**, v. 318, p. 1561-1562, 2007.

MOLINA-OCHOA, J.; CARPENTER, J. E.; HEINRICHS, E. A.; FOSTER, J. E. Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the americas and caribbean basin: an inventory. **Florida Entomologist**, v. 86, n. 3, p. 254-289, 2003.

NIHEI, S. S.; LOPES, A. C.; DIOS, R. V. P.; GUDIN, F. M. Check-list of the Tachinidae (Diptera) of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Iheringia Série Zoologia*, v. 107, p. 1-6, 2017.
O'HARA, J. E. History of tachinid classification (Diptera, Tachinidae). **Zookeys**, v. 31, p. 1–34, 2013.

O'HARA, J. E.; SHIMA, H.; ZHANG, C. Annotated catalogue of the Tachinidae (Insecta: Diptera) of China. **Zootaxa**, v. 2190, p. 1–236, 2009.

PARRA J. R. P. 2006. A prática do controle biológico de pragas no Brasil. (In: **Controle biológico de pragas na prática**. PINTO, A. S.; NAVA D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBOSOUZA, D. T. ed. Piracicaba: Prol). p. 11-24.

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.

PEREIRA-COLAVITE, A.; BRAGA, I. S.; SANTOS, W. E. New records of *Albardia furcata* van der Weele, 1903 (Neuroptera, Ascalaphidae, Albardiinae) from Paraíba, with notes on a predator species. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 2, n. 1, p. 23-27, 2018.

QUERINO, R. B.; Silva, N. N. P.; ZUCCHI, R. A. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North, Brazil. **Ciência Rural**, v. 46, n. 9, p. 1521-1523, 2016.

ROBBS, C. F. Subsídios ao histórico do controle biológico de artrópodes fitófagos no Brasil. In: **Ciclo de palestras sobre controle biológico de pragas 1991**, Campinas. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 21-29.

SALAS-ARAIZA, M.; GONZÁLES-MÁRQUEZ, M. A. Primer reporte de *distichona auriceps* e *Hypovoria discalis* (Diptera: Tachinidae) parasitando *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en el estado de Guanajuato, México. **Entomologia Mexicana**, v. 4, p. 290-294, 2017.

SANCHIS, V. From microbial sprays to insect-resistant transgenic plants: history of the biopesticide *Bacillus thuringiensis*. A review. **Agronomy from Sustainable Development**, v. 31, p. 217–231, 2010.

SANTOS, L. M.; REDAELLI, L. R.; DIEFENBACH, L. M. G.; EFRON, C. F. S. Fertilidade e longevidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em genótipos de milho. **Ciência Rural**, v.34, 2004.

SANTOS-AMAYA, O. F. *et al.* Resistance to dual-gene Bt maize in *Spodoptera frugiperda*: selection, inheritance and cross-resistance to other transgenic events. **Scientific Reports**, v. 5, n. 1, p. 18243, 17 nov. 2016.

SILVA, F. M. A.; FOWLER, H. G.; LEMOS, R. N. S. Parasitismo em lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith), na região Triângulo Mineiro, MG. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n. 2, p. 235-241, 1997.

SILVA, R. B. da. Ocorrência de parasitoides associados a pragas do milho (*Zea mays* L.) cultivado em diferentes sistemas de produção. 2013. 202 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

SOARES, J.J.; VIEIRA, R.M. *Spodoptera frugiperda* ameaça à cotonicultura brasileira. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1998. (**Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 96**).

SOUZA, J. C.; SOUZA, M. A. **Lagarta-do-cartucho: principal praga do milho em qualquer sistema de plantio no sul de minas**. Lavras-MG: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/EPAMIG, 2002. 4p. (Circular Técnica, 144).

SOUZA, V. N.; OLIVEIRA, C. R. F.; MATOS, C. H. C.; ALMEIDA, D. K. F. Fumigation toxicity of essential oils against *Rhyzopertha dominica* (f.) in stored maize grain. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 435-440, 2016.

SPAGNOL, D.; GRUTZMACHER, A. D.; CASTILHOS, R. V.; PASINI, R. A.; ZANTEDECHI, R.; ROSA, A. P. S. A. Compatibilidade de milho transgênico com o parasitoide *Trichogramma pretiosum*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 1, p. 43-51, 2017.

SRIKUMAR, K. K.; RANJITH, A. P.; KUMAR, B. S.; RADHAKRISHNAN, B. First host record for *Dichrogaster fulvescens seminigra* Townes (Hymenoptera: Ichneumonidae, Cryptinae), a parasitoid of *Mallada desjardinsi* (Navas) (Neuroptera: Chrysopidae) associated with tea ecosystem. **Journal of Biological Control**, v. 29, n. 4, p. 179-182, 2015.

STARÝ, P.; SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 1, p. 107-118, 2007.

STORER, N.P.; KUBISZAK, M.E.; KING, J.E.; THOMPSON, G.D.; SANTOS, A.C. Status of resistance to Bt maize in *Spodoptera frugiperda*: lessons from Puerto Rico. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 110, p. 294-300, 2012.

STORER, N. P. et al. Discovery and Characterization of Field Resistance to Bt Maize: *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Puerto Rico. **Journal of Economic Entomology**, v. 103, n. 4, p. 1031–1038, 1 ago. 2010.

TOMA, R.; ROEL, A.; MIRANDA, R. First record of *Peckia (Sarcodexia) lambens* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Sarcophagidae) parasitizing *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Agricultural Entomology**, v. 84, p. 1-4, 2017.

USDA. **12º levantamento USDA da safra 2019/20**, 2020.

VAECK M.; REYNAERTS A.; HÖFTE H.; JANSSENS S.; DE BEUKELEER M.; DEAN C.; ZABEAU M.; VAN MONTAGU M.; LEEMANS J. Transgenic plants protected from insect attack, **Nature**, v. 327, p. 33–37, 1987.

VALICENTE, F. H. **Controle biológico de pragas com entomopatógenos**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.30, 251, p.48-55, jul./ago. 2009.

VALICENTE, F. H.; **Manejo integrado de pragas na cultura do milho**, Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 13 p. (Circular técnica, 208).

VALICENTE, F. H.; TUELHER, E. S. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com baculovírus**. Sete Lagoas-MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 14 p. (Circular técnica, 114).

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

VÉLEZ, A. M. *et al.* Inheritance of Cry1F resistance, cross-resistance and frequency of resistant alleles in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 103, n. 06, p. 700–713, 14 dez. 2013.

WAHL D. B.; SHARKEY, M. J. 2006. Superfamilia Ichneumonoidea. In: FERNÁNDEZ F.; SHARKEY M. J. **Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical**. (ed.). Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia. p. 287-292.

WILSON, F.; HUFFAKER, C.B. **The physiology scope and importance of biological control**. New York: Academic Press, 1976. 788p. p.3-14.

WOHLENBERG, E. Área e Produção devem encolher, mas o mercado internacional é promissor. In: AGRIANUAL 2007, **Mercado & Perspectivas**. p. 405. 2006.

YU, D.S.K. ACHTERBERG, C.; HORSTMANN, K. **Taxapad 2012, Ichneumonoidea 2011**. Database on flash-drive. www.taxapad.com, Ottawa, Ontario, Canada, 2012.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45

ARTIGO

Parasitoides da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep.: Noctuidae) em cultivar de milho transgênico *Bt* e variedade convencional em Campo Grande e Sidrolândia, MS

**Jason Brais Benites de Oliveira¹ Antonia Railda Roel² Angélica Maria Martins
Penteado Dias³**

ABSTRACT

Parasitic insects represent a group of organisms that naturally promote the control of population density of other organisms. Currently, parasitic species of *Spodoptera frugiperda* are sought, aiming at the application of these organisms in crops, promoting a reduction in the application of phytosanitary products, as well as a reduction in production costs, using environmentally friendly technology. Thus, the present study aimed to survey the parasitoids found in *S. frugiperda* in the city of Campo Grande, and in the city of Sidrolândia, in the state of Mato Grosso do Sul, in the cultivation of transgenic corn and conventional variety. For this, caterpillars were collected in different periods in 2018, they were kept under a synthetic diet in the laboratory, and the parasitoids were collected as they emerged and later identified down to the gender level. 900 fall-armyworm were collected, of these, 104 were parasitized, the most relevant for this work being the specie *Eiphosoma* spp. (Hymenoptera) and the genus *Archytas* spp. (Diptera) respectively. Being the species: Hymenoptera: *Chelonus insulares* Cresson 1865 (Braconidae), *Exasticolus fusicornis* (Cameron, 1887) (Braconidae), *Eiphosoma viticole* Cresson (Ichneumonidae), *Enicospilus* sp. (Ichneumonidae), *Aleiodes* sp. (Braconidae), *Diadegma* sp. (Ichneumonidae), *Dolichozele* sp. (Braconidae), *Campoletis flavicineta* (Ashmead, 1890) (Ichneumonidae) and Diptera: (Tachinidae) *Archytas incertus* (Macquart, 1851), *Eucelatoria* sp., *Winthemia trinitatis* Thompson.

Key words: biological control, parasitoids, insect, Tachinidae, Ichneumonoidea.

RESUMO

Os insetos parasitoides representam um grupo de organismos que promovem naturalmente o controle da densidade populacional de outros organismos. Atualmente, busca-se espécies parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep.: Noctuidae), para a preservação ou aplicação desses organismos em lavouras, promovendo a redução do uso de produtos fitossanitários e dos custos de produção. Assim, por meio do presente trabalho objetivou-se realizar o levantamento de parasitoides encontrados em *S. frugiperda* no município de Campo Grande e de Sidrolândia, no estado de Mato Grosso do Sul, em cultivar de milho transgênica e variedade convencional sob adubação química sintética e orgânica. Para tanto, foram realizadas coletas de lagartas em diferentes períodos no ano de 2018, que foram mantidas com dieta artificial em laboratório. Os parasitoides foram coletados à medida que emergiam e posteriormente identificados até o nível de gênero e/ou espécie. Foram coletadas 900 lagartas, destas, 104 estavam parasitadas, sendo os mais relevantes para este trabalho o espécie

¹ Mestrando em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária da Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, Brasil. E-mail: Jason_agro@hotmail.com Autor para correspondência.

² Dra. Docente do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária da Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, Brasil.

³ Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brasil.

1 *Eiphosoma* spp. (Hymenoptera) e o gênero *Archytas* spp. (Diptera) respectivamente. Sendo as
 2 espécies: de Hymenoptera: *Chelonus insulares* Cresson 1865 (Braconidae), *Exasticolus*
 3 *fusicornis* (Cameron, 1887) (Braconidae), *Eiphosoma viticole* Cresson (Ichneumonidae),
 4 *Enicospilus* sp. (Ichneumonidae), *Aleiodes* sp. (Braconidae), *Diadegma* sp. (Ichneumonidae),
 5 *Dolichozele* sp. (Braconidae), *Campoletis flavicincta* (Ashmead, 1890) (Ichneumonidae) e de
 6 Diptera: (Tachinidae) *Archytas incertus* (Macquart, 1851), *Eucelatoria* sp., *Winthemia trinitatis*
 7 Thompson.

8 **Palavras chave:** controle biológico, parasitoides, Insecta, Tachinidae, Ichneumonoidea.

9

10

11 INTRODUÇÃO

12 Na natureza as populações de herbívoros é mantida em equilíbrio por fatores abióticos
 13 e bióticos, ou seja, pela atividade dos inimigos naturais, patógenos, insetos predadores e
 14 parasitoides. Por se tratar de um fenômeno natural essas interações tem sido alvo de estudos,
 15 principalmente quanto a seu potencial de aplicação em sistemas agrícolas. Assim, o controle
 16 biológico baseia-se no princípio da existência natural desses organismos que vivem e se
 17 alimentam de outras espécies, regulando ou controlando a densidade dos indivíduos em uma
 18 determinada população (BERTI-FILHO, 2010).

19 Os parasitoides são insetos, cujas larvas se desenvolvem no interior de outro artrópode,
 20 podendo ser depositados individualmente ou em grandes números no interior de outros
 21 organismos, provocando, como resultado final a morte do hospedeiro (GODFRAY, 1994). O
 22 Nesse grupo funcional, parasitoidismo, a maior parte encontra-se em Hymenoptera em 37
 23 famílias, seguida de Diptera em nove famílias, e em menor número em Coleoptera, Strepsiptera,
 24 Lepidoptera e Neuroptera (PARRA et al., 2002). Estima-se que grande parte de Hymenoptera
 25 parasitoides são desconhecidos da ciência, mas com grande potencial para a biotecnologia
 26 agrícola no controle de insetos.

27 Botelho (1992) destaca em seu trabalho o sucesso do uso de parasitoides para o
 28 controle da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lep.: Crambidae)
 29 por mais de quinze anos, onde este método se mostra mais eficiente que o controle com
 30 produtos químicos sintéticos.

31 Dentre os himenópteros parasitoides, destacam-se os Ichneumonoidea, são
 32 representados por cerca de quarenta mil espécies descritas distribuídas cosmopolitamente (YU
 33 et al., 2012). São descritas quatro famílias, mas no Brasil nessa superfamília são descritas em
 34 em duas famílias, Ichneumonidae e Braconidae (TRIPLEHORN e JOHNSON (2011).

35 Espécies de Braconidae (Ichneumonoidea) são relatadas como parasitoides de
 36 Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hemiptera (BUSTAMANTE-NAVARRETE et al., 2017;
 37 ALMEIDA et al., 2019). Dentre as várias espécies de Braconidae no Brasil, *Chelonus insulares*
 38 Cresson, 1865 é a mais encontrada parasitando de *S. frugiperda*. Esse parasitoides coloca seus
 39 ovos no interior dos ovos da praga permitindo a eclosão das lavas, quando a larva do parasitoides
 40 apresentar completo desenvolvimento, esta terá consumido todo o hospedeiro. A maior taxa de
 41 parasitismo de *C. insulares* ocorre no terceiro dia de idade, e a fêmea é capaz de parasitar de
 42 48,2 a 92,2 ovos do hospedeiro por dia, sendo que o percentual de parasitismo varia de 72 a
 43 80%. As lagartas parasitadas diminuem seu ritmo de alimentação, causando então um menor
 44 dano na cultura (CRUZ, 1995).

45 Exemplares da família Ichneumonidae são capazes de parasitar espécies das ordens
 46 Lepidoptera, Coleoptera, Díptera, Himenoptera e Neuroptera (FERNANDES et al., 2015;
 47 SRIKUMAR et al., 2015; HUMALA et al., 2016; BERTONE et al., 2017). Constituindo assim,
 48 uma família de muito potencial para o controle biológico. Dentre as espécies de inimigos
 49 naturais de Ichneumonidae, *Campoletis flavicincta* (Ashmead, 1890) é uma das mais estudadas
 50 no Brasil. Essa espécie é um endoparasitoides que coloca seus ovos no interior de lagartas de

1 primeiros e segundo instares larvais de *S. frugiperda* (MATOS NETO et al., 2004). As larvas
 2 de *C. flavicineta* se alimentam do conteúdo interno do hospedeiro e quando está próxima a se
 3 tornar pupa, o hospedeiro já está morto. O número de lagartas parasitadas por *C. flavicineta* é
 4 em torno de 232 lagartas por fêmea, e as lagartas parasitadas vivem em torno de uma semana a
 5 menos que normalmente viveria (CRUZ, 1995).

6 Diversas espécies de lagartas, pragas das principais culturas de importância agrícola,
 7 podem ser encontrados dípteros parasitoides como os das famílias Sarcophagidae e Tachinidae
 8 (ARTHUR e COPPEL, 1953; TOMA et al., 2017; AYA et al., 2018; GURROLA-PÉREZ,
 9 2018). Os Sarcophagidae são normalmente saprófagos, predadores, parasitoidista, normalmente
 10 se alimentam de restos em decomposição (COURTNEY et al., 2009; TOMA et al., 2017;
 11 MIRANDA et al., 2020). São capazes de predação de aranhas, como a *Sarcophaga (Mehria)*
 12 *silbergliedi* (Dip.: Sarcophagidae) em *Argiope argentata* (Fabricius, 1775) (Arachnida:
 13 Araneae) no Panamá (MIRANDA et al., 2020). Os dípteros parasitoides da família Tachinidae
 14 são o grupo mais diversificados de parasitoides dípteros com mais de 8.500 espécies descritas,
 15 possuem diferentes características morfológicas, e que para a identificação são necessárias as
 16 características filogenéticas (O'HARA et al., 2009; O'HARA 2013).

17 Os estudos com Sarcophagidae parasitoides já são realizados há anos, e em
 18 lepidópteros-pragas o controle com indivíduos desta família tem se demonstrado eficiente
 19 (ARTHUR e COPPEL, 1953; TOMA et al., 2017). Onde *Peckia (Sarcodexia)*
 20 *lambens* (Wiedemann, 1830) é capaz de parasitar *Alabama argillaceae* (Hübner, 1823) (Lep.:
 21 Erebididae), *Oiketicus kirbyi* (Gulding, 1827) (Lep.: Psychidae), *Mocis latipes* (Guenée, 1852)
 22 (Lep.: Nuctuidae), *Diatrea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lep.: Crambidae) (BLANCHARD,
 23 1963). E também possuem capacidade de se alimentar de insetos em decomposição, como *P.*
 24 *(S.) lambens* em *Albardia furcata* Van der Weele, 1903 (Neuro.: Ascalaphidae) (PEREIRA-
 25 COLAVITE et al., 2018).

26 Tratando da cultura do milho *Zea mays* no Brasil, o inseto-praga que mais tem causado
 27 problemas econômicos é a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep.:
 28 Noctuidae), devido a sua direta ligação com a baixa produtividade em culturas atacadas
 29 (GALLO et al., 2002). Segundo a literatura, nas Américas, essa espécie é naturalmente
 30 encontrada parasitada por 53 espécies, de 43 gêneros e 19 famílias diferentes, sendo que
 31 espécies de Braconidae, Ichneumonidae e Tachinidae destacadas as mais importantes
 32 (ASHLEY, 1979). Logo, é possível avaliar também a aplicação desses organismos nas culturas
 33 de milho, atuando como uma alternativa ao uso de inseticidas, promovendo a redução do uso
 34 de pesticidas.

35 Para conhecer os parasitoides presentes na região, objetivou-se realizar o levantamento
 36 dos parasitoides em *S. frugiperda*, nos municípios de Campo Grande e Sidrolândia, Estado de
 37 Mato Grosso do Sul, na cultura do milho, cultivar transgênica *Bt* e variedade convencional, sob
 38 adubação química sintética e orgânica, em três épocas de coleta de lagartas.

39

40 MATERIAL E MÉTODOS

41

42 O plantio dos três experimentos foi realizado em outubro de 2018. Cada experimento
 43 envolveu uma área de 25 x 25 metros, utilizando-se espaçamento de 0,9 m entre linhas e uma
 44 densidade de cinco a sete plantas por metro. A adubação e correção do pH do solo foram feitas
 45 de acordo as recomendações da análise de solo.

46

47 Na fazenda Escola em Campo Grande, MS

48 Os experimentos 1 e o 2 foram instalados na fazenda escola da Universidade Católica
 49 Dom Bosco, UCDB, situada na Av. Elizeu Ramos de Mendonça, s/n - Lagoa da Cruz, Campo
 50 Grande, MS, 79117-715, coordenadas geográficas 20° 23' 19.20" S e 54° 36' 46.24" O. O solo

1 predominante no local é do tipo neossolo quartzarênico, e o clima é predominante é o tropical,
2 com a temperatura no mês do experimento, variando entre 21 e 31°C, com índice pluviométrico
3 acumulado no mês de 240 mm. Não foi utilizado nenhum tratamento com produtos
4 fitossanitários.

5 Para o plantio, utilizou-se fertilizante químico sintético N-P₂O₅-K₂O (4-30-10) na dose
6 de 250 kg/ha, e foi utilizado como adubação de cobertura 100 kg ureia em duas aplicações.

7 Para o experimento 1 foi utilizada a cultivar de milho transgênica *Bt*, 2m77. E como
8 experimento 2, foi utilizada a variedade convencional Al Bandeirante.

9

10 **Na Fazenda Bom Jesus, em Sidrolândia, MS**

11 O experimento 3, foi instalado no Sítio Bom Jesus, no município de Sidrolândia, MS,
12 Rod. BR-060, Km 436, coordenadas geográficas 20°45'21.39"S e 54°46'3.14"O. O solo
13 predominante no local é o latossolo vermelho amarelo, com o clima predominante sendo o
14 tropical, e a temperatura variando no mês do experimento entre 20 e 35°C, com índice
15 pluviométrico acumulado no mês de 210 mm.

16 Neste, foi semeada a variedade convencional Al Bandeirante. Para adubação, foi
17 utilizado fertilizante orgânico cama de frango totalmente decomposta, na dosagem de duas
18 toneladas por hectare.

19

20 **Coleta das lagartas**

21 As coletas das lagartas foram efetuadas em três épocas, 33, 40 e 47 dias após a
22 germinação. Assim, foram coletadas 100 lagartas por parcela, sendo, 100 aos 33 dias, 100 aos
23 40 dias e 100 aos 47 dias de germinação, totalizando 300 lagartas em cada coleta, total de 900
24 lagartas nas três épocas de coleta, nos três experimentos. As plantas com as lagartas foram
25 coletadas aleatoriamente, indicadas pelos sinais da presença pela visualização das fezes dentro
26 do cartucho.

27

28 **Criação da *S. frugiperda***

29 As 900 lagartas coletadas no campo foram levadas e criadas no laboratório de
30 Entomologia da UCDB em Campo Grande, MS, Brasil. As lagartas foram individualizadas em
31 tubos de dieta para entomologia utilizando-se tubos de vidro de fundo chato (2,5 cm de diâmetro
32 x 8,5 cm de altura) e alimentadas com dieta artificial descrito por Greene et al. (1976), adaptada
33 por Parra (2001).

34

35 **Identificação dos parasitoides associados à cultura do milho**

36 Os parasitoides emergidos, alguns na fase de lagarta e outros na fase de pupa, foram
37 mantidos em frasco com álcool 70%, triados em nível de Ordem e família no Laboratório de
38 Entomologia da UCDB. Os parasitoides himenopteros foram identificados em nível de Gênero
39 e Espécie com o auxílio do grupo de pesquisa da Universidade Federal de São Carlos,
40 UFSCAR, São Carlos, SP. Os parasitoides dípteros foram identificados em nível de Gênero,
41 pelo Dr. Ronaldo Toma, Tecnologista do Laboratório de Saúde Pública da Fundação Osvaldo
42 Cruz, FIOCRUZ em Campo Grande, MS.

43

44

45 **RESULTADOS**

46

47 Do total de lagartas, 900, de *S. frugiperda* amostradas, 11,6% (114) foram parasitadas
48 por Hymenoptera ou Diptera. Sendo 26 de Hymenoptera e 78 de Diptera, 2,9 e 8,7% de
49 parasitismo, respectivamente. Entre as três coletas, ou tamanho das lagartas coletadas, as taxas

1 de parasitismo foram de 11,6% na coleta 1 (33 dias após a germinação), 18% na coleta 2 (40
2 dias após a germinação) e 6% na coleta 3 (47 dias após a germinação) (Figura 1).

3 Considerando os experimentos, o de maior coleta, somando as três épocas, foi em
4 Campo Grande, MS, na variedade transgênica *Bt*, com 41 parasitoides. Mas se considerarmos
5 as coletas individualmente, a maior foi em Campo Grande, na coleta 2, em variedade
6 convencional do milho, sendo que o percentual foi de 24%, seguido de 16% de parasitismo
7 também na coleta 2, em variedade convencional, em Sidrolândia. Considerando a taxa de
8 parasitismo de 12%, 9% de Diptera (Tachinidae) e 3% de Hymenoptera de espécies de diversas
9 famílias (Tabela 1).

10

11 Tabela 1 – Numero de parasitoides por Ordem associados a lagartas de *S. frugiperda* (J. E.
12 Smith) (Lep.: Noctuidae) em três épocas de coleta, em Campo Grande, MS, em duas variedades
13 transgênica e não transgênica e em Sidrolândia, MS, com variedade não transgênica e adubação
14 orgânica, outubro de 2018.

15

Coletas	Tratamento	Lagartas coletadas	Hymenoptera	Diptera	Total parasitoides	Parasitismo (%)
Coleta I 33 dias	Exp.1*	100	10	5	15	15%
	Exp. 2	100	5	2	7	7%
	Exp. 3	100	6	5	11	11%
Coleta II 40 dias	Exp.1	100	2	11	13	13%
	Exp. 2	100	3	20	23	23%
	Exp. 3	100	0	16	16	16%
Coleta III 47 dias	Exp.1	100	0	13	13	13%
	Exp. 2	100	0	2	2	2%
	Exp. 3	100	0	4	4	4%
TOTAL		900	26	78	104	12%

16 *Exp. 1 – Em Campo Grande, MS, variedade transgênica *Bt*, Exp. 2- Em Campo Grande, MS, variedade
17 não transgênica, Exp. 3 – Em Sidrolândia – variedade tradicional e adubação orgânica.

18

19 Neste trabalho levantamento, foram encontrados 77 indivíduos de dípteros
20 parasitoides, perfazendo um total de 75% dos parasitoides encontrados, todos da família
21 Tachinidae. Já os parasitoides da ordem díptera, pertencem a três gêneros diferentes, sendo eles
22 *Archytas*, *Eucelatoria*, *Winthemia nr. trinitatis*. Sendo que os gêneros de maior abundância,
23 foram o *Archytas incertus* e *Winthemia*. Sendo que *W. nr. trinitatis* podendo ser muito diverso,
24 cuja identificação fica comprometida por falta de referencial literário contendo chaves de
25 identificação (Tabela 2) (Figura 2).

26

27 Quanto aos parasitoides da Ordem Hymenoptera, de diversas famílias, foram
28 identificados como pertencentes a oito gêneros, sendo eles os gêneros *Cheloninae*,
29 *Homolobinae*, *Cremastinae*, *Ophioninae*, *Rogodinae*, *Orgilinae*, *Braconinae*, *Campopleginae*.
30 E as espécies identificadas *Chelonus insularis*, *Exasticolus fusicornis*, *Eiphosoma vitticole* e
31 *Campoletis flavicineta* e até gênero *Enicospilus sp.* *Aleiodes sp.* *Diadegma sp.* *Dolichozele sp.*
(Tabela 2) (Figura 3).

32

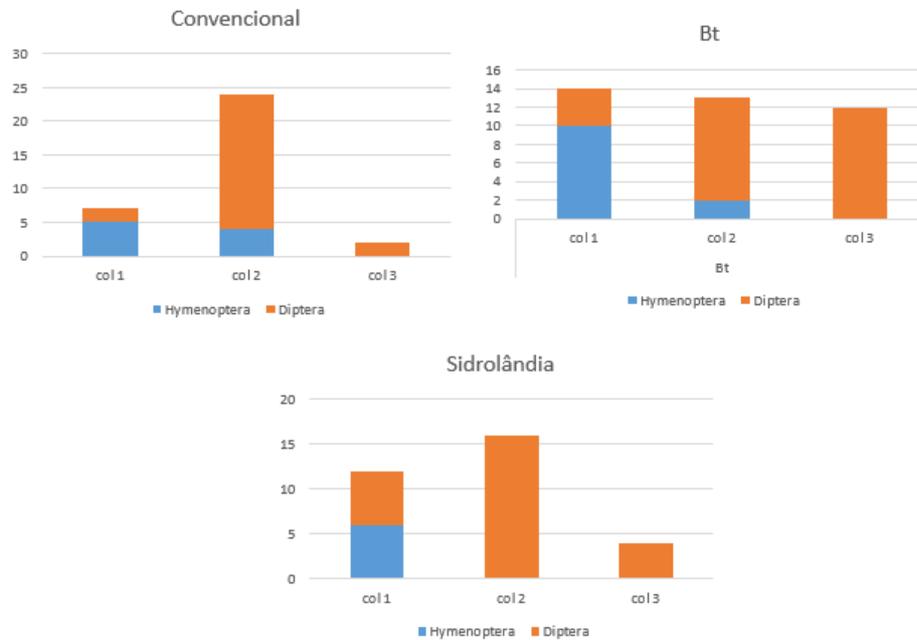
33 Tabela 2 – Gênero e espécies de parasitoides encontrados lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.
34 E. Smith) (Lep.: Noctuidae) em Campo Grande e Sidrolândia-MS, Brasil, outubro de 2018.

Parasitoides	Coleta 1			Coleta 2			Coleta 3		
	Exp.* 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3

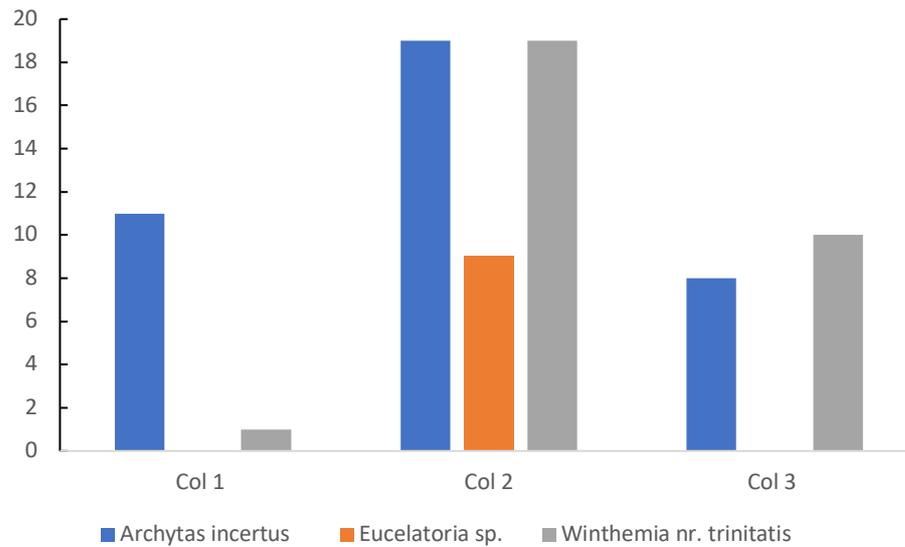
Hymenoptera

<i>Chelonus insularis</i>	1	3	1	-	-	-	-	-	-
<i>Exasticolus fusicornis</i>	-	1	-	2	-	-	-	-	-
<i>Eiphosoma vitticole</i>	-	5	-	-	1	-	-	-	-
<i>Enicospilus</i> sp.	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Aleiodes</i> sp.	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Diadegma</i> sp.	-	-	-	2	1	-	-	-	-
<i>Dolichozele</i> sp.	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Campoletis flavicincta</i>	4	1	-	-	-	-	-	-	-
Diptera									
<i>Archytas incertus</i>	2	4	5	8	7	4	1	5	2
<i>Eucelatoria</i> sp.					3	6			
<i>Winthemia trinitatis</i>	<i>nr.</i>		1	12	1	6	1	7	2
Total	7	14	12	24	13	16	2	12	4

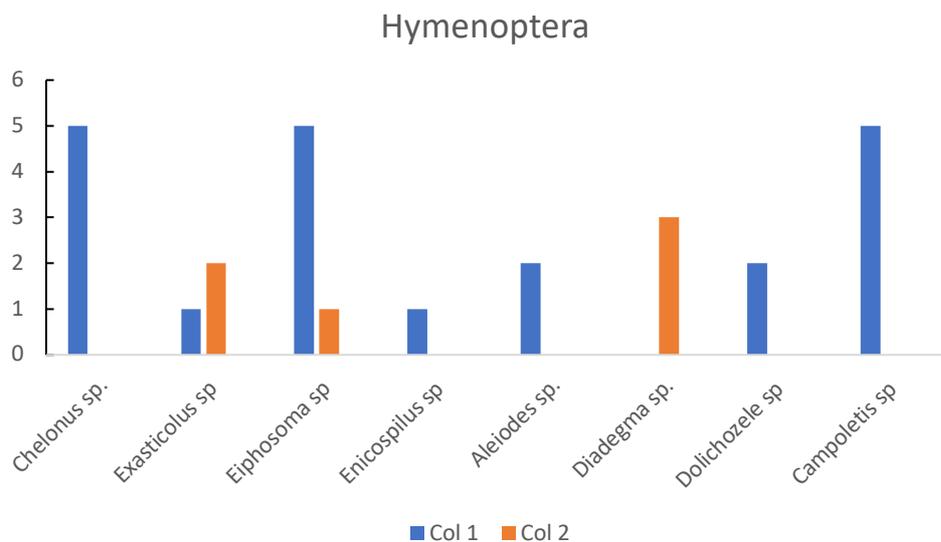
- 1 *Exp. 1 – Em Campo Grande, MS, variedade transgênica Bt, Exp. 2- Em Campo Grande, MS, variedade
2 não transgênica, Exp. 3 – Em Sidrolândia – variedade não transgênica e adubaçao orgânica.
3



- 4
5 Figura 1 Dinâmica populacional de parasitoides de *Spodoptera frugiperda* em milho cultivado
6 em sistema convencional, com variedade convencional e cultivar transgênica *Bt*. Campo
7 Grande e Sidrolândia, MS, outubro de 2018.
8



1
2 Figura 2 Parasitoides Diptera, coletados em três épocas, 33, 40 e 47 dias após a germinação de
3 milho *Zea mays*, em Campo Grande e Sidrolândia, MS, Brasil, outubro de 2018.



4
5 Figura 3 Gêneros de parasitoides Hymenoptera, coletados em três épocas, 33, 40 e 47 dias após
6 a germinação de milho *Zea mays*, em Campo Grande e Sidrolândia, MS, Brasil, outubro de
7 2018.

8
9
10 DISCUSSÃO

11
12 A taxa de parasitismo obtidas no total foi de 12%, considerando todas as três coletas,
13 sendo 14% (41) (15, 13 e 13), 11% (32) (7, 23 e 2) e 10% (31) (11, 16 e 4) e, nos experimentos
14 1, 2 e 3 respectivamente, dois em Campo Grande e um em Sidrolândia, são semelhantes aos
15 citados na literatura. CRUZ et al. (2009), relataram que o percentual de parasitismo variou entre
16 4,8% até 55,8%, em diferentes municípios de Minas Gerais, em lagartas de *S. frugiperda*,
17 coletadas nos anos agrícolas de 2008 e 2009.

18 Quanto a incidência de parasitoides dípteros ou himenópteros e o tamanho das lagartas
19 coletadas os resultados obtidos, quanto maior as lagartas, maior incidência de díptera,
20 corroboram com os da literatura. Sendo que nenhum parasitoide Hymenoptera foi registrado na

1 terceira coleta, somente Tachinidae (Diptera). Silva et al. (1997), que em seus trabalhos,
 2 concluíram que, parasitoides de Diptera tem preferência pelas fases finais de seu hospedeiro,
 3 ou seja, instares de 4 a 6, isso ocorre por sua maior dependência de alimentos, para poder atingir
 4 a fase adulta. Não ocorrendo essa exigência com parasitoides himenópteros, que preferem as
 5 fases iniciais de seu hospedeiro.

6 Quanto os gêneros e espécies encontrados em Campo Grande e Sidrolândia, MS, são
 7 semelhantes aos citados na literatura. Sendo que os pertencentes a Tachinidae (Diptera) três
 8 gêneros diferentes, sendo eles *Archytas*, *Eucelatoria*, *Winthemia nr. trinitatis*. Dos dipteros
 9 foram identificados insetos pertencentes aos gêneros: *Chelonus*, *Exasticolus*, *Eiphosoma*,
 10 *Enicospilus*, *Aleiodes*, *Diadegma*, *Dolichozele*, *Campolet*, sendo este último, um complexo de
 11 espécies pouco estudado. Sendo que o gênero de maior abundância foi *Winthemia*, e a espécie
 12 mais abundante *Archytas incertus*.

13 Estudos sobre a biologia e desenvolvimento de *Winthemia* ainda são poucos, porém,
 14 os estudos que existentes, relatam que este díptero é um dos parasitoides mais associados a *S.*
 15 *frugiperda*. Em estudos semelhantes, na região do Cascavel no estado do Paraná, Brasil
 16 (VALICENTE e BARRETO, 1999) fizeram levantamentos da ocorrência de insetos deste
 17 gênero, associados a *S. frugiperda* demonstrando resultados significativos.

18 Em 2003 foi realizado um levantamento das espécies de parasitoides encontrados nas
 19 Américas, e no Brasil as espécies encontradas em lagartas, pupas e adultos de *S. frugiperda*, da
 20 família Tachinidae, cujo gênero Tachininae pertence (MOLINA-OCHOA et al., 2003).
 21 Resultado semelhante a este trabalho, que demonstrou que o gênero é o mais abundante
 22 encontrado, o que corrobora com outros estudos também semelhantes relatados por Nihei et al.
 23 (2017).

24 No México foi encontrado parasitando *S. frugiperda* em milho os inimigos naturais da
 25 família Tachinidae, *Lespesia aletiae* (Riley, 1879) (Dip.: Tachinidae), *Lespesia archippivora*
 26 (Riley, 1871) (Dip.: Tachinidae), *Winthemia deilephilae* (Osten Sacken, 1887) (Dip.:
 27 Tachinidae) e *Archytas marmoratus* (Townsend, 1915) (Dip.: Tachinidae) (GONZÁLES-
 28 MALDONADO et al., 2018). Também foi registrado na cidade de Durango, *L. archippivora*,
 29 *L. aletiae*, *A. marmoratus* parasitando lagartas de *S. frugiperda* (GURROLA- PÉREZ, 2018).
 30 No estado de Guanajuato, foram relatados os parasitoides *Distichona auriceps* Coquillett,
 31 (1904) e *Hypovoria discalis* (Brooks, 1945) da família Tachinidae, em lagartas de *S. frugiperda*
 32 (SALAS-ARAIZA, 2017).

33 No ano de 2003 Molina-Ochoa et al. (2003) realizaram um levantamento das espécies
 34 de parasitoides encontrados nas Américas as espécies de Tachinidae citadas em lagartas, pupas
 35 e adultos de *S. frugiperda* foram: *Acroglossa vetula* (Reinhard), *Archytas divisus* (Walker,
 36 1852), *A. incertus*, *A. marmoratus*, *Archytas plangens* Curran, 1928, *Archytas* sp., *Eucelatoria*
 37 *guimaraesi* Sabrosky, 1981, *Eucelatoria* sp., *Euphorocera* sp., *Gonia crassicornis* (Fabricius,
 38 1794), *Gonia (Reaumuria) pacifica* Townsend, 1912, *Incamiya chilensis* Aldrich, 1928,
 39 *Lespesia affinis* (Townsend, 1927), *L. archippivora*, *Lespesia grioti* (Blanchard), *Lespesia* sp.,
 40 *Parasetigena* sp, *Patelloa similis* (Townsend, 1927), *Phorocera floridensis* (Townsend),
 41 *Pseudokea* sp., *Voria ruralis* (Fallen, 1810), *Winthemia mima* (Reinhard, 1931), *Winthemia*
 42 *trinitatis* (Thompson, 1963), *Winthemia* sp.. Na Colombia como destacam Aya et al. (2019) as
 43 espécies da família Tachinidae, como, *Lydella minense* (Townsend, 1927) e *Billaea claripalpis*
 44 (Wulp, 1896) são importantes parasitoides da broca-da-cana-de-açúcar.

45 Em 1991 a 1993 na região do Triângulo Mineiro-MG foram encontradas parasitando
 46 lagartas e pupas de *S. frugiperda* os parasitoides da família Tachinidae, *A. incertus*, *L. affinis*,
 47 *Winthemia* sp. *Euphorocera* sp. (SILVA et al., 1997). E ainda no Mato Grosso do Sul foi
 48 descrita a espécie *Lespesia brasiliensis* (Townsend, 1917) (Dip.: Tachinidae) na região de
 49 Corumbá (NIHEI et al., 2017). No ano de 2013 em Londrina, PR foram encontradas em lagartas
 50 de *S. frugiperda*, parasitoides da família Tachinidae *L. archippivora*, *A. marmoratus* e *W.*

1 *trinitathis* (FERNANDES et al., 2015). No Mato Grosso do Sul na cidade de Campo Grande
2 foram registradas as espécies de Tachinidae *A. incertus* e *W. trinitathis* e pela primeira vez no
3 Brasil *Peckia (Sarcodexia) lambens* (Wiedemann, 1830) (Dip.: Sarcophagidae), todas
4 parasitando lagartas de *S. frugiperda* (TOMA et al., 2017).

5 *Archytas incertus* e *A. marmoratus* são morfologicamente parecidos, e parasitoides
6 associados ao controle biológico natural de lepidópteros pragas, sendo que no Brasil foi
7 registrado em *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1809) (Lep.: Noctuidae) (LUZ et al., 2018).

8 Quanto aos Hymenoptera parasitoides coletados, pertencentes a oito gêneros
9 diferentes, sendo estes: *Chelonus*, *Exasticolus*, *Eiphosoma*, *Enicospilus*, *Aleiodes*, *Diadegma*,
10 *Dolichozele* e *Campoletis* foram relatados também na literatura parasitando lagartas.

11 O parasitismo de *S. frugiperda* por espécies do gênero *Campoletis*, foi registrado na
12 literatura em estudos semelhantes, corroborando os resultados deste trabalho (ASHLEY, 1983;
13 ISENHOUR, 1986; ISENHOUR e WISEMAN, 1989). Cruz (1995), em estudo realizado em
14 Minas Gerais, constatou a presença da espécie *Campoletis flavicineta*, considerada uma das
15 espécies mais importantes do gênero, pois possui um grande potencial em controle biológico
16 natural. Estudos demonstram ainda que a espécie *C. flavicineta*, quando parasitando *S.*
17 *frugiperda*, reduz o consumo de massa filiar em até 6,9% em relação ao provocado por lagartas
18 com seu desenvolvimento normal (CRUZ, et al., 1997). Como demonstrado no estudo,
19 parasitoides do gênero *Campoletis* possuem preferência de lagartas de primeiros instares,
20 estando de acordo com os dados encontrados por Cruz et al. (1995).

21 O segundo gênero mais abundante no estudo, foi o gênero *Eiphosoma* sendo
22 encontrado tanto na coleta 1 quanto na coleta 2, na variedade convencional e cultivar
23 transgênica. O gênero compreende um grupo com grande riqueza de espécies na América do
24 Sul, com 52 espécies já descritas (GAULD, 2000). O mesmo autor, identificou cerca de 17
25 espécies no Brasil, que parasitam larvas de Lepidoptera, principalmente das famílias Noctuidae
26 e Pyralidae, com espécies pragas de diversas culturas agrícolas comerciais.

27 Observa-se, que *Chelonus insularis* (Hym.: Braconidae) foi encontrada em todas as
28 situações durante a coleta 1, nos três experimentos, cultivar transgênica e convencional em
29 Campo Grande, como em Sidrolândia em adubação orgânica e variedade convencional. Embora
30 seja parasita de ovos, *C. insularis* permite que a lagarta ecloda, embora compromete seu
31 desenvolvimento em relação a uma lagarta não parasitada. O potencial de parasitismo deste
32 gênero tem sido estudado para diferentes pragas, principalmente as lepidópteras
33 (FIGUEIREDO et al., 2009).

34 Tais resultados coincidem parcialmente com os obtidos por Molina-Ochoa et al.
35 (2001) que, em levantamento de parasitoides de *S. frugiperda*, realizado no México, foram
36 constatados a presença de *Chelonus* sp. em todas as coletas, sendo considerado o parasitoide
37 com maior biodiversidade. Assim, a presença do parasitoide *C. insularis*, indica a importância
38 de se manejar adequadamente o agroecossistema, preservando assim os inimigos naturais.

39 Os gêneros *Exasticolus*, *Enicospilus*, *Aleiodes*, *Diadegma*, *Dolichozele*, relatados no
40 presente, embora em menor representatividade em relação aos demais gêneros, também foi
41 relatado de forma semelhante por Silva et al. (1997).

42 Em 2003 em um levantamento das espécies de parasitoides encontrados na América,
43 e no Brasil, as espécies encontradas em lagartas, pupas e adultos de *S. frugiperda*, da família
44 Braconidae foram, *Aleiodes laphygmae* (Viereck), *Chelonus texanus* (Cresson, 1872), *Chelonus*
45 sp., *Protapanteles harnedi* (Viereck, 1912), *Cotesia (Apanteles)* sp., *Macrocentrus* sp.
46 (MOLINA-OCHOA et al., 2003). Em Londrina-PR no ano de 2013 foram encontradas em
47 lagartas de *S. frugiperda*, parasitoides da família Braconidae, *C. insularis*, *Microgastrinae*
48 (Hymenoptera, Braconidae) (FERNANDES et al., 2015).

49 Em 1991 a 1993 na região do Triângulo Mineiro-MG foram encontradas parasitando
50 lagartas de *S. frugiperda* os parasitoides da família Braconidae, *Macrocentrus* sp., *C. texanus*,

1 *Cotesia* sp., e da família Ichneumonidae, *Campoplex* sp. *Diadegma* sp., *Ophion* sp., *Eiphosoma*
2 sp., *Goryphina* sp. (SILVA et al., 1997).

3 Em levantamento das espécies de parasitoides encontrados em lagartas, pupas e
4 adultos de *S. frugiperda* na Américas, no ano de 2003 e no Brasil as espécies encontradas, da
5 família Ichneumonidae foram, *Amblyteles* sp., *C. flavicineta*, *Campoletis grioti* (Blanchard,
6 1946), *Campoletis sonorensis* (Cameron, 1886), *Campoletis* sp., *Campoplex* sp., *Diadegma* sp.,
7 *Eiphosoma vitticole* (Cresson, 1865), *Eiphosoma* sp., *Goryphina* sp., *P. spinator*, *Ophion*
8 *flavidus* (Brulle, 1846), *Ophion* sp. (MOLINA-OCHOA et al., 2003).

9 Em Londrina-PR no ano de 2013 foram encontradas em lagartas de *S. frugiperda*,
10 parasitoides da família Ichneumonidae, *C. flavicineta*, *Eiphosoma* sp, *Exasticolus* sp, *Ophion*
11 sp (FERNANDES et al., 2015).

12 Em todas as coletas do presente trabalho, em ambos os locais, foram encontradas
13 lagartas parasitadas, seja de Diptera e/ou Hymenoptera. O que demonstra, que um percentual
14 significativo da densidade de *S. frugiperda*, é controlado naturalmente por esses seus inimigos
15 naturais. Estudos mais abrangentes, em diferentes épocas do ano e em mais regiões são
16 necessários, considerando as dimensões continentais do Brasil e a diversidade climática, que
17 possibilita plantio do milho em diferentes épocas do ano.

18 Este estudo, portanto, corrobora com a necessidade de manter o agroecossistema em
19 equilíbrio, utilizando-se de técnicas de Manejo Integrado de Pragas, e o incentivo da adoção de
20 práticas conservacionistas. Fica evidente portanto, que o uso de tais medidas irá reduzir a
21 aplicação de inseticidas, o que naturalmente irá reduzindo os custos de produção. Essas medidas
22 ainda beneficiam o meio ambiente, a saúde do trabalhador e fomenta a ocorrência de inimigos
23 naturais na lavoura.

24
25

26 CONCLUSÕES

27

28 As coletas de lagartas parasitadas são mais eficientes aos 40 dias da germinação, sendo
29 que quanto menor a lagarta maior número de parasitoides hymenopteros e quanto maior o
30 tamanho da lagarta, maior o numero de parasitoides dipteros.

31 Os Diptera parasitoides encontrados foram os gêneros/espécies, *Archytas incertus*,
32 *Eucelatoria* sp., *Winthemia nr. trinitatis*, sendo este último sendo um complexo de espécies.

33 Os Hymenoptera parasitoides encontrados pertencem a oito gêneros, sendo
34 identificados ate especie *Chelonus insularis*, *Exasticolus fusicornis*, *Eiphosoma vitticole* e até
35 gênero, *Enicospilus* sp., *Aleiodes* sp., *Diadegma* sp., *Dolichozele* sp. As espécies que foram
36 encontradas em maior quantidade de indivíduos, foram *E. vitticole*, seguida pela espécie *C.*
37 *insularis*.

38
39

40 AGRADECIMENTOS

41

42 A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pelo custeio
43 da bolsa de estudos que me proporcionou efetuar a pesquisa, ao Instituto Nacional de Ciência
44 e Tecnologia dos Hymenoptera Parasitoides da Região Sudeste Brasileira, HYMPAR, pela
45 identificação dos parasitoides, a Universidade Católica Dom Bosco, UCDB, pelas
46 oportunidades a mim oferecidas.

47
48

49 REFERÊNCIAS

50

- 1 ALMEIDA, L. B. M.; COELHO, J. B.; GUIMARÃES, J. A.; UCHOA, M. A. Native
2 parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Serra da
3 Bodoquena National Park-MS, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 4, p. 1-6, 2019.
- 4 ARTHUR, A. P.; COPPEL, H. C. Studies on Diptera parasites of the spruce budworm,
5 *Choristoneura fumiferama* (Clem.) (Lepidoptera: Tortricidae). **Canadian Journal of Zoology**,
6 v. 31, p. 374-391, 1953.
- 7 ASHLEY, T. R. et al. Parasitization of fall armyworm larvae on volunteer corn, bermudagrass
8 and paragrass. **Florida Entomologist**, v. 66, n. 2, p. 267-271, 1983.
- 9 ASHLEY, T.R. Classification and distribution of fall armyworm parasites. **Florida**
10 **Entomologist**. V.62, p. 114-123, 1979.
- 11 AYA, V.M.; MONTOYA-LERMA, J.; ECHEVERRI-RUBIANO, C.; MICHAUDI, J.P.;
12 VARGAS, G. Host resistance to parasitoid (Diptera: Tachinidae) helps explain regional
13 outbreak of novel *Diatraea* spp. stem borer (Lepidoptera: Crambidae) in Colombia sugarcane.
14 **Biological Control**, v.129, p. 18-23, 2019.
- 15 BERTI-FILHO, E.; PACELLI, L. M. M. **Fundamentos de controle biológico de insetos-**
16 **praga**. Natal: IFRN Editora, 2010. 108 p.
- 17 BERTONE, M. A.; NALEPA, C. A.; OTEN, K. L. F.; TURNER, S. P. Record of the
18 Hymenopteran Parasitoid *Xorides (Exomus) humeralis* (Ichneumonidae: Xoridinae) from
19 Emerald Ash Borer Galleries (Coleoptera: Buprestidae) in North Carolina. **Proceedings of the**
20 **Entomological Society of Washington**, v. 119, n. 3, p. 514-517, 2017.
- 21 BLANCHARD, E. E. Dípteros parásitos de Noctuidae argentines. **Revista de Investigación**
22 **Agrícola**, v.17, n. 2, p. 129-254, 1963.
- 23 BOTELHO, P. S. M. Quinze anos de controle biológico da *Diatraea saccharalis* utilizando
24 parasitoides. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 13, p. 255-262, 1 dez. 1992.
- 25 BUSTAMANTE-NAVARRETE, A.; OROZ-RAMOS, A. J.; YÁBAR-LANDA, E.;
26 MARQUINA-MONTESINOS, E. L.; ELME-TUMPAY, A. Primer reporte de *Dinocampus*
27 *coccinellae* schrank 1802 (Hymenoptera: Braconidae) parasitando o *Eriopsis peruviana*
28 hofmann 1970 (Coleoptera: Coccinellidae em el Perú. **Arquivos Entomológicos**, v. 17, p. 197-
29 202, 2017.
- 30 COURTNEY, G. W.; PAPE, T.; SKEVINGTON, J. H.; SINCLAIR, B. J. Biodiversity of
31 Diptera. In: FOOTITT, R.; ADLER, P. eds. **Insect Biodiversity: Science and Society**. Oxford,
32 Blackwell Publishing, 2009, p. 185-222.
- 33 **Cruz, I., D.A.N. Lima, M.L.C. Figueiredo; F.H. Valicente. 1995.** Aspectos biológicos do
34 parasitóide *Campoletis flavicincta* (Ashmead) criado em lagartas de *Spodoptera*
35 *frugiperda* (Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.24, p.201-208.
- 36 CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; GONÇALVES, E. P.; LIMA, D. A. N.; DINIZ, E. Efeito
37 da idade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) no
38 desempenho do parasitóide *Campoletis flavicincta* (Ashmead) (Hymenoptera: Ichneumonidae)
39 e consumo foliar por lagartas parasitadas e não parasitadas). **Anais da Sociedade**
40 **Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 229-234, 1997.

- 1 CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas-MG: Embrapa milho e
2 sorgo, 1995. 45p. (Circular Técnica, 21).
- 3 CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; MATOSO, M. J. **Controle biológico de *Spodoptera***
4 ***frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma***. Sete Lagoas-MG: Embrapa
5 milho e sorgo, 1999. 43 p. (Circular Técnica, 30).
- 6 CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M.L.C.; SILVA, R.B.; DEL SARTO, M.C.L.; PENTEADO-DIAS,
7 A.M. Monitoramento de parasitóides de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)
8 (Lepidoptera: Noctuidae) em municípios de Minas Gerais, Brasil. Embrapa-CNPMS, Sete
9 Lagoas, 29p., 2009. (Documentos, 92).
- 10 FERNANDES, A. P.; BORTOLOTTI, O. C.; SALGADO-NETO, G.; BUENO, A. F.
11 Parasitismo natural de *Spodoptera frugiperda* em milho. IN: **V Congresso latino-americano**
12 **de agroecologia, La Plata, Argentina 2015**. Anais Memorias del V congreso latino-americano
13 de agroecologia, p. 1-5.
- 14 FIGUEIREDO, M.L.C.; Cruz, I. Penteado-Dias, A.M.; Silva, R.B. Ocorrência do Parasitóide
15 *Chelonus insularis* no Sul de Minas Gerais Associado a Lagartas de *Spodoptera frugiperda* na
16 Cultura de Milho. VI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA 11 CONGRESSO
17 LATINO AMERICANO DE AGROECOLOGIA 09 a 12 de Novembro de 2009 - Curitiba -
18 Paraná – Brasil.
- 19 GAULD, I.D. The Ichneumonidae of Costa Rica 3. **Memoir of The American Entomological**
20 **Institute**.V.163, P. 1-453, 2000.
- 21 GODFRAY, H.C.J. **Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology**. Princeton University.
22 Press Book. Princeton, 1994, p. 473.
- 23 GONZÁLEZ-MALDONADO, M. B.; HERNÁNDEZ-ZETINA, D. A.; RUÍZ-CANCINO, E.
24 Parasitoides (Diptera: Tachinidae) of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)
25 in maize in Durango, Mexico. **Southwestern Entomologist**, v. 43, n. 1, p. 183-187, 2018.
- 26 GREENE, G. L., LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean Caterpillar: A Rearing
27 Procedure and Artificial Medium. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, n. 4, p. 487–488,
28 1976. <https://doi.org/10.1093/jee/69.4.487>
- 29 GURROLA-PÉREZ, C. C.; ÁLVAREZ-ZAGOYA, R.; HERNÁNDEZ-MENDOZA, J. L.;
30 CORREA-RAMÍREZ, M.; PÉREZ-SANTIAGO, G. Registro de *Lespesia archippivora*,
31 *Lespesia postica*, y *Archytas marmoratus* parasitando larvas de *Spodoptera frugiperda* en
32 Durango, México. **Southwestern Entomologist**, v. 43, n. 2, p. 505-510, 2018.
- 33 HUMALA, A. E.; KRUIDHOF, H. M.; WOELKE, J. B. New species of *Megastylus*
34 (Hymenoptera: Ichneumonidae: Orthocentrinae) reared from larvae of *Keroplastidae fungus*
35 gnats (Diptera) in a Dutch orchid greenhouse. **Jornal of Natural History**, v. 51, p. 83-95, 2016.
- 36 ISENHOUR, D. J. Development time, adult reproductive capability and longevite of *Campoletis*
37 *sonorensis* (Hym.: Ichneumonidae) as a parasitoid of *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidea).
38 **Annual Entomoly Society of America**. v. 79, p. 893-897, 1986.

- 1 ISENHOUR, D.J; WISEMAN, B.R. Parsitism the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae)
 2 by *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) as affect by host feeding on silks of
 3 *Zea mays c. Zapalote Chico*. **Enviromnetal entomology**, v. 18, p. 394-397, 1989
- 4 LUZ, P. M. C.; PAULA-MORAES, S. V.; LÓPEZ, J. M. P.; PUJOL-LUZ, J. R.; PENTEADO-
 5 DIAS, A. M.; SPECHT, A.; DINIZ, I. R. Parasitoid associated with of *Helicoverpa armigera*
 6 in refuge áreas of cotton, in Western Bahia, Brazil. **Ciência Rural**, v. 48, n. 1, p. 1-4, 2018.
- 7 MATOS NETO, F. C.; CRUZ, I.; ZANUNCIO, J. C.; SILVA, C. H. O.; PIKANÇO, M. C.
 8 Parasitism by *Campoletis flavicincta* on *Spodoptera frugiperda* in corn. **Pesquisa**
 9 **Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1077-1081, 2004.
- 10 MIRANDA, R. J.; SANTOS-MURGAS, A.; QUINTERO, D. A.; ABREGO, J. C. L. Insectos
 11 de hábitos parasitoides y depredadores sobre huevos de *Argiope argentata* (Fabricius, 1775)
 12 (Arachnida: Araneae) en Panamá. **Intropica**, v. 15, n. 1, p. 1-8, 2020.
- 13 MOLINA-OCHOA, J, J. J HAMM, R LEZAMA-GUTIÉRREZ, M LÓPEZ-EDWARDS, M
 14 GONZÁLEZRAMÍREZ, AND A PESCADOR-RUBIO. A survey of fall armyworm
 15 (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids in the Mexican States of Michoacán, Colima, Jalisco and
 16 Tamaulipas: **Florida Entomologist**, Gainesville v.84, p. 31-36, 2001.
- 17 MOLINA-OCHOA, J.; CARPENTER, J. E.; HEINRICHS, E. A.; FOSTER, J. E. Parasitoids
 18 and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the americas and caribbean
 19 basin: an inventory. **Florida Entomologist**, Gainesville, v.86, p. 254-289, 2003.
- 20 NIHEI, S. S.; LOPES, A. C.; DIOS, R. V. P.; GUDIN, F. M. Check-list of the Tachinidae
 21 (Diptera) of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Iheringia Série Zoologia**, v. 107, p. 1-6, 2017.
- 22 O'HARA, J. E. History of tachinid classification (Diptera, Tachinidae). **Zookeys**, v. 31, p. 1–
 23 34, 2013.
- 24 O'HARA, J. E.; SHIMA, H.; ZHANG, C. Annotated catalogue of the Tachinidae (Insecta:
 25 Diptera) of China. **Zootaxa**, v. 2190, p. 1–236, 2009.
- 26 PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**.
 27 Piracicaba: FEALQ, 2001. 134p.
- 28 PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORREA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M. **Controle**
 29 **Biológico: Terminologia**, p. 1-16. In: Controle Biologico no Brasil. Predadores e Parasitoides
 30 Editores. PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORREA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M. Sao
 31 Paulo: Manole, 2002, 635 p.
- 32 PEREIRA-COLAVITE, A.; BRAGA, I. S.; SANTOS, W. E. New records of *Albardia furcata*
 33 van der Weele, 1903 (Neuroptera, Ascalaphidae, Albardiinae) from Paraíba, with notes on a
 34 predator species. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 2, n. 1, p. 23-27,
 35 2018.
- 36 SALAS-ARAIZA, M.; GONZÁLES-MÁRQUEZ, M. A. Primer reporte de *distichona auriceps*
 37 e *Hypovoria discalis* (Diptera: Tachinidae) parasitando *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera:
 38 Noctuidae) en el estado de Guanajuato, México. **Entomologia Mexicana**, v. 4, p. 290-294,
 39 2017.

- 1 SILVA, F. M. A.; FOWLER, H. G.; LEMOS, R. N. S. Parasitismo em lagarta-do-cartucho,
2 *Spodoptera frugiperda* (Smith), na região do Triângulo Mineiro, MG. **Anais da Sociedade**
3 **Entomológica Brasileira**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 235-
4 241, Aug. 1997. <https://doi.org/10.1590/S0301-80591997000200004>
- 5 SRIKUMAR, K. K.; RANJITH, A. P.; KUMAR, B. S.; RADHAKRISHNAN, B. First host
6 record for *Dichrogaster fulvescens seminigra* Townes (Hymenoptera: Ichneumonidae,
7 Cryptinae), a parasitoid of *Mallada desjardinsi* (Navas) (Neuroptera: Chrysopidae) associated
8 with tea ecosystem. **Journal of Biological Control**, v. 29, n. 4, p. 179-182, 2015.
- 9 TOMA, R.; ROEL, A.; MIRANDA, R. First record of *Peckia (Sarcodexia) lambens*
10 (Wiedemann, 1830) (Diptera: Sarcophagidae) parasitizing *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797)
11 (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Agricultural Entomology**, v. 84, p. 1-4, 2017.
- 12 TRIPLEHORN, C.A. e JOHNSON, N.F. **Estudo Dos Insetos**. 7 Edicao de Borror and
13 Delong`S. Introduction to The Study Of Isects. Sao Paulo, Cengage, 2011 809 p.
- 14 VALICENTE, F.H.; E BARRETO, M.R. Levantamento dos inimigos naturais da lagarta do
15 cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J.S. Smith) (Lep.; Noctuidae) na Regiao de
16 Cascavel, Parana. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, v.28 (2) p. 333-337, 1999.
- 17 YU, D.S.K. ACHTERBERG, C.; HORSTMANN, K. **Taxapad 2012, Ichneumonoidea 2011**.
18 Database on flash-drive. www.taxapad.com, Ottawa, Ontario, Canada, 2012.
- 19
20
21 Conflicts of interest The authors declare no conflicts of interest.
22
23 Author contribution statement FHV contributed to the concept, design of the field trials,
24 interpretation, and manuscript preparation. CLD, JPVR, PNP, CFS, PTN, CRO, KGBB, FARD
25 contributed to data field collection and laboratory evaluations, FMA contributed to all data
26 analysis and the supplemented material.
27
28
29

1 Anexo – Fotos aéreas da área experimental

2
3

Figura 1 – Fazenda Escola da Ucdb, Campo Grande – MS, Brasil.

4
5

Figura 2 – Sítio Bom Jesus, Sidrolândia – MS, Brasil.