

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGECB

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE INIMIGOS NATURAIS NO CONTROLE
BIOLÓGICO DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

Juliana Simonato

Dourados-MS
Março/2018

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Juliana Simonato

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE INIMIGOS NATURAIS NO CONTROLE
BIOLÓGICO DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTORA EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Orientador: Dr. Harley Nonato de Oliveira
Co-orientador: Dr. José Fernando Jurca Grigolli

Dourados-MS
Março/2018

“AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE INIMIGOS NATURAIS NO CONTROLE
BIOLÓGICO DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)”

Por

JULIANA SIMONATO

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTORA EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Dr. Harley Nonato de Oliveira
Orientador/Presidente - Embrapa CPAO

Dr. José Roberto Postali Parra
Membro titular – ESALQ/USP

Dr. Aloisio Coelho Junior
Membro titular – ESALQ/USP

Dr. Crébio José Ávila
Membro titular - - Embrapa CPAO

Dr. Marcos Gino Fernandes
Membro titular - UFGD

Aprovada em: 14 de março de 2018.

Biografia da Acadêmica

Juliana Simonato, natural de São Lourenço do Oeste – Santa Catarina, nascida em 18 de agosto de 1984, filha de Heitor Luiz Simonato e Neiva Lúcia Simonato. Coursou todo o Ensino Fundamental (1995 - 1998) e Ensino Médio (1999 - 2001) na Escola Estadual Rui Barbosa no município de Formosa do Sul – SC. Graduada em Ciências Biológicas – Licenciatura, pela Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ), em Chapecó, SC, no período de 2002 - 2005. Mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), em Campo Grande, MS, no período de 2012 - 2013. No mestrado, iniciou na área de controle biológico, desenvolvendo projeto relacionado a seletividade de formulações do herbicida glifosato no percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae). De 2014 a 2018 foi aluna de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, MS, desenvolvendo projeto de pesquisa com controle biológico de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Nesse mesmo período realizou estágio no Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados MS. Também realizou estágio na Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias (2013 - 2017), no município de Maracaju, MS, onde atualmente, faz parte do quadro de funcionários da empresa, sendo responsável pelo Laboratório de Entomologia da instituição, onde são desenvolvidos trabalhos na área de entomologia agrícola e controle biológico de pragas agrícolas.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por tudo que tem feito em minha vida e por me dar o entendimento de que nada nessa vida é por acaso.

Agradeço aos meus pais, que mesmo não tendo a oportunidade de estudar sempre me ensinaram a importância do estudo em nossas vidas. Obrigada mesmo longe pela força que me deram nesses anos e por compreenderem minha ausência em muitos momentos, principalmente neste último ano que foi o mais difícil. Obrigada por acreditarem que eu seria capaz, fiz o máximo que pude para não decepcioná-los.

Muito obrigada ao meu esposo Alex, meu melhor amigo, por tanto amor e carinho. Por sempre me apoiar. Você é um grande exemplo pessoal e profissional para mim. Te amo muito! Obrigada por ter sugerido que eu iniciasse meus estudos em Controle biológico, sei que eu não poderia ter escolhido melhor caminho.

Obrigada ao meu amado filho Lucas. Que surgiu em nossas vidas no meio do doutorado, tornando o processo mais difícil e cansativo, porém com novo sentido. O pequeno Lucas e seu sorriso, capaz de apagar todo o cansaço e preocupação. Te amo muito, meu filho!

Obrigada às queridas amigas Daniele, Ana Carla, Kellen, Suelen, Angélica e Priscila, pela amizade, apoio, incentivo, pelas noites de estudo acompanhadas do sushi da Márcia rrsrs. Obrigada por me acolherem na casa de vocês enquanto eu estava cursando disciplinas e sempre que precisei de pouso em Dourados, MS.

Obrigada ao Dr. Rômulo, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, pelo auxílio com a estatística.

Agradeço aos colegas e amigos do Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste, pela amizade, ensinamentos e momentos de descontração.

Agradeço ao querido amigo Dr. Renato Roscoe, por ter aberto as portas da Fundação MS, onde iniciei como estagiária, desenvolvendo meu projeto de mestrado, e estou até hoje.

Muito obrigada ao meu orientador, Dr. Harley Nonato de Oliveira, por aceitar me orientar e por todos os ensinamentos. Sei que posso ter te decepcionado em vários sentidos com o que esperava da minha tese, mas busquei fazer o que estava ao meu alcance. Agradeço pela paciência e compreensão em todos os momentos.

Muito obrigada ao meu co-orientador Dr. José Fernando Jurca Grigolli, pela amizade, incentivo, por todos os ensinamentos, pela paciência e compreensão.

Agradeço a Dra. Mirian, pela amizade e pelo auxílio no desenvolvimento desse trabalho.

Obrigada a família Fundação MS, pela convivência e constante aprendizado.

Agradeço imensamente aos estagiários Ludmila, Lucas, Leonardo e Larissa, que me auxiliaram com as atividades do Laboratório de Entomologia da Fundação MS, nos últimos dois meses, para que eu pudesse me dedicar a redação desta tese.

Obrigada a Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da UFGD pela oportunidade de fazer parte deste programa.

Obrigada a FUNDECT pela concessão da bolsa de doutorado do Edital nº 03/2014.

E obrigada a todos que direta ou indiretamente contribuíram com esta tese.

Muito obrigada a todos!!!

“Ando devagar porque já tive pressa
Levo esse sorriso porque já chorei demais
Hoje me sinto mais forte, mais feliz, quem sabe?
Só levo a certeza de que muito pouco eu sei
Eu nada sei

Conhecer as manhas e as manhãs,
O sabor das massas e das maçãs,
É preciso amor pra poder pulsar,
É preciso paz pra poder sorrir,
É preciso a chuva para florir.

Penso que cumprir a vida seja simplesmente
Compreender a marcha e ir tocando em frente
Como um velho boiadeiro levando a boiada
Eu vou tocando os dias pela longa estrada eu vou
Estrada eu sou.

Todo mundo ama um dia todo mundo chora,
Um dia a gente chega, no outro vai embora
Cada um de nós compõe a sua história
Cada ser em si carrega o dom de ser capaz
De ser feliz.

Conhecer as manhas e as manhãs
O sabor das massas e das maçãs
É preciso amor pra poder pulsar,
É preciso paz pra poder sorrir,
É preciso a chuva para florir.

Ando devagar porque já tive pressa
E levo esse sorriso porque já chorei demais
Cada um de nós compõe a sua história,
Cada ser em si carrega o dom de ser capaz de ser feliz”

Tocando em frente
(Renato Teixeira e Almir Sater)

Dedicatória

Aos meus pais,
Ao meu esposo Alex
E ao nosso filho Lucas,
Ao meu irmão Fábio (*in memoriam*)

Sumário

Avaliação do potencial de inimigos naturais no controle biológico de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) Resumo geral/Palavras – chave	10
Evaluation of the potential of natural enemies in the biological control <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) Abstract/ key words	11
1. Introdução Geral	12
2. Revisão Bibliográfica	14
2.1 <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae)	14
2.2 <i>Podisus nigrispinus</i> (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae)	20
2.3 <i>Tetrastichus howardi</i> (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae)	23
3. Objetivo Geral	25
4. Hipóteses	25
5. Referências Bibliográficas	26
Manuscrito 1: Aspectos biológicos de <i>Podisus nigrispinus</i> (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) alimentados com <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae)	40
Manuscrito 2: Potencial de predação de <i>Podisus nigrispinus</i> (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) em <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) no campo, na cultura da soja	56
Manuscrito 3: Parasitismo e aspectos biológicos de <i>Tetrastichus howardi</i> (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas e lagartas de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae)	67
Manuscrito 4: <i>Tetrastichus howardi</i> (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) parasita pupas de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) em condições de campo, na cultura da soja?	86

Esta Tese está de acordo com as “Normas para Redação de Dissertações e Teses” do Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade da Universidade Federal da Grande Dourados.

* Formatação nas normas da ABNT 6023.

**AValiação DO POTENCIAL DE INIMIGOS NATURAIS NO CONTROLE
BIOLÓGICO DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

Resumo geral

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de soja, atingindo novos recordes de produção a cada ano. Entretanto, este aumento na produção poderá ser ameaçado devido aos problemas fitossanitários que os produtores brasileiros vêm enfrentando, especialmente a ocorrência de insetos-praga que causam danos na cultura, comprometendo a produtividade. Dentre os insetos-pragas já existentes na cultura da soja, a espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) teve seu primeiro registro na safra 2012/2013 nos campos de produção, provocando grandes prejuízos em diversas culturas. O controle biológico de *H. armigera* utilizando táticas de conservação ou de incremento dos inimigos naturais nos agroecossistemas é uma realidade que necessita ser investigada e explorada nas condições brasileiras, sendo uma ferramenta importante para o controle dessa praga. Dessa forma, associando a necessidade de estudos sobre quais são os inimigos naturais desta praga, este trabalho visa verificar o potencial do parasitoide *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae) e do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) no controle de *H. armigera*. Para isso, foi avaliado aspectos biológicos de *P. nigrispinus* alimentados com *H. armigera* em condições de laboratório, bem como foi verificado a capacidade do *P. nigrispinus* em predação de lagartas de *H. armigera* no campo, na cultura da soja. Em relação ao parasitoide *T. howardi*, foi avaliado o parasitismo em pupas e lagartas de *H. armigera*, bem como a possibilidade do parasitoide localizar e parasitar pupas de *H. armigera* em condições de campo, na cultura da soja. Os resultados encontrados neste trabalho mostram que *H. armigera* é uma presa adequada nutricionalmente, possuindo os requisitos necessários para promover o desenvolvimento e reprodução de *P. nigrispinus* de forma satisfatória, podendo ser utilizada como alimento em criações massais desse predador. Em campo, na cultura da soja, fêmeas adultas e ninfas de quinto ínstar de *P. nigrispinus* predaram 2,26 e 1,73 lagartas/dia de *H. Armigera*, respectivamente. *Tetrastichus howardi* parasitou com sucesso pupas de *H. armigera* em laboratório. O parasitismo de *H. armigera* em lagartas não foi eficiente, mas pode ocorrer. No entanto, foi observado que lagartas que foram expostas ao parasitismo apresentaram maior taxa de mortalidade, principalmente na fase de pupa, sugerindo que o efeito do parasitismo pode ter afetado negativamente essa fase. *Tetrastichus howardi* não foi capaz de localizar e parasitar pupas de *H. armigera* em condições de campo, na cultura da soja.

Palavras-chave: Parasitoide, predador, inseto-praga, soja, criação massal, aspectos biológicos

**EVALUATION OF THE POTENTIAL OF NATURAL ENEMIES IN THE
BIOLOGICAL CONTROL OF *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

General abstract

Brazil is one of the world's largest producers of soybeans, reaching new production records every year. However, this increase in production may be threatened due to the phytosanitary problems that Brazilian producers are facing, especially the occurrence of pest insects that cause crop damage, compromising productivity. Among the pest insects already present in the soybean crop, the *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) had its first registration in the 2012/2013 harvest in the fields of production, causing great damage in several crops. Biological control of *H. armigera* using conservation or incremental tactics of natural enemies in agroecosystems is a reality that needs to be investigated and explored under Brazilian conditions, being an important tool for the control this pest. This work aims to verify the potential of the parasitoid *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae) and the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) in the control of *H. armigera*. For this, biological aspects of *P. nigrispinus* fed *H. armigera* under laboratory conditions were evaluated, as well as the ability of *P. nigrispinus* to predate *H. armigera* caterpillars in the field, in the soybean crop. In relation to the *T. howardi* parasitoid, it was evaluated the parasitism in pupae and *H. armigera* caterpillars, as well as the possibility of the parasitoid to locate and parasitize *H. armigera* pupae under field conditions in the soybean crop. The results found in this work show that *H. armigera* is a nutritionally adequate prey, possessing the necessary requirements to promote the development and reproduction of *P. nigrispinus* in a satisfactory way, being able to be used as food in the mass creations of this predator. In field, in the soybean crop, adult females of *P. nigrispinus* and fifth instar nymphs predated 2,26 e 1,73 *H. armigera* caterpillars/day, respectively. *Tetrastichus howardi* successfully parasitized *H. armigera* pupae in the laboratory. The parasitism of *H. armigera* on caterpillars was not efficient, but may occur. However, it was observed that caterpillars that were exposed to parasitism showed a higher mortality rate, mainly in the pupa stage, suggesting that the parasitism effect may have negatively affected this phase. *Tetrastichus howardi* was not able to locate and parasitize pupae of *H. armigera* under field conditions in soybean culture.

Key words: Parasitoid, predator, insect-plague, soybeans, mass rearing, biological aspects

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de soja, atingindo a produção recorde de 114.041,9 milhões de toneladas na safra de 2016/2017 e segundo previsões, a produção de soja terá um aumento significativo na safra 2017/2018, constituindo em um novo recorde produtivo (CONAB, 2018). O estado de Mato Grosso do Sul é um dos maiores produtores de soja do Brasil, atingindo novo recorde de produção na safra 2016/2017, colhendo 8,49 milhões de toneladas (APROSOJA/MS, 2017).

Entretanto, este aumento na produção poderá ser ameaçado devido aos problemas fitossanitários que os produtores brasileiros vêm enfrentando, especialmente a ocorrência de insetos-praga que causam danos na cultura, comprometendo a produtividade (ÁVILA et al., 2013; CZEPAK et al., 2013b).

Dentre os insetos-pragas já existentes na cultura da soja, a espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) teve seu primeiro registro na safra 2012/2013 nos campos de produção (ÁVILA et al., 2013; CZEPAK et al., 2013a). Desde 1999, *H. armigera* era considerada praga quarentenária A1 no Brasil, sendo, em 2013, relatada a ocorrência em altas infestações no país, em diferentes estados e causando danos em várias culturas (CZEPAK et al., 2013a; SPECHT et al., 2013; TAY et al., 2013). Na safra 2012/2013 foi estimado que 46% do valor total gasto para o controle de pragas em lavouras de algodão foi visando o controle de *H. armigera*, aumentando o número de pulverizações na cultura em cerca de 10 a 15%, e isto está ligado diretamente aos ataques da lagarta e à dificuldade de seu controle (MIRANDA, 2013).

Helicoverpa armigera é uma importante praga de plantas cultivadas que ocorre em várias partes do mundo, destacando-se por apresentar características como polifagia, diapausa facultativa, grande capacidade de dispersão e adaptação em diversos ambientes, além de alto potencial reprodutivo. Dentre os principais hospedeiros desta praga estão, tomate, algodão, feijão, grão de bico, soja, amendoim, sorgo, fumo e milho, além de plantas ornamentais e hortaliças (FITT, 1989; CABI, 2014).

Condições climáticas favoráveis ao inseto associadas a um manejo inadequado contribuíram para uma explosão da praga *H. armigera* nas áreas de cultivos. O que ocasionou nos sistemas de produção, um elevado custo para o controle desta espécie, principalmente, com a utilização de inseticidas da ordem de US\$ 150 para soja, US\$112 para o milho e US\$ 450 para algodão (MAPA, 2014).

Na maioria dos países onde há ocorrência de *H. armigera*, o controle químico ainda é o mais utilizado (FATHIPOUR & SEDARATIAN, 2013). Atualmente, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, são 41 formulações, dentre produtos químicos e biológicos, registrados para o controle da praga no país, para a cultura da soja (AGROFIT/MAPA, 2018).

Devido à conscientização sobre a necessidade de manutenção da qualidade ambiental e segurança da saúde humana, os métodos de supressão de insetos-praga, tem sido fonte de preocupação da sociedade. Neste contexto, é necessário buscar um sistema de produção agrícola que contemple a sustentabilidade ambiental e que promova a biodiversidade no agroecossistema. O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é a forma que racionaliza o controle dos insetos-praga das culturas através da utilização de processos naturais e do uso racional de insumos externos. No entanto, apesar de estarem baseadas em diferentes métodos de controle, as principais táticas que são utilizadas são o controle químico e o controle biológico. Este último é uma importante estratégia que através da liberação, incremento e conservação de inimigos naturais (parasitoides, predadores e microorganismos), impede que os insetos-praga atinjam níveis capazes de causar dano econômico, tendo como principais vantagens, não deixar resíduo no ambiente, ser atóxico para o homem e ser mais específico (OLIVEIRA & ÁVILA, 2010).

O controle biológico de *H. armigera*, utilizando táticas de conservação ou de incremento dos inimigos naturais nos agroecossistemas é uma realidade que necessita ser investigada e explorada nas condições brasileiras (ÁVILA et al., 2013), sendo uma ferramenta importante para o controle de *H. armigera* (FATHIPOUR & SEDARATIAN, 2013). Inimigos naturais, como parasitoides e predadores, e entomopatógenos são componentes importantes em programas de manejo integrado de pragas (EMBRAPA, 2013; WANG et al., 2013).

Devido a importância da espécie *H. armigera*, em razão dos prejuízos que causa, é necessário o desenvolvimento de estratégias de controle fundamentadas no manejo integrado de pragas, visando a contenção dessa praga nos sistemas de produção agrícola (ÁVILA et al., 2013).

Dessa forma, associando a necessidade de estudos sobre quais são os inimigos naturais desta praga, este trabalho visa verificar o potencial do parasitoide *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) e do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) no controle de *H. armigera*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Helicoverpa armigera pertence à classe Insecta; ordem Lepidoptera; família Noctuidae; subfamília Heliothinae; gênero *Helicoverpa* Hardwicke; e espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner) (SULLIVAN & MOLET, 2007).

Devido à alta mobilidade e facilidade de dispersão dos adultos dessa espécie, bem como a capacidade de atingir altitude elevada e alcançar longas distâncias, conquistou ampla abrangência geográfica (ZALUCKI & FURLONG, 2005), estando presente em países da África, Ásia, Europa e Oceania (PEARSON, 1958; FITT, 1989).

Na América do Sul, sua ocorrência foi registrada em 2013 no Brasil (CZEPAK et al., 2013a; SPECHT et al., 2013; TAY et al., 2013) e no Paraguai (SENAVE, 2013); em 2014 na Argentina (MURÚA et al., 2014); em 2015 nos Estados Unidos (APHIS, 2015) e em 2016 no Uruguai (CASTIGLIONI et al., 2016). No entanto, devido à extensão da área infestada e a alta abundância, é provável que tenha estado presente na América do Sul durante algum tempo antes da detecção de sua ocorrência (KRITICOS et al., 2015). Há indícios da presença desta praga no Brasil, em baixo nível populacional, desde 2008 (SOSA-GÓMEZ et al., 2016).

Os primeiros registros da *H. armigera* no Brasil, foram em cultivos de soja, milho e algodão (CZEPAK et al., 2013a; GABRIEL, 2013), sendo posteriormente relatada na cultura do tomate, citros, trigo, canola, girassol, feijão, milheto, sorgo, pastagens, guandu, crotalária e nabo forrageiro, além de diferentes espécies de plantas invasoras (GUEDES et al., 2013; BUENO et al., 2014b; SALVADORI & SUZANA, 2014; PRATISSOLI et al., 2015).

Helicoverpa armigera possui desenvolvimento completo, ou seja, holometábolo, que passa pelas fases de ovo, lagarta, pupa e adulto (ALI & CHOUDHURY, 2009; ÁVILA et al., 2013). O ciclo dessa espécie, do ovo até o início da fase adulta, se dá em torno de 30 dias, variando com a alimentação e com as condições climáticas (GUEDES et al., 2013).

A espécie *H. armigera* possui elevado potencial reprodutivo, podendo ovipositar de 1.000 até 3.000 ovos, de forma isolada, sobre talos, flores, frutos e folhas, preferindo a face adaxial das folhas (EPPO, 1981; NASERI et al., 2011). Os ovos medem cerca de 0,5 mm de diâmetro e altura de 0,3 mm, com a parte apical lisa em torno da micrópila, sendo que o restante da superfície apresenta nervuras longitudinais grossas e nervuras transversais finas (ALI &

CHOUDHURY, 2009; DOLINSKAYA, 2014). Normalmente o período de desenvolvimento embrionário ocorre em três dias, entretanto, pode chegar até 11 dias em baixas temperaturas (CABI/EPPO, 1992). Quando férteis, os ovos inicialmente apresentam coloração branco-amarelada e aspecto brilhante, no segundo dia apresenta uma faixa de cor castanho-escura, e próximo à eclosão das lagartas os ovos ficam com coloração acinzentada (CZEPAK et al., 2013a,b).

O período larval é constituído por cinco a seis ínstaes, com duração de duas a três semanas (EPPO, 1981; ALI & CHOUDHURY, 2009). Nos primeiros ínstaes larvais, a coloração do corpo varia de branco-amarelada a marrom-avermelhada e da cápsula cefálica de marrom-escuro a preto. Neste período as lagartas são pouco móveis e medem de 1,4 mm a 4,0 mm. À medida que as lagartas crescem, a coloração pode variar do amarelo-palha ao verde, apresentando listras de coloração marrom lateralmente no tórax, abdômen e na cabeça (Figura 1a,b) (ALI & CHOUDHURY, 2009). No quarto ínstar, as lagartas apresentam tubérculos escuros e bem visíveis na região dorsal do primeiro segmento abdominal no formato de uma cela e o tegumento apresenta aspecto levemente coriáceo (ÁVILA et al., 2013; CZEPAK et al., 2013b). No último ínstar elas podem medir até 34 mm, e a cor varia com a alimentação (GUEDES et al., 2013). Essas características somadas à cápsula cefálica de cor parda clara, linhas finas laterais e a presença de pelos são características de *H. armigera* (MATTHEWS, 1992). Quando perturbadas, as lagartas encurvam a cápsula cefálica até o primeiro par de falsas pernas (Figura 1a) (ÁVILA et al., 2013; CZEPAK et al., 2013a,b).

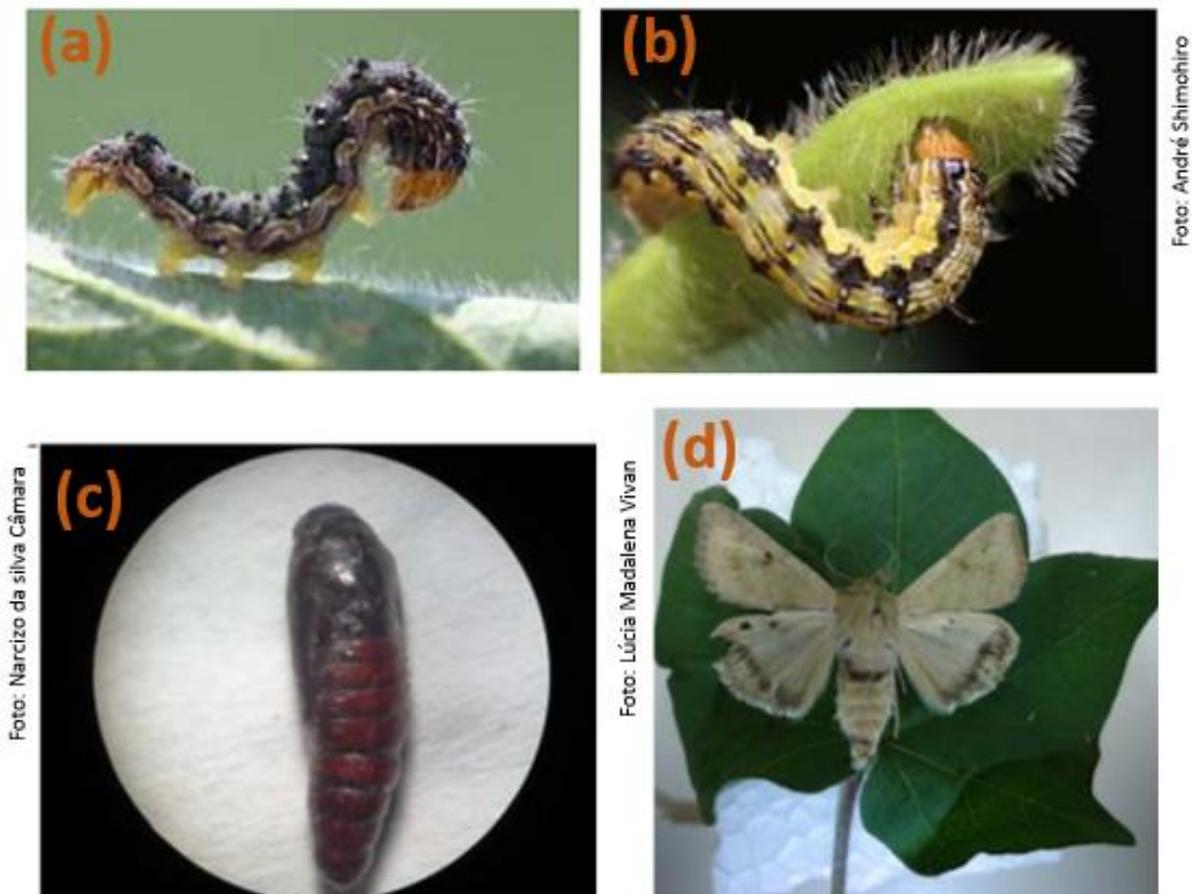


Figura 1: Lagartas (a, b), pupa (c) e adulto (d) de *Helicoverpa armigera*. (Fonte: ÁVILA et al., 2013).

As plantas hospedeiras de *H. armigera* variam nutricionalmente e têm efeito sobre seu desenvolvimento, afetando assim a dinâmica populacional da praga e refletindo no número de gerações no ano (SCHELLHORN et al., 2008), podendo ocorrer variação no período larval (14 a 21 dias) e no número de ínstaes larvais (cinco a seis). As condições climáticas também podem interferir no desenvolvimento de *H. armigera* (CABI/EPPO, 1992).

O período de pré-pupa compreende o momento em que a lagarta cessa a sua alimentação, até a fase de pupa. No início do período, apresentam coloração verde-claro, e ao final do processo de esclerotização, passam a marrom-mogno (Figura 1c) (ALI & CHOUDHURY, 2009). Possui formato fusiforme, com comprimento variando entre 12 mm a 20 mm. O período pupal varia de 10 a 14 dias (ALI & CHOUDHURY, 2009). A pupa de *H. armigera* é do tipo obtecta e ocorre no solo, podendo entrar em diapausa, de acordo com as condições climáticas (KARIM, 2000; ALI & CHOUDHURY, 2009).

Os adultos são mariposas, medindo de 30 a 45 mm de envergadura e 14 a 18 mm de comprimento. Na espécie ocorre dimorfismo sexual, sendo o macho com coloração cinza-esverdeado e a fêmea castanho-alaranjado. As margens das asas anteriores apresentam uma

linha com sete a oito manchas, logo acima uma faixa transversal irregular mais clara, e na parte central da asa pequena mancha escura em forma de vírgula. As asas posteriores são mais claras, com borda marrom escura na extremidade apical (Figura 1d) (EPPO, 1981; ÁVILA et al., 2013). A longevidade média é de 11,7 dias para fêmeas e de 9,2 dias para machos (ALI & CHOUDHURY, 2009).

Helicoverpa armigera apresenta alto potencial reprodutivo, sendo que uma fêmea pode colocar até 3.000 ovos e, dependendo das condições climáticas, podem ocorrer 2 a 11 gerações por ano (SHANOWER & ROMEIS, 1999).

Os adultos desta espécie possuem alta capacidade de dispersão, podendo chegar a 1.000 km de distância (PEDGLEY, 1985). A migração ocorre no período noturno, durante várias horas, a favor do vento e por centenas de quilômetros em apenas uma noite (FITT, 1989; FITT et al., 1995). Além disso, o comércio internacional de plantas também contribui para o transporte de *H. armigera* para diferentes regiões (LAMMERS & MACLEOD, 2007).

Helicoverpa armigera foi relatada em plantas de cerca de 180 espécies de 45 famílias, causando perdas significativas na produção de alimentos, grãos, fibras e plantas ornamentais, em diferentes regiões do mundo (FITT, 1989; SRIVASTAVA et al., 2010; CUNNINGHAM & ZALUCKI, 2014).

Essa espécie é motivo de grande preocupação, principalmente, pelo fato do inseto na fase de lagarta se alimentar preferencialmente pelas estruturas reprodutivas das plantas, como inflorescências, frutos, maçãs (algodão) espigas e sementes, causando deformação, podridão ou queda da estrutura reprodutiva. Os custos anuais em razão das perdas de produção e do controle da lagarta *H. armigera* chegam a US\$ 5 bilhões de dólares em todo o mundo (LAMMERS & MACLEOD, 2007; ÁVILA et al., 2013).

Nas regiões semiáridas da Europa, a perda anual nas culturas chega a US\$ 2 bilhões de dólares e US\$ 530 milhões são gastos com inseticidas aplicados para o controle da praga (SHARMA et al., 2008; ÁVILA et al., 2013). Na Austrália, espécies do gênero *Helicoverpa* são consideradas as principais pragas nos cultivos, sendo que na cultura do algodão o custo total com controle e perda de produção atingia a US\$ 324 milhões ao ano antes do advento da transgenia (ADAMSON & DAVIS, 1997). Na Índia, *H. armigera* ocorre como principal praga em muitas culturas, incluindo algodão, grão-de-bico, tomate e quiabo, ocasionando prejuízos anuais no valor de US\$1 bilhão (SUBRAMANIAN & MOHANKUMAR, 2006). Na Espanha, *H. armigera* também é considerada espécie devastadora nos cultivos de tomate industrial (ARNÓ et al., 1999).

No Brasil, na safra 2011/2012 foi registrado um surto de *H. armigera* na região oeste da Bahia, em culturas convencionais e transgênicas de soja, milho e especialmente do algodoeiro, quando foram constatadas perdas de até 80% da produção nessa cultura, segundo relato dos produtores. Posteriormente, na safra de 2012/2013, foi detectada a ocorrência de *H. armigera* nos cultivos de soja irrigada, algodão e feijão, o que, de acordo com os produtores, gerou prejuízos de R\$ 140,00 por hectare, além da necessidade de aplicações extras de inseticidas para o seu controle (ÁVILA et al., 2013).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) visa a integração de diversas táticas para otimizar o controle de todas as classes de pragas de uma maneira sustentável e economicamente compatível (PROKOPY & KOGAN, 2003). Nesse sentido, o MIP representa um componente chave para a manutenção de um sistema agrícola equilibrado e capaz de satisfazer as necessidades de produção de alimento de um país, sem ocasionar indevidamente prejuízos à base de um ecossistema (HOKKANEN, 2015).

O manejo das populações de *H. armigera* ainda é um grande desafio para os agricultores brasileiros, pelas poucas informações disponíveis sobre os produtos químicos e o controle biológico desta praga no Brasil (GRIGOLLI, et al., 2016).

Dessa forma, a correta identificação e o monitoramento de ovos, lagartas, pupas e adultos de *H. armigera* é primordial para a implementação com êxito das estratégias de manejo dessa praga, sendo a base para a tomada de decisão apropriada, tanto na determinação do nível populacional quanto na escolha do método de controle adequado e da frequência da sua implementação (ÁVILA et al., 2013; FATHIPOUR & SEDARATIAN, 2013). Adultos de *H. armigera* podem ser monitorados com o uso de armadilhas luminosas e também com armadilhas iscadas com o seu feromônio sexual. O feromônio sexual de *H. armigera* pode ser também utilizado como estratégia de controle, causando confusão nos machos (ÁVILA et al., 2013; CZEPAK et al., 2013b).

Uma das bases do MIP é o uso de plantas resistentes, transgênicas ou não, sendo uma alternativa promissora no controle de *H. armigera*. No entanto, áreas de refúgio deverão ser plantadas para que não ocorra o desenvolvimento de resistência dos insetos, prolongando assim, o uso dessa tecnologia (ÁVILA et al., 2013).

Considerando-se que *H. armigera* apresenta ampla distribuição geográfica, polifagia e grande capacidade de dispersão, as estratégias a serem utilizadas devem abranger grandes áreas para atingir melhor eficácia no controle do inseto. A época de plantio representa uma das principais táticas de controle cultural que compõe o MIP, e recomenda efetuar a semeadura das culturas agrícolas no menor espaço de tempo possível, havendo assim, um período sem a

presença de plantas hospedeiras de *H. armigera*, o que permite a definição de um período de vazio sanitário comum para todas as culturas, reduzindo a disponibilidade contínua de alimento ao inseto (ÁVILA et al., 2013).

O método de controle com o uso de inseticidas químicos tem sido amplamente utilizado para controlar *H. armigera*, geralmente por ser a forma mais econômica e de ação mais rápida. A utilização de inseticidas no tratamento de sementes visando o controle de pragas iniciais que ocorrem nas culturas é uma estratégia complementar do MIP, permitindo a redução do número de pulverizações foliares nos estágios iniciais das plantações. Outra importante ferramenta de controle, é retardar ao máximo a primeira aplicação de inseticida e, somado a isso, utilizar sempre produtos seletivos aos inimigos naturais. Essas ações de manejo permitirão o estabelecimento inicial dos inimigos naturais (predadores e parasitoides) no agroecossistema, proporcionando reflexos positivos nos estádios mais avançados das culturas, em razão da manutenção do equilíbrio biológico (ÁVILA et al., 2013).

Entre as táticas de controle do MIP, o controle biológico é uma importante ferramenta no manejo de *H. armigera*, principalmente porque pode ser associado a outros tipos de controle, sendo baseado na utilização de predadores, parasitoides e entomopatógenos para o controle de pragas (FATHIPOUR & SEDARATIAN, 2013; CABI, 2014).

Os principais parasitoides associados ao controle biológico de *H. armigera* pertencem às famílias Braconidae (LI et al., 2006; THANAVENDAN & JEYARANI, 2010), Platygasteridae (DUARTE et al., 2006), Ichneumonidae (ZHANG et al., 2006; MIRONIDIS & SAVOPOULOU-SOULTANI, 2009), Trichogrammatidae (HUANG & GORDH, 1998; JARJEES & MERRITT, 2004; DAVIES et al., 2011; KRISHNAMOORTHY, 2012), Tachinidae (OBOPILE & MOSINKIE, 2007; WALKER, 2011; JADHAV & ARMES, 2013; GUERRA et al., 2014) e Eulophidae (OLIVEIRA et al., 2016).

No Brasil, foi registrado a ocorrência natural em lagartas de *H. armigera* dos parasitoides *Archytas marmoratus* Townsend (Diptera: Tachinidae) (GUERRA et al., 2014), e de *Campoletis sonorensis* (Cameron, 1886) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Archytas marmoratus* e *Archytas incertus* (Macquart, 1851) (Diptera: Tachinidae) associados a *H. armigera* (Hübner, 1809) (Lepidoptera: Noctuidae), em que a taxa de parasitismo larval foi superior a 41% em áreas de refúgio estruturado de algodão, sem uso de inseticidas químicos (LUZ et al., 2018).

Dentre os parasitoides de ovos utilizados em vários países para o controle de lepidópteros, incluindo *H. armigera*, os mais comercializados são espécies do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (SMITH, 1996; VAN LENTEREN, 2003;

MILLS, 2010). Bioinseticidas à base da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* e de vírus também são utilizados na agricultura para o controle de lepidópteros (ROH et al., 2007; BRAVO et al., 2011; FATHIPOUR & SEDARATIAN, 2013), sendo esses bioinseticidas registrados para o controle de *H. armigera*, não apenas no Brasil, mas em vários países (ARRIZUBIETA et al., 2016).

Além dos parasitoides de ovos, podemos encontrar nos agroecossistemas outros inimigos naturais, como insetos predadores de lagartas e parasitoides de pupas. *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) é uma espécie asiática e é amplamente distribuído do norte da Austrália e norte da China e do Paquistão Ocidental (LA SALLE & POLASZEK, 2007), foi introduzido a partir das Filipinas para a África do Sul para o controle biológico da broca da haste *Chilo partellus* (Swinhoe, 1885) (Lepidoptera: Pyralidae) (KFIR et al., 1993).

No Brasil, os primeiros registros de *T. howardi* foram parasitando *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar (VARGAS et al., 2011) e em milho (CRUZ et al., 2011). *Tetrastichus howardi* são parasitoides que indicam um bom potencial de utilização no controle biológico de *H. armigera*, pois possuem capacidade de parasitar e se desenvolver nos estágios de lagarta e pupa, como foi verificado por Vargas et al. (2011), sob *D. saccharalis*.

Dentre os insetos predadores, o percevejo *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) é importante no MIP de diversas culturas, tais como soja, milho, sorgo, algodão, eucalipto, tomate, entre outras, atuando como agente de controle biológico de diferentes espécies de lagartas desfolhadoras (ZANUNCIO et al., 1994, OLIVEIRA et al., 1999; VIVIAN et al., 2002), sendo uma das espécies mais comuns na região Neotropical (ZANUNCIO et al., 1994). Após alguns anos de pesquisas com pentatomídeos predadores, conseguiu-se elevar o status desse grupo a potenciais agentes de controle biológico de pragas no Brasil (ZANUNCIO et al., 2002).

2.2 *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

Espécies da família Pentatomidae, sub-família Asopinae, apresentam um grande potencial de regulação biótica de insetos pragas (MAGISTRALI et al., 2014). Esse potencial se deve ao crescente interesse sobre esses organismos como agentes de controle biológico de

insetos-pragas no Brasil (HOLTZ et al., 2009; ALMEIDA et al., 2011; MAGISTRALI et al., 2014) o que segue uma tendência mundial (DE CLERCQ, 2000).

Espécies do gênero *Podisus* apresentam hábito alimentar generalista, sendo registradas em várias culturas alimentando-se preferencialmente de lagartas de lepidópteros (OLIVEIRA et al., 1999). O percevejo predador *Podisus nigrispinus* é a espécie da sub-família Asopinae com maior ocorrência no Brasil, sendo encontrada naturalmente em ecossistemas agrícolas e florestais, predando lagartas-desfolhadoras, além de larvas e pupas de coleópteros e ninfas e adultos de percevejos fitófagos (OLIVEIRA et al., 2008; MOURA e GRAZIA, 2011).

O ciclo de vida desta espécie compreende as seguintes fases de desenvolvimento: ovo, cinco estádios ninfais e a fase adulta. Os três primeiros ínstaras ninfais têm duração média de três dias cada e o quarto e quinto possuem duração média de quatro dias (GRAZIA et al., 1985; TORRES et al., 2006). Sendo assim, o período de desenvolvimento que compreende desde a eclosão das ninfas até a emergência dos adultos é em torno de 17 a 20 dias, enquanto que para o desenvolvimento completo do inseto, desde a oviposição até a emergência do adulto, tem duração de 18 a 30 dias, sendo que a variabilidade de cada etapa do desenvolvimento depende de fatores nutricionais e ambientais (TORRES et al., 2006; BUENO et al., 2014a).

Ao eclodir, as ninfas apresentam coloração marrom-escuro, com forma corporal arredondada, medindo aproximadamente 1,4 mm de comprimento por 1 mm de largura. Nesse estádio as ninfas não se alimentam, permanecendo agregadas por aproximadamente um dia, e após esse período, passam a se alimentar de alguma fonte de umidade. No segundo ínstar, as ninfas dessa espécie iniciam a busca por presas para sua alimentação, forrageando a área. Nessa fase, as ninfas apresentam as mesmas características morfológicas das ninfas de primeiro ínstar, com um aumento no tamanho corporal para 2,5 mm de comprimento e 1,7 mm de largura (TORRES et al., 2006).

A diferenciação entre o primeiro e o segundo estádios ninfais é muito difícil a olho nu em razão do tamanho diminuto dos insetos, sendo a presença da exúvia (exoesqueleto velho) um indicativo dessa mudança, em criações de laboratório. Por outro lado, no terceiro, quarto e quinto estádios, o abdômen de *P. nigrispinus* apresenta coloração avermelhada com pequenas faixas escuras medianas e laterais no corpo, que pode ajudar a diferenciar essas fases (Figura 2a) (TORRES et al., 2006; BUENO et al., 2014a).



J.J. da Silva

Figura 2. Ninfa (a) e adulto (b) de *Podisus sp.* se alimentando de lagarta *Anticarsia gemmatilis*. (Fonte: BUENO et al., 2014a).

Os percevejos adultos de *P. nigrispinus*, apresentam longevidade de 30 a 38 dias e se diferenciam das ninfas por apresentarem o hemiélitro (asa) formado, cobrindo e protegendo o abdômen, e o escutelo definido e triangular. O pronoto destes insetos apresenta projeções laterais (espinhos), a qual é comum a todas as espécies da subfamília Asopinae (Figura 2b). Existe nesta espécie dimorfismo sexual, sendo as fêmeas usualmente maiores (10 a 12 mm) podendo apresentar colorações esverdeado-pálida ou marrom-avermelhada e os machos menores (8,5 a 10 mm), possuindo coloração esverdeada (TORRES et al., 2006). Seus pesos variam de 45 a 140 mg e de 35 a 100 mg, respectivamente para machos e fêmeas (VIVAN et al., 2003).

Fêmeas adultas podem ovipositar cerca de 25 a 40 ovos por postura. Porém, há relatos na literatura de posturas menores (1 a 30 ovos/massa). Quando recém ovipositados, os ovos apresentam coloração esbranquiçada, e com o passar dos dias, coloração acinzentada, tornando-se avermelhados próximo a eclosão das ninfas. As fêmeas chegam a ovipositar 300 ovos durante o seu ciclo de vida (GRAZIA et al., 1985; TORRES et al., 2006).

Os percevejos *P. nigrispinus* são insetos polívoros e, também, onívoros. Sendo assim, na ausência de presas eles podem se alimentar de substratos vegetais (EVANGELISTA JÚNIOR et al., 2004). O hábito alimentar destes insetos de comer pragas secundárias e substratos vegetais faz com que eles se mantenham até que as pragas-chave surjam na lavoura (ZANUNCIO et al., 1997).

Embora muitos percevejos predadores sejam generalistas e se alimentem de vários tipos de presas no laboratório, eles apresentam melhor performance com determinadas presas,

obtendo capacidade reprodutiva diferenciada em função do tipo de alimento que receberam durante a fase ninfal (ZANUNCIO et al. 1997, DE CLERCQ, 2000).

2.3 *Tetrastichus howardi* (OLLIFF, 1893) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)

A ordem Hymenoptera se destaca como o grupo taxonômico com maior número de inimigos naturais mais utilizados. Parasitoides são importantes reguladores populacionais de insetos e se destacam como o principal grupo de inimigos naturais em sistemas agrícolas (PANIZZI & PARRA, 2009), principalmente devido a especificidade e facilidade de criação (PARRA, 2002; VAN LENTEREN, 2012).

Espécies da família Eulophidae se destacam entre os himenópteros agentes de controle biológico. Tetrastichinae é a maior subfamília de Eulophidae, que incluem parasitoides de hospedeiros pertencentes a mais de 100 famílias de insetos de diferentes ordens (LA SALLE, 1994), sendo o gênero *Tetrastichus* considerado um dos maiores da subfamília Tetrastichinae com ocorrência em todos os continentes (GRAHAM, 1991; LA SALLE & POLASZEK, 2007).

Dentre as espécies deste grupo, *Tetrastichus howardi* é um endoparasitoide pupal e larval, de hábito gregário, sendo um parasitoide primário ou hiperparasitoide facultativo, que se encontra associado com um grande número de espécies de lepidópteros pragas de culturas importantes (BAITHA et al., 2004; KARINDAH et al., 2005; PRASAD et al., 2007; LA SALLE & POLASZEK, 2007; CRUZ et al., 2011; VARGAS et al., 2011).

A identificação da espécie *T. howardi* pode ser feita por duas características: uma seta dorsal na veia submarginal e uma carena em forma de “Y” invertido no propódeo. Os adultos dessa espécie apresentam coloração preta, com brilho metálico. Nas antenas das fêmeas, o escapo é claro, em contraste com o pedicelo, funículo e clava escuros. Já nos machos as antenas apresentam escapo, pedicelo e funículo claros (KFIR et al., 1993).

As fêmeas desse parasitoide, quando virgens, se reproduzem por partenogênese arrenótoca, ou seja, o óvulo se desenvolve sem ter sido fecundado pelo gameta masculino, dando origem apenas a descendentes machos (KFIR et al., 1993) e no caso de reprodução sexuada, a proporção é de um macho para 15,2 fêmeas (MOORE & KFIR, 1995). Após a introdução dos ovos pela fêmea de *T. howardi* no hospedeiro, o parasitoide passa por três estágios larvais, estágio de pupa e ocorre a emergência dos adultos, tendo esse ciclo, duração entre 14 a 16 dias, aproximadamente, à 25°C (GONZÁLEZ, 2004) (Figura a, b).

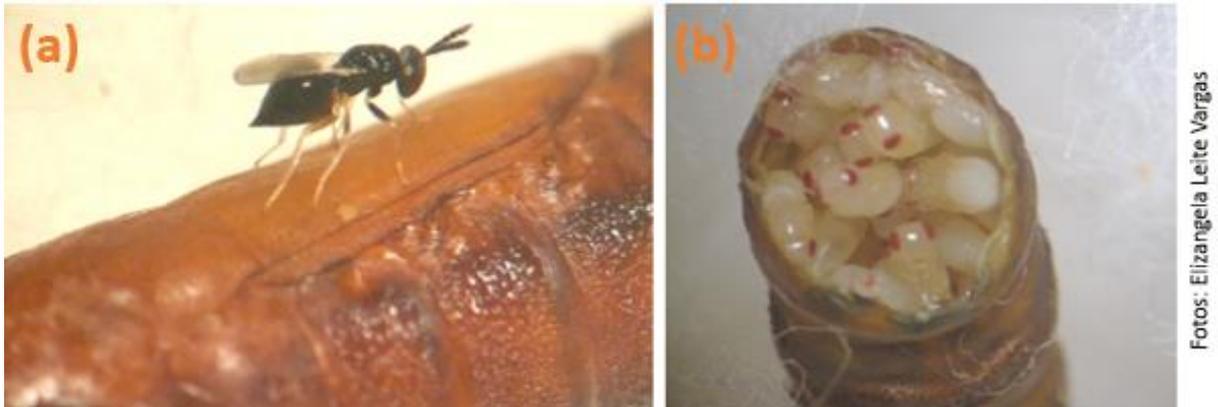


Figura 3. Fêmea (a) e imaturos (b) de *Tetrastichus howardi* em pupas de *Diatraea saccharalis*. (Fonte: VARGAS, 2013).

No Brasil, há relatos de pupas de *D. saccharalis* parasitadas por *T. howardi* na cultura do milho (CRUZ et al., 2011) e cana-de-açúcar (VARGAS et al., 2011). Relata-se também o parasitismo de lagarta de *D. saccharalis* em condições de laboratório (VARGAS et al., 2011) e de pupas de *H. armigera* em laboratório (OLIVEIRA et. al., 2016). O parasitoide *T. howardi* também foi encontrado parasitando *P. xylostella* no Estado de Pernambuco (SILVA-TORRES et al., 2010) e pode ser multiplicado no hospedeiro alternativo *T. molitor* (OLIVEIRA, 2013).

Nesse sentido, é de suma importância investigar a biologia reprodutiva de parasitoides para aprimorar as técnicas de multiplicação e viabilizar os custos de produção de inimigos naturais em laboratório (PEREIRA et al., 2009; FAVERO et al., 2013).

3. OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial do parasitoide *T. howardi* e do predador *P. nigrispinus* no controle de *H. armigera*

4. HIPÓTESES

- *Podisus nigrispinus* preda *H. armigera*, em laboratório, completando seu desenvolvimento satisfatoriamente.

- *Podisus nigrispinus* possui potencial de preda lagartas de *H. armigera* em campo, em plantas de soja.

- O parasitoide *T. howardi* é capaz de parasitar e se desenvolver em lagartas de diferentes instares e pupas de *H. armigera*, em laboratório.

- *Tetrastichus howardi* consegue localizar e parasitar pupas de *H. armigera* em campo, na cultura de soja.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMSON, D.; DAVIS, E. An economic estimate of *Helicoverpa*'s effect on Australian agricultural production. Brisbane: **Cooperative Research Centre for Tropical Pest Management**, p. 28, 1997.

AGROFIT/MAPA. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Coordenação Geral de Agrotóxicos e Afins. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 fev. 2018.

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

ALMEIDA, G. A.; FADINI, M. A. M.; ZANUNCIO, J. C.; ANDRADE, G. S. Phytophagy on eucalyptus plants increases the development and reproduction of the predator *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, p. 231-235, 2011.

APHIS. **Animal and Plant Health Inspection Service**. For information and action, 2015. Disponível em: <https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/owb/downloads/DA-2015-43.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.

APROSOJA/MS. **Associação dos produtores de soja de Mato Grosso do Sul**. Produção de soja é recorde em Mato Grosso do Sul. 2017. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Soja/noticia/2017/04/producao-de-soja-e-recorde-em-mato-grosso-do-sul.html>>. Acesso em: 4 fev. 2018.

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

ARRIZUBIETA, R.; SIMON, O.; TORRES-VILA, L. M.; MENDIOLA, J.; MEXIA, A.; CABELLERO, P.; WILLINAS, T. Insecticidal efficacy and persistence of a co-occluded binary

mixture of *Helicoverpa armigera* nucleopolyhedrovirus (HearNPV) variants in protects in protected and field-grown tomato crops on the Iberian Peninsula. **Pest Management Science**, West Sussex, v. 72, n. 4, p. 660-670, 2016.

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

BAITHA, A.; JALALI, S.K.; RABINDRA, R.J.; VENKATESAN, T.; RAO, N.S. Parasitizing efficiency of the pupal parasitoid, *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae) on *Chilo partellus* (Swinhoe) at different exposure periods. **Journal of Biological Control**, v. 18, p. 65-68, 2004.

BRAVO, A.; LIKITVIVATANAVONG, S.; GILL, S.S.; SOBERÓN, M. *Bacillus thuringiensis*: a story of a successful bioinsecticide. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 41, p. 423-431, 2011.

BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (EMBRAPA). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**, p. 505-508, 2014a.

BUENO, R. C. O. F.; YAMAMOTO, P. T.; CARVALHO, M. M.; BUENO, N. M. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) on citrus in the state of Sao Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, p. 520-523, 2014b.

CABI. **Crop Protection Compendium**. *Helicoverpa armigera*. 2014. Disponível em: <<http://www.cabi.org/cpc/datasheet/26757>>. Acesso em 15 dez. 2016.

CABI; EPPO - Centre for Agriculture and Biosciences International; European and Mediterranean Plant Protection Organization. *Helicoverpa armigera* Bulletin, **Data Sheets on Quarantine Pests**, Paris, n. 110, p. 159-164, 1992.

CASTIGLIONI, E.; CLÉRISON, R. P.; CHIARAVALLE, W.; JONAS, A. A.; UGALDE, G.; JERSON, V. C. G. Primer registro de ocurrencia de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) en soja, en Uruguay. **Agrociencia**, Montevideo, v. 20, n. 1, p.31-35, 2016.

CONAB. 2018. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos: Safra 2016/2017: Décimo primeiro levantamento**, agosto de 2017. Brasília, DF, p. 164, Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_10_11_27_12_boletim_graos_agosto_2017.pdf> Acesso em: 23/01/2018.

CRUZ, I.; REDOAN, A. C.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L.C.; PENTEADO-DIAS, A. M. New record of *Tetrastichus howardi* (Olliff) as a parasitoid of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) on maize. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 2, p. 252-254, 2011.

CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P. Understanding Heliothine (Lepidoptera: Heliiothinae) pests: what is a host plant? **Journal of Economic Entomology**, Cary, v.107, n. 3, p. 881–896, 2014.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 10-13, jan./mar. 2013a.

CZEPAK, C.; VIVAN, L. M.; ALBERNAZ, K. C. Praga da vez. **Cultivar: grandes culturas**, Pelotas, ano 15, n. 167, p. 20-27, 2013b.

DAVIES, A. P.; PUFKE, U. S.; ZALUCKI, M. P. Spatio-temporal variation in *Helicoverpa* egg parasitism by *Trichogramma* in a tropical Bt-transgenic cotton landscape. **Agricultural and Forest Entomology**, West Sussex, v. 13, n. 3, p. 247-258, 2011.

DE CLERCQ, P. Predaceous stinkbugs (Pentatomidae: Asopinae). In: SCHAEFER, C. W.; PANIZZI, A. R. (Ed.). **Heteroptera of economic importance**. Cambridge: Cambridge University, p. 737-789, 2000.

DOLINSKAYA, I. V. Egg Morphology of some Noctuidae (Lepidoptera). **Vestnik zoologii**, Kiev, v. 48, p. 353-364, 2014.

DUARTE, S.; GONÇALVES, C. I.; FIGUEIREDO, E.; QUARTAU, J. A.; MEXIA, A.; AMARO, F. Viability of rearing *Telenomus* sp. (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), under laboratory conditions. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v. 32, n. 4, p. 513-521, 2006.

EMBRAPA. **Ações emergenciais propostas pela Embrapa para o manejo integrado de *Helicoverpa* spp. em áreas agrícolas.** 19 p. 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/ALERTA-HELICOVERPA>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION (EPPO). **Data sheets on quarantine organisms n° 110: *Helicoverpa armigera*.** Paris: EPPO, 1981. (Bulletin, 11).

EVANGELISTA JUNIOR, W.S.; GONDIM JUNIOR, M.G.C.; TORRES, J.B.; MARQUES, E.J. Fitofagia de *Podisus nigrispinus* em algodoeiro e plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 413-420, 2004.

FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated Management of *Helicoverpa armigera* in Soybean Cropping Systems. In: EL-SHEMY, H. (Ed.). **Soybean - Pest Resistance**. Cairo: InTech, p. 231-280, 2013.

FAVERO, K.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; OLIVEIRA, H. N. de.; COSTA, D. P.; ZANUNCIO, J. C. Biological characteristics of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) are influenced by the number of females exposed per pupa of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Florida Entomologist**, v. 96, p. 583-22 589, 2013.

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

FITT, G. P.; DILLON, M. L.; HAMILTON, J. G. Spatial dynamics of *Helicoverpa* populations in Australia: simulation modelling and empirical studies of adult movement. **Computers and electronics in agriculture**, v. 13, n. 2, p. 177–192, 1995.

GABRIEL, D. **Lagarta *Helicoverpa*: mais um sério problema**. São Paulo: Instituto biológico, 2013. (Instituto Biológico. Comunicado Técnico, 186). Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=186>. Acesso em 10 jan. 2018.

GONZÁLEZ, J.F.A. **Estudios bioecológicos, reproducción artificial y liberación de *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoide pupal de *Diatraea saccharalis* (Fab.) en Cuba**. 2004. 176 f. Tese (Doctor en Ciencias Agrícolas) – Universidad Central de Las Villas, Santa Clara - Cuba.

GRAHAM, M. W. R. de V. A reclassification of the European Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae): revision of the remaining genera. **Memoirs of the American Entomological Institute**. v. 49, n. 10, p. 1-322, 1991.

GRAZIA, J.; DEL VECCHIO, M.C.; HILDEBRAND, R. Estudo das ninfas de heterópteros predadores: I. *Podisus connexivus* Bergroth 1891 (Pentatomidae, Asopinae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.14, p. 301-313, 1985.

GRIGOLLI, J. F. J.; ÁVILA, C. J.; OLIVEIRA, H. N.; TOMQUELSKI, G. V. SANTOS, V. Mapping the occurrence and density of *Helicoverpa armigera* (Hbner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Journal of Entomology and Nematology**, v. 8, p. 28-33, 2016.

GUEDES, J. V. C.; ARNEMANN, J. A.; PERINI, C. R.; ARRUÈ, A.; ROHRIG, A. Manejar ou perder. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 176, p. 12-16, 2013.

GUERRA, W. D., GUERRA, A. L. L. D.; RIBAS, L. N.; GONÇALVES, R. M.; MASTRANGELO, T. Molecular identification of a parasitic fly (Diptera: Tachinidae) from the introduced *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Entomology, Ornithology & Herpetology**, Los Angeles, v. 3, p. 1-4, 2014.

HOKKANEN, H. M. T. Integrated pest management at the crossroads: Science, politics, or business (as usual)? **Arthropod-Plant Interactions**, Dordrecht, v. 9, p. 543-545, 2015.

HOLTZ, A. M.; ALMEIDA, G. D.; FADINI, M. A. M.; ZANUNCIO-JÚNIOR, J. S.; ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C. Survival and Reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae): Effects of Prey Scarcity and Plant Feeding. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 69, n. 3, p. 468-472, 2009.

HUANG, K.; GORDH, G. Does *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae) use kairomones to recognize eggs of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)? **Australian Journal of Entomology**, Richmond, v. 37, p. 269-274, 1998.

JADHAV, D. R.; ARMES, N. J. Diapause in two tachinid (Diptera: Tachinidae) parasitoids of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Southern India. **Asian Journal of Agricultural Sciences**, Reading, v. 5, n. 6, p. 118-125, 2013.

JARJEES, E. A.; MERRITT, D. J. The effect of parasitization by *Trichogramma australicum* on *Helicoverpa armigera* host eggs and embryos. **Journal of Invertebrate Pathology**, Maryland Heights, v. 85, n. 1, p. 1-8, 2004.

KARIM, S. Management of *Helicoverpa armigera*: a review and prospectus for Pakistan. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 3, n. 8, p.1213-1222, 2000.

KARINDAH, S.; SULTANTO, E.S.; SULISTYOWATI, L. Parasitoid larva-pupa *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) pada *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) di pertanaman kubis kota batu dan kabupaten malang. **Jurnal Entomologi Indonesia**, v. 2, p. 61- 68, 2005.

KFIR R, GOUWS J & MOORE SD. Biology of *Tetrastichus howardi* (Olliff) a facultative hyperparasite of stem borers. **Biocontrol Science and Technology** 3, 149-159, 1993.

KRISHNAMOORTHY, A. Exploitation of egg parasitoids for control of potential pests in vegetable ecosystems in India. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 3, n. 1, p. 1-15, 2012.

KRITICOS, D. J.; OTA, N.; HUTCHISON, W. D.; BEDDOW, J.; WALSH, T.; TAY, W. T.; BORCHERT, D. M.; PAULA-MOREAS, S. V.; CZEPAK, C.; ZALUCKI, M. P. The potential distribution of invading *Helicoverpa armigera* in North America: is it just a matter of time? **PLoS ONE**, San Francisco, 2015.

LAMMERS, J. W.; MACLEOD, A. Report of a Pest Risk Analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). **Plant Protection Service and Central Science Laboratory**, European Union, 18p, 2007.

LA SALLE, J. North American genera of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae). **Journal of Natural History**, v. 28, p. 109-236, 1994.

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

LI, J.; YAN, F.; COUDRON, T. A.; PAN, W.; ZHANG, X.; LIU, X.; ZHANG, Q. Field release of the parasitoid *Microplitis mediator* (Hymenoptera: Braconidae) for control of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton fields in Northwestern China's Xinjiang province. **Environmental Entomology**, Cary, v. 35, n. 3, p. 694-699, 2006.

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

MAGISTRALI, I. C.; COSTA, E. C.; MACHADO, L. M.; NADAI, J. Novos registros de Asopinae (Pentatomidae) predadores de lagartas *Nystalea nyseus* (Cramer, 1775) (Lepidoptera: Notodontidae). **Revista Biotemas**, Santa Catarina, v. 27, n. 2, p. 209–212, 2014.

MAPA, Programa de supressão da *Helicoverpa armigera*. 2014. 13p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/PROGRAMA%20SUPRESSAO%20BAHIA%202013%20-%20MAPA%20_2_.pdf> Acesso em: 20 mar. 2014.

MATTHEWS, M. Classification of the Heliothinae. **Bulletin of the Natural Resources Institute**, Chatham, v. 82, p. 287-291, 1992.

MILLS, N. Egg parasitoids in biological control and integrated pest management. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.) **Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, p. 389-412, 2010.

MIRANDA, J. E. Perdas por Pragas e Impacto Sobre o Custo de Produção do Algodão Brasileiro nas Safras 2011/2012 e 2012/2013. 9º Congresso Brasileiro do Algodão. **Embrapa Algodão**, Núcleo do Cerrado, p. 2, 2013.

MIRONIDIS, G. K.; SAVOPOULOU-SOULTANI, M. Development, survival and growth rate of the *Hyposoter didymator-Helicoverpa armigera* parasitoid-host system: effect of host instar at parasitism. **Biological Control**, Maryland Heights, v. 49, n. 1, p. 58-67, 2009.

MOORE, S.D.; KFIR, R. Aspects of the biology of the parasitoid, *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae). **Journal of African Zoology** 109: 455-466, 1995.

MOURA, L.A. & GRAZIA, J. Record of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) preying on *Metrogaleruca obscura* Degeer (Coleoptera: Chrysomelidae). **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 619-621, 2011.

MURÚA, M. G.; SCALORA, F. S.; NAVARRO, F. R.; CAZADO, L. E.; CASMUZ, A.; VILLAGRÁN, M. E.; LOBOS, E.; GASTAMINZA, G. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 97, n. 2, p. 854-856, 2014.

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

OBOPILE, M.; MOSINKIE, K. T. Integrated pest management for African bollworm *Helicoverpa armigera* (Hübner) in Botswana: review of past research and future perspectives. **Journal of Agricultural, Food, and Environmental Science**, Saint Cloud, v. 1, p. 1-9, 2007.

OLIVEIRA, H.N.; ZANUNCIO, J.C.; SOSSAI, M.F.; PRATISSOLI, D. Body weight increment of *Podisus nigrispinus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Brenesia**, v.51, p.77-83, 1999.

OLIVEIRA, J. E. M.; DE BORTOLI, S. A.; MIRANDA, J. E.; TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C. Predação por *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: pentatomidae) sob efeito da densidade de *Alabama argillacea* (Lepidoptera: noctuidae) e idades do algodoeiro. **Científica**, Jaboticabal, v.36, n.1, p. 1-9, 2008.

OLIVEIRA, H. N.; ÁVILA, C. J. Controle biológico de pragas no Centro-Oeste brasileiro. In: **G. Bio: Revista de Controle Biológico**, p. 11-13, abr. 2010.

OLIVEIRA, F.G. Multiplicação de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). 2013. 63f. **Dissertação** (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da GrandeDourados, Dourados-MS.

OLIVEIRA, H. N.; SIMONATO, J.; GLAESER, D. F.; PEREIRA, F. F. Parasitism of *Helicoverpa armigera* pupae (Lepidoptera: Noctuidae) by *Tetrastichus howardi* and *Trichospinus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 111-115, 2016.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o 31 manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1164 32 p., 2009.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; PASTORI, P. L.; RAMALHO, F. S. Reproductive performance of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera; Eulophidae) with previously refrigerated pupae of *Bombyx mori* (Lepidoptera; Bombycidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 3, p. 865-869, 2009.

PARRA, J.R.P. Criação massal de inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 143- 164, 2002.

PEDGLEY, D. E. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to the British Isles. **Entomologist's Gazette**, Wallingford, v. 36, n. 1, p. 15-20, 1985.

PEARSON, E. O. **The insect pests of cotton in tropical Africa**. London: Commonwealth Institute of Entomology, 355p, 1958.

PRASAD, K.S.; ARUNA, A.S.; KUMAR, V.; KARIAPPA, B.K. Feasibility of mass production of *Tetrastichus howardi* (Olliff), a parasitoid of leaf roller (*Diaphania pulverulentalis*), on *Musca domestica* (L.). **Indian Journal of Sericulture**, v. 46, p. 89-91, 2007.

PRATISSOLI, D.; LIMA, V. L. S.; PIROVANI, V. D.; LIMA, W. L. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato in the Espírito Santo state. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p.101-105, 2015.

PROKOPY, R.J.; KOGAN, M. Integrated pest management. In: RESH, V.H.; CARDÉ, R.T. (Ed.). **Encyclopedia of Insects**. New York, Academic Press, p. 4-9, 2003.

ROH, J. Y.; CHOI, J. Y.; LI, M. S.; JIN, B. R.; JE, Y. H. *Bacillus thuringiensis* as a specific, safe and effective tool for insect pest control. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, Seoul, v. 17, n. 4, p. 547-559, 2007.

SALVADORI, J. R.; SUZANA, C. S. Saldo da *Helicoverpa*. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, n. 187, p. 26-28, 2014.

SENAVE. **Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas**. Senave en alerta tras ingreso de peligrosa plaga agrícola. ABC Color, 2013. Disponível em: <

<http://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/senave-en-alerta-tras-ingreso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html>>. Acesso em: 11 jan. 2018.

SCHELLHORN, N. A.; PIERCE, S.; BIANCHI, F. J. J. A.; WILLIAMS, D.; ZALUCKI, M. P. Designing landscapes for multiple outcomes in broad-acre environments. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 48, p. 1549-1559, 2008.

SHANOWER, T. G.; ROMEIS, J. Insect pests of pigeon pea and their management. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 44, p. 77-96, 1999.

SHARMA, H. C.; DHILLON, M. K.; ARORA, R. Effects of *Bacillus thuringiensis* ää - endotoxin-fed *Helicoverpa armigera* on the survival and development of the parasitoid *Campoplex chloridae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 126, n. 1, p. 1-8, Jan. 2008.

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

SMITH, S. M. Biological control with *Trichogramma*: advances, success, and potential of their use. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 41, p. 375-406, 1996.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SPECHT, A.; PAULA-MORAES, S. V.; LOPES-LIMA, A.; YANO, S. A. C.; MICHELI, A.; MORAIS, E. G. F.; GALLO, P.; PEREIRA, P. R. V. S.; SALVADORI, J. R. BOTTON, M.; ZENKER, M. M.; AZEVEDO-FILHO, W. S. Timeline and geographical distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae: Heliothinae) in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 60, p. 101-104, 2016.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V. de; YANO, S. A. C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 6, p. 689-692, 2013.

SRIVASTAVA, C. P.; NITIN, J.; TRIVEDI, T. P. Forecasting of *Helicoverpa armigera* populations and impact of climate change. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 80, n. 1, p. 3-10, 2010.

SUBRAMANIAN, S.; MOHANKUMAR, S. Genetic variability of the bollworm, *Helicoverpa armigera*, occurring on different host plants. **Journal of Insect Science**, Annapolis, v. 6, p. 1-8, 2006.

SULLIVAN, M.; MOLET, T. Pest Datasheet for *Helicoverpa armigera*. **USDA-APHIS-PPQ-CPHST**. 2007. Revised April 2014. Disponível em: <https://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/owb/downloads/owb-factsheet.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2017.

THANAVENDAN, G.; JEYARANI, S. Effect of different temperature regimes on the biology of *Bracon brevicornis* Wesmael (Braconidae: Hymenoptera) on different host larvae. **Journal of Biopesticides**, Tamilnadu v. 3, n. 2, p. 441-444, 2010.

TAY, W. T.; SORIA, M. F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, G. T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A brave New World for an Old World pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 8, n. 11, p. 1-7, 2013.

TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C.; MOURA, M. A. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval control in *Eucalyptus* Forest in Brazil. **CAB REVIEWS: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural resources**, v.1, p. 1-18, 2006.

VAN LENTEREN, J. C. Commercial availability of biological control agents. In: van LENTEREN, J. C. (Ed.) **Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures**. Wallingford: CAB International, p. 167-179, 2003.

VAN LENTEREN, J.C. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl**, v. 57, p. 1-20, 2012.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; TAVARES, M. T.; PASTORI, P. L. Record of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Diatraea sp.* (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crop in Brazil. **Entomotropica**, v. 26, n. 3, p. 135-138, 2011.

VARGAS, E. L. Parasitismo e desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em eagarta e pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) 2013. 89f. **Tese** (Doutorado Em Entomologia E Conservação Da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

VIVAN, L. M.; TORRES, J. B.; BARROS, R.; VEIGA, A. F. S. L. Tasa de crecimiento poblacional del chinche depredador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) y de la presa *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en invernadero. **Revista de Biología Tropical**, v.50, p.145-153, 2002.

VIVAN, L.M.; TORRES, J.B.; VEIGA, A.F.S.L. Development and reproduction of a predatory stinkbug, *Podisus nigrispinus* in relation to two different prey types and environmental conditions. **BioControl**, v. 48, p. 155–68, 2003.

WALKER, P. W. Biology and development of *Chaetophthalmus dorsalis* (Malloch) (Diptera: Tachinidae) parasitizing *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in the laboratory. **Australian Journal of Entomology**, Richmond, v. 50, p. 309-318, 2011.

WANG, Z. Y.; HE, K. L.; ZHAN, F.; LU, X.; BABENDREIER, D. Mass rearing and release of *Trichogramma* for biological control of insect pests of corn in China. **Biological Control**, Maryland Heights, v. 68, p. 136-144, 2013.

ZALUCKI, M. P.; FURLONG, M. J. Forecasting *Helicoverpa* populations in Australia: a comparison of regression based models and a bio-climatic based modelling approach. **Insect Science**, Victoria, v. 12, p. 45-56, 2005.

ZHANG, S. Y.; XIE, B. Y.; CUI, J; LI, D. M. Biology of *Campoletis chloridae* (Uchida) (Hym. Ichneumonidae) developing in Bt-treated, Bt-resistant *Helicoverpa armigera* (Hübner)

(Lep., Noctuidae) larvae. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 130, n. 5, p. 268-274, 2006.

ZANUNCIO, J.C.; ALVES, J.B.; ZANUNCIO, T. V.; GARCIA, J. F. Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. **Forest Ecology Management**, v. 65, n. 1, p. 65-73, 1994.

ZANUNCIO, J.C.; TORRES, J.B.; BERNARDO, D.L.; CLERCQ, P. Effects of prey switching ability on nymphal development of four species of stinkbugs. **Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen**, Universiteit Gent, v. 62, p. 483-90, 1997.

ZANUNCIO, C. J.; GUEDES, R. N.C.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, T. V. Uma década de estudos com percevejos predadores: Conquistas e desafios. In: PARRA, J. R. P; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 495-509, 2002.

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) ALIMENTADOS COM *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Juliana Simonato¹; Harley N. de Oliveira²; José F. J. Grigolli³

¹Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), 79804-070 Dourados, MS, Brasil. E-mail: ju_simonato@hotmail.com. ²Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 449, 79804-970 Dourados, MS, Brasil. ³Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, Caixa Postal 137, 79150-000 Maracaju, MS, Brasil.

RESUMO

Parâmetros biológicos de *Podisus nigrispinus* alimentados com lagartas de *Helicoverpa armigera* em condições de laboratório foram avaliados. Os experimentos foram conduzidos em laboratório em condições controladas de temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa (UR) de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. A duração do período ninfal foi menor no tratamento com *H. armigera* (18,60 dias) do que com *T. molitor* (20,85 dias). A diferença na viabilidade ninfal dos tratamentos não foi significativa, sendo de 73,33% para *H. armigera* e 72,00% para *T. molitor*. Fêmeas e machos alimentados com *H. armigera* tiveram maior massa corporal (fêmeas 62,80mg e machos 44,57mg) do que os alimentados com *T. molitor* (fêmeas 52,83mg e machos 33,13mg). O número de posturas por fêmea foi maior no tratamento com *T. molitor* (15,73) em comparação com *H. armigera* (14,60), porém o número de ovos por fêmea foi maior para *H. armigera* (378,06) do que para *T. molitor* (311,67). O período de incubação dos ovos foi de 6,04 dias para o tratamento com *H. armigera*, diferindo estatisticamente do tratamento com *T. molitor*, que foi de 6,62 dias. Ovos oriundos do tratamento com *H. armigera* apresentaram viabilidade de 96,13%, enquanto os do tratamento com *T. molitor* apresentaram viabilidade de 92,46%, não diferindo estatisticamente. Fêmeas e machos do tratamento com *H. armigera* tiveram maior longevidade em comparação ao tratamento com *T. molitor*. *Podisus nigrispinus* apresentou melhor desenvolvimento quando alimentados com *H. armigera*, demonstrando que pode ser utilizado como hospedeiro alternativo para criação desse predador e ressaltando seu potencial de utilização em programas de controle biológico de *H. armigera*.

PALAVRAS CHAVE: Predador, Asopinae, Controle biológico

BIOLOGICAL ASPECTS OF *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) FEEDING WITH *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

ABSTRACT

Biological parameters of *Podisus nigrispinus* fed with *Helicoverpa armigera* caterpillars under laboratory conditions were evaluated. The experiments were conducted in the laboratory under controlled temperature conditions of $25 \pm 2^\circ\text{C}$, relative humidity (RH) of $60 \pm 10\%$ and photophase of 14 hours. The duration of the nymphal period was shorter in the treatment with *H. armigera* (18,60 days) than with *T. molitor* (20,85 days). The difference in nymphal viability of the treatments was not significant, being 73,33% for *H. armigera* and 72,00% for *T. molitor*. Females and males fed *H. armigera* had higher body mass (females 62,80 mg and males 44,57 mg) than those fed *T. molitor* (females 52,83 mg and males 33,13 mg). The numbers of postures per female were higher in the treatment with *T. molitor* (15,73) compared to *H. armigera* (14,60), but the number of eggs per female was higher for *H. armigera* (378,06) than for *T. molitor* (311,67). The egg incubation period was 6,04 days for treatment with *H. armigera*, differing statistically from the treatment with *T. molitor*, which was 6,62 days. Eggs from the treatment with *H. armigera* presented viability of 96,13%, while those of the treatment with *T. molitor* presented viability of 92,46%, and did not differ statistically. Females and males treated with *H. armigera* had greater longevity compared to treatment with *T. molitor*. *Podisus nigrispinus* showed better development when fed with *H. armigera*, demonstrating that it can be used as an alternative host for the creation of this predator and highlighting its potential for use in biological control programs of *H. armigera*.

KEYWORDS: Predator, Asopinae, Biological control

INTRODUÇÃO

Helicoverpa armigera (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) apresenta ampla distribuição mundial, ocorrendo em países da Ásia, África, Europa e Oceania (GUO, 1997), tendo seu primeiro registro no Brasil na safra 2012/2013 (CZEPAK et al., 2013). Trata-se de uma espécie altamente polífaga, e suas lagartas são encontradas em mais de 60 espécies de plantas cultivadas e silvestres, e em cerca de 67 famílias hospedeiras (POGUE, 2004). As lagartas se alimentam de folhas e caules, porém, possuem preferência por brotos, inflorescências, frutos e vagens, provocando danos tanto na fase vegetativa quanto na fase reprodutiva das plantas (WANG & LI, 1984; CZEPAK et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2016), causando prejuízos em diversas culturas.

Devido à conscientização sobre a necessidade de manutenção da qualidade ambiental e segurança da saúde humana, os métodos de supressão de insetos-praga tem sido fonte de preocupação da sociedade. Neste contexto, é necessário buscar um sistema de produção agrícola que contemple a sustentabilidade ambiental e que promova a biodiversidade no agroecossistema (OLIVEIRA & ÁVILA, 2010).

O controle biológico de *H. armigera*, utilizando táticas de conservação ou de incremento dos inimigos naturais nos agroecossistemas é uma realidade que necessita ser investigada e explorada nas condições brasileiras (ÁVILA et al., 2013).

Dentre os insetos predadores, o percevejo *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) é importante no manejo integrado de pragas de diversas culturas, atuando como agente de controle biológico de diferentes espécies de lagartas desfolhadoras, e uma das espécies mais comuns na região Neotropical (ZANUNCIO et al., 1994). A ocorrência de *P. nigrispinus* em diversos cultivos mostra a possibilidade de sua utilização em liberações inundativas para a supressão de insetos-praga. Contudo, se faz necessário o conhecimento das interações entre fatores ecológicos, comportamentais, fisiológicos e nutricionais, sendo a base para o êxito da utilização de insetos no controle de pragas (THOMPSON, 1999).

O desenvolvimento e reprodução de *P. nigrispinus* podem variar com a presa utilizada (LACERDA et al., 2004; LEMOS et al., 2005; MAHDIAN et al., 2006), o que pode ter implicações na produção massal, bem como na efetividade do controle biológico de insetos-praga em campo nas diversas culturas (OLIVEIRA et al., 2004a).

Segundo Oliveira et al. (2004a), estudos sobre o potencial de predação devem priorizar a criação massal desses insetos em condições de laboratório, e posteriormente serem liberados no campo para o controle biológico de pragas-chave nas diversas culturas. Nesse contexto, é

vital estudar as espécies de presas mais adequadas para a produção de *P. nigrispinus*, permitindo a multiplicação em massa e, conseqüentemente sua utilização em programas de manejo integrado de pragas (BOTTEON et al., 2016).

OBJETIVO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar aspectos biológicos do desenvolvimento e reprodução do predador *P. nigrispinus* alimentados com *H. armigera*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Fundação MS, com o predador *P. nigrispinus* e as presas *Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Tenebrionidae) e *H. armigera*. As criações do predador e das presas, bem como os experimentos foram mantidos em condições controladas de temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa (UR) de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Os indivíduos de *P. nigrispinus* utilizados no experimento foram mantidos em tubos de PVC e foram alimentados com larvas de *Tenebrio molitor* conforme descrito por Zanuncio *et al.* (2001). A criação de *T. molitor* foi mantida em bandejas plásticas de 29 x 23 x 11 cm (altura x largura x profundidade) e alimentados com farinha de trigo integral (97%), levedo de cerveja (3%) e chuchu (*Sechium edule*) para fornecer a umidade necessária (ZAMPERLINE et al., 1992).

As lagartas de *H. armigera* utilizadas no experimento foram obtidas da criação mantida em laboratório, onde adultos foram mantidos em gaiolas cilíndricas de PVC de 20 x 25 cm (diâmetro x altura), alimentados com solução aquosa contendo 10 % de mel para obtenção das posturas. Os ovos foram removidos diariamente, e acondicionados em potes plásticos contendo dieta artificial a base de feijão branco, utilizada para *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) (modificada de Greene et. al., 1976) adaptada por Parra (2001).

Bioensaio 1: Aspectos biológicos de ninfas de *P. nigrispinus* tendo como presa lagartas de *H. armigera*

Para a avaliação da fase ninfal de *P. nigrispinus* foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (lagartas de *H. armigera* e larvas de *T. molitor*) e com 15 repetições cada. Cada repetição foi constituída de recipientes plásticos transparentes de 1000 ml, com dimensões de 15 x 10 cm (diâmetro x altura), tampados com tampa plástica e no interior algodão umedecido com água destilada, sendo colocadas cinco ninfas de segundo ínstar de *P. nigrispinus* em cada recipiente, as quais foram alimentadas com as lagartas de cada tratamento *ad libitum*, durante toda a fase ninfal do predador. A assepsia dos materiais, a troca da água e as avaliações foram realizadas a cada 24 horas.

Os parâmetros biológicos avaliados durante a fase ninfal foram duração de cada estágio, duração da fase ninfal e viabilidade ninfal.

Bioensaio 2: Aspectos biológicos de adultos de *P. nigrispinus* tendo como presa lagartas de *H. armigera*

Após a emergência dos adultos, que foram criados durante toda a fase ninfal com *H. armigera* ou *T. molitor*, foram formados 15 casais por tratamento, acondicionados em recipientes transparentes de 1000 ml e com dimensões de 15 x 10 cm (diâmetro x altura), tampados com tampa plástica e com algodão umedecido com água no interior. Foi acondicionado um casal por gaiola. As lagartas utilizadas para a alimentação dos casais foram colocadas de forma *ad libitum* em cada tratamento. O delineamento experimental adotado nesta etapa foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos (lagartas de *H. armigera* e larvas de *T. molitor*) e 15 repetições.

As características biológicas avaliadas foram massa (mg) de machos e fêmeas recém-emergidos, razão sexual, número de posturas, total de ovos por fêmea, viabilidade dos ovos, período de incubação dos ovos e longevidade de machos e fêmeas.

Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos ao Teste t a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos biológicos de ninfas de *P. nigrispinus* tendo como presa lagartas de *H. armigera*

Com relação a fase ninfal, a duração do segundo instar foi maior no tratamento com *H. armigera* (4,26 dias) do que o tratamento com *T. molitor* (3,66 dias). Terceiro e quarto instar não apresentaram diferença significativa nos tratamentos. O tratamento com *T. molitor* apresentou maior duração do quinto instar (7,33 dias) em relação ao de *H. armigera* (4,79 dias). A duração do período ninfal foi menor no tratamento com *H. armigera* (18,60 dias) do que com *T. molitor* (20,85 dias). A viabilidade ninfal não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, com aproximadamente 73,33% para *H. armigera* e 72,00% para *T. molitor* (Tabela 1).

Tabela 1. Período (dias) dos estádios imaturos, período ninfal (Per. Ninfal) (dias) e viabilidade ninfal (Viab. Ninfal) (%) de *Podisus nigrispinus* alimentados com *Helicoverpa armigera* e *Tenebrio molitor*, em laboratório. Maracaju, MS, 2018.

	<i>H. armigera</i>	<i>T. molitor</i>	Teste t	CV (%)
2^o instar	4,26 ± 0,16 a	3,66 ± 0,17 b	6,24*	16,64
3^o instar	3,57 ± 0,16 a	3,72 ± 0,15 a	0,82 ^{ns}	12,24
4^o instar	3,81 ± 0,23 a	4,28 ± 0,14 a	2,52 ^{ns}	19,85
5^o instar	4,79 ± 0,27 b	7,33 ± 0,49 a	23,42**	23,67
Per. ninfal	18,60 ± 0,41 b	20,85 ± 0,66 a	7,61*	11,34
Viab. ninfal	73,33 ± 4,22 a	72,00 ± 5,45 a	0,03 ^{ns}	26,99

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste t a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo, * significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade.

Comparando-se o período ninfal encontrado neste trabalho (Tabela 1), com as médias obtidas por Vacari et al. (2007) utilizando lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae), por Espíndula et al. (2010) empregando lagartas de *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) e por Santana et al. (2017), que utilizou lagartas de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) que foram alimentadas com

folhas de algodão convencional, verificou-se que, apesar das variações nos diferentes estádios, quando se considera o período ninfal como um todo, a fase é semelhante, sendo de 18,60 dias para *H. armigera* (Tabela 1), 18,2 dias para *D. saccharalis*, para *H. virescens* foi de 19,40 dias, e para *S. frugiperda* o período ninfal foi de 19,61 dias. A semelhança na duração da fase ninfal indica a adaptação desse predador às diferentes presas e mostra também que a presa utilizada não influenciou na duração da fase ninfal (OLIVEIRA et al., 2004b). Um menor período ninfal é importante, pois resulta num maior número de gerações do predador, promovendo o crescimento da população predadora e conseqüentemente, um melhor desempenho no controle de lagartas no campo (MATOS NETO et al., 2002; JUSCELINO-FILHO et al., 2003), bem como o aumento da população em menor tempo, em criações de laboratório.

A viabilidade ninfal média de *P. nigrispinus* alimentados com *H. armigera* e com *T. molitor* foi de 73,33% e 72,00% respectivamente (Tabela 1). Em outros trabalhos, o predador alcançou o valor de 89,00% para esse parâmetro quando recebeu como alimento lagartas de *D. saccharalis* (VACARI et al., 2007), 88,60% quando alimentados com *Spodoptera cosmioides* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) (DENEZ et al., 2014), 64,00% com *S. frugiperda* (OLIVEIRA et al., 2004b) e 60,00% com a presa *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) (OLIVEIRA et al., 2011). Os resultados obtidos neste trabalho, demonstram a adaptação do predador *P. nigrispinus* à presa *H. armigera*. Os insetos, especialmente dos primeiros ínstares, podem exigir um período de tempo para se adaptar à nova dieta, o que pode interferir com seu período de desenvolvimento e sobrevivência (SANTANA et al., 2017).

Para os aspectos biológicos avaliados, *H. armigera* mostrou ser uma presa adequada para a fase imatura do predador *P. nigrispinus* com resultados similares aqueles obtidos com *T. molitor* que é o hospedeiro alternativo usualmente utilizado em criações massais.

Aspectos biológicos de adultos de *P. nigrispinus* tendo como presa lagartas de *H. armigera*

Adultos alimentados com *H. armigera* apresentaram razão sexual de 0,47%, não havendo diferença significativa em comparação a presa *T. molitor* (0,54%) (Tabela 2).

Fêmeas e machos alimentados com *H. armigera* apresentaram maior massa corporal (fêmeas 62,80mg e machos 44,57mg) do que os alimentados com *T. molitor* (fêmeas 52,83mg e machos 33,13mg) (Tabela 2). O resultado foi semelhante ao relatado por Oliveira et al. (2011) utilizando lagartas de *T. arnobia* como alimento, sendo de 65,39mg para fêmeas e 45,61mg

para machos; e quando foi empregado lagartas de *S. frugiperda* a massa de fêmeas foi de 56,18mg e 40,81 para machos (OLIVEIRA et al., 2004b), apresentando resultados menores aos encontrados nesse trabalho. A maior massa de fêmeas se deve a acumulação de biomassa necessária para o início da reprodução. Fêmeas com mais massa tem sido relacionado ao desenvolvimento de seus ovários, bem como a formação de ovos (OLIVEIRA et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2011). O peso do predador reflete seu regime alimentar, ou seja, indivíduos alimentados de forma adequada ganham mais massa do que aqueles que se alimentam menos (O'NEIL & WIEDENMANN, 1990; ANGELINI & BOIÇA JUNIOR, 2015). Sendo assim, pode-se acrescentar que *H. armigera* confere melhor desempenho ao predador *P. nigrispinus* ao proporcionar maior peso corporal deste.

Tabela 2. Razão sexual, massa de fêmeas (mg), massa de machos (mg), número de posturas e número de ovos de adultos de *Podisus nigrispinus* alimentados com *Helicoverpa armigera* e *Tenebrio molitor*, em laboratório. Maracaju, MS, 2018.

	<i>H. armigera</i>	<i>T. molitor</i>	Teste t	CV (%)
Razão sexual	0,47 ± 0,06 a	0,54 ± 0,07 a	0,91 ^{ns}	39,98
Massa de fêmeas	62,80 ± 1,77 a	52,83 ± 2,15 b	16,64**	16,36
Massa de machos	44,57 ± 0,73 a	33,13 ± 1,13 b	60,64**	14,64
Número de posturas	14,60 ± 2,27 a	15,73 ± 1,27 a	0,21 ^{ns}	25,50
Número de ovos	378,06 ± 61,04 a	311,67 ± 35,18 a	0,97 ^{ns}	30,29

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo, * significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade.

O número de posturas por fêmea no tratamento com *T. molitor* foi de 15,73, enquanto que no tratamento com *H. armigera* foi de 14,60, não havendo diferença estatística entre os tratamentos. Resultado semelhante foi encontrado quando alimentados com *S. frugiperda*, que foi em média 14,89 posturas (OLIVEIRA et al., 2004b) e com larvas de *T. molitor* foi de 17,00 e 16,48 posturas (OLIVEIRA et al., 2004b; ESPINDULA et al., 2010). Quando a presa utilizada foi *H. virescens* o número de posturas foi de 8,89 (ESPINDULA et al., 2010) e quando o predador foi alimentado com *D. saccharalis* foi em média de 5,63 posturas por fêmea (VACARI et al., 2007). Apesar de não haver diferença estatística em relação ao número de posturas e número de ovos entre os tratamentos, *P. nigrispinus* que se alimentaram de *T. molitor* apresentaram mais posturas, no entanto, indivíduos do tratamento com *H. armigera* produziram

mais ovos, demonstrando que a qualidade nutricional desta presa supre as necessidades do predador,

A fecundidade foi em média de 378,06 ovos por fêmea de *H. armigera* enquanto para fêmeas de *T. molitor* foi de 311,67 (Tabela 2). O número de ovos por fêmea do predador alimentado com *H. armigera* foi semelhante ao encontrado quando foi alimentado com *S. frugiperda*, com um total de ovos de 447,62 (OLIVEIRA et al., 2004b); com *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) foi de 348,10 ovos (OLIVEIRA et al., 2002); com *T. molitor* (392,76; 325,00) (ESPINDULA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2004b); 314,90 com *T. arnobia* (OLIVEIRA et al., 2011) e maior do que quando alimentado com *D. saccharalis* (97,12) (VACARI et al., 2007). O maior número de ovos produzidos com as presas *S. frugiperda*, *H. armigera*, *A. argillacea* e com *T. molitor*, sugere que estas espécies são nutricionalmente mais adequadas para *P. nigrispinus*.

O período de incubação dos ovos foi de 6,04 dias para o tratamento com *H. armigera*, diferindo estatisticamente do tratamento com *T. molitor*, que foi de 6,62 dias (Tabela 3). De Bortoli et al., (2016) relataram resultados semelhantes quando utilizaram como presas *S. frugiperda* (5,46 dias), *Musca domestica* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Muscidae) (5,19 dias) e *A. gemmatalis* (5,07 dias). Segundo Torres et al. (2006), o período de incubação dos ovos pode ser fortemente afetado pela temperatura, variando de 5-6 dias quando criados a 25-27 °C, umidade relativa de 70-85% e em fotoperíodo de 12 h. O resultado encontrado neste trabalho está dentro do esperado para o parâmetro avaliado.

O número de ninfas depende da qualidade dos ovos e da viabilidade dos mesmos. Ovos oriundos do tratamento com *H. armigera* apresentaram viabilidade de 96,13%, enquanto os do tratamento com *T. molitor* apresentaram viabilidade de 92,46%, não diferindo estatisticamente (Tabela 3). Esse resultado foi maior do que o relatado por Espindula et al., (2010) ao alimentar *P. nigrispinus* com *H. virescens* (65,09%); com *D. saccharalis* a viabilidade foi de 76,50% (VACARI et al., 2007), e o resultado foi semelhante ao relatado por Oliveira et al., (2004b) com a presa *S. frugiperda* (85,19%). A maior viabilidade dos ovos sugere que *H. armigera* tem os requisitos nutricionais necessários para um bom desenvolvimento do predador.

Tabela 3. Período de incubação (Per. incubação) (dias), número de ninfas, viabilidade ninfal (%), longevidade de machos (Longev. machos) (dias) e longevidade de fêmeas (Longev. fêmeas) (dias) de adultos de *Podisus nigrispinus* alimentados com *Helicoverpa armigera* e *Tenebrio molitor*, em laboratório. Maracaju, MS, 2018.

	<i>H. armigera</i>	<i>T. molitor</i>	Teste t	CV (%)
Per. incubação	6,04 ± 0,32 b	6,62 ± 0,48 a	6,75**	6,74
Número de ninfas	356,60 ± 54,64 a	291,00 ± 34,19 a	1,10 ^{ns}	52,91
Viabilidade ninfal	96,13 ± 1,32 a	92,46 ± 2,06 a	1,83 ^{ns}	7,86
Longev. machos	32,80 ± 4,73 a	29,60 ± 7,29 a	0,16 ^{ns}	70,88
Longev. fêmeas	27,93 ± 3,86 a	26,33 ± 4,60 a	0,09 ^{ns}	53,52

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo, * significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade.

A longevidade de *P. nigrispinus* alimentados com *H. armigera* foi de 32,8 dias para machos e 27,93 dias para fêmeas, enquanto no tratamento com *T. molitor* foi de 29,60 para machos e 26,33 para fêmeas (Tabela 3). Boiça Júnior et al. (2002) relata que o prolongamento da longevidade de *P. nigrispinus* possibilita o predador a se alimentar de mais lagartas, favorecendo o controle biológico. A menor longevidade das fêmeas em relação aos machos foi observada por Oliveira et al. (2011) quando a presa utilizada foi *T. arnobia*, sendo de 35,54 dias para fêmeas e 43,08 dias para machos (OLIVEIRA et al., 2011). Em trabalho realizado por Espindula et al. (2010) tendo como presa *H. virescens* também constatou menor longevidade de fêmeas (40 dias) em relação aos machos (49,21 dias). Esse fato poderia ser explicado em razão do alto uso de energia das fêmeas para a formação de ovos e a oviposição (OLIVEIRA et al., 2011). Isso ocorre devido a alocação de energia durante os processos fisiológicos, aumentando a demanda de energia para a produção de ovos, restando menos energia para outros processos, como a longevidade, por exemplo (Sibly & Calow, 1986).

Uma presa que é nutricionalmente adequada, proporciona redução do tempo de desenvolvimento, máxima taxa de sobrevivência e máxima taxa reprodutiva, resultando em um aumento da população. O desenvolvimento desse predador e a sua taxa de mortalidade podem variar dependendo da eficácia de conversão do alimento, de forma que alguns predadores são mais adaptados à certos tipos de presas que podem proporcionar desenvolvimento mais rápido e maior sobrevivência (STAMP et al. 1991), como foi verificado com lagartas da espécie *H. armigera*.

Os resultados encontrados neste trabalho mostram que *H. armigera* é uma presa adequada nutricionalmente, possuindo os requisitos necessários para promover o

desenvolvimento e reprodução de *P. nigrispinus* de forma satisfatória, podendo ser utilizada como alimento em criações massais desse predador, e também promoverá um bom desenvolvimento do predador em condições de campo, em casos de liberações desse predador para o controle de *H. Armigera*. Estudos devem ser realizados visando verificar o potencial de predação de *P. nigrispinus* em *H. armigera*, em condições de campo.

CONCLUSÃO

- *Podisus nigrispinus* apresentou bons resultados nos aspectos avaliados nesse trabalho, demonstrando que *H. armigera* possui os requisitos nutricionais adequados para o desenvolvimento e reprodução desse predador.

AGRADECIMENTOS

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao Fundect (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul) pela suporte financeiro e à Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias e Embrapa Agropecuária Oeste, pelo apoio e suporte na infraestrutura e desenvolvimento do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELINI, M.R.; BOIÇA JÚNIOR, A.L. Biologia de Imaturos e Adultos de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) Alimentados com Lagartas de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae), criadas em Diferentes Genótipos de Maracujazeiro. **EntomoBrasilis**, v. 8, n. 3, p. 196-200, 2015.

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

BOIÇA JÚNIOR, A.L.; SANTOS, T. M.; SOARES, J.J. Influência de genótipos de algodoeiro sobre o desenvolvimento e capacidade predatória de ninfas de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, p. 75-80, 2002.

BOTTEON, V. W.; NEVES, J. A.; GODOY, W. A. C. Functional Response and Matrix Population Model of *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) fed on *Chrysomya putoria* (Wiedemann, 1818) (Diptera: Calliphoridae) as Alternative Prey. **Neotropical Entomology**, v. 46, n.2, p. 137-143, 2016.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVIAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 10-13, 2013.

DE BORTOLI, S. A.; VACARI, A. M.; LAURENTIS, V. L.; DE BORTOLI, C. P.; SANTOS, R. F.; OTUKA, A. K. Selection of prey to improve biological parameters of the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) in laboratory conditions. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 2, p. 307-314, 2016.

DENEZ, M. D.; BUENO, A. F.; PASINI, A.; BORTOLOTTI, O. C.; STECCA, C. S. Biological parameters of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) fed with different soybean insect pests. **Annals of the Entomological Society of America**. v. 107, n. 5, p. 967-974, 2014.

ESPINDULA, M. C.; ZANUNCIO, J. C.; ANDRADE, G. S.; PASTORI, P. L.; OLIVEIRA, H. N.; MAGEVSKI. Desenvolvimento e reprodução de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com lagartas de *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Idesia**, v. 28, n. 3, p. 17-24, 2010.

GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvet bean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 69, n. 4, p. 487-488, 1976.

GUO, Y. Y. Progress in the researches on migration regularity of *Helicoverpa armigera* and relationships between the pest and its host plants. **Acta Entomologica Sinica**, Beijing, v. 40, n. 1, p. 1-6, 1997.

JUSSELINO-FILHO, P.; ZANUNCIO, J. C.; FRAGOSO, D. B.; SERRÃO, J. E.; LACERDA, M. C. Biology of *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, p. 463-468, 2003.

LACERDA, M. C.; FERREIRA, A. M. R. M.; ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C.; BERNARDIO, A. S.; ESPINDULA, M. C. Development and reproduction of *Podisus distinctus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed on larva of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, p. 237-242, 2004.

LEMOS, W. P.; RAMALHO, F. S.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. Morphology of female reproductive tract of the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on different diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, p. 129-138, 2005.

MAHDIAN, K.; KERCKHOVE, J.; TIRRY, L.; DE CLERCQ, P. Effects of diet on development and reproduction of the predatory pentatomids *Picromerus bidens* and *Podisus maculiventris*. **BioControl**, v. 51, p. 725-739, 2006.

MATOS NETO, F.C.; ZANUNCIO, J. C.; PICANÇO, M. C.; CRUZ, I. Reproductive characteristics of the predator *Podisus nigrispinus* fed with an insect resistant soybean variety. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p. 917-924, 2002.

OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C.; SOSSAI, M. F.; PRATISSOLI, D. Body weight increment of *Podisus nigrispinus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). **Brenesia**, v. 51, p. 77-83, 1999.

OLIVEIRA, H. N.; ESPINDULA, M. C.; PRATISSOLI, D.; PEDRUZZI, E. P. Ganho de peso e comportamento de oviposição de *Podisus nigrispinus* utilizando lagartas de *Spodoptera frugiperda* e larvas de *Tenebrio molitor* como presas. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1945-1948, 2004a.

OLIVEIRA, H. N.; PRATISSOLI, D.; PEDRUZZI, E. P.; ESPINDULA, M. C. Desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com *Spodoptera frugiperda* e *Tenebrio molitor*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 947-951, 2004b.

OLIVEIRA, H. N.; ÁVILA, C. J. Controle biológico de pragas no Centro-Oeste brasileiro. In: **G.Bio: Revista de Controle Biológico**, p. 11-13, 2010.

OLIVEIRA, H. N.; ESPINDULA, M. C.; DUARTE, M. M.; PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C. Development and Reproduction of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) Fed with *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) Reared on Guava Leaves. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 54, n. 3, p. 429-434, 2011.

OLIVEIRA, H. N.; SIMONATO, J.; GLAESER, D. F.; PEREIRA, F. F. Parasitism of *Helicoverpa armigera* pupae (Lepidoptera: Noctuidae) by *Tetrastichus howardi* and *Trichospinus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 111-115, 2016.

OLIVEIRA, J. E. M.; TORRES, J. B.; CARRANO-MOREIRA, A. F.; BARROS, R. Efeito das plantas de tomateiro, como complemento alimentar, no desenvolvimento e na reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 101-108, 2002.

O'NEIL, R. J.; WIEDENMAANN, R. N. Body weight of *Podisus Maculiventris* (Say) under various feeding regimens. **Canadian Entomologist**, 122: 285-293, 1990.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programa de Controle Biológico**. Piracicaba: ESALQ. p. 134, 2001.

POGUE, M. G. A new synonym of *Helicoverpa zea* (Boddie) and differentiation of adult males of *H. zea* and *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 97, n. 6, p. 1222-1226, 2004.

SANTANA, A. G.; AVILA, C. J.; OLIVEIRA, H. N.; BELLON, P. P.; SCHLICK-SOUZA, E. C. Direct and Indirect Effect of Bt Cotton and No Bt Cotton on the Development and Reproduction of the Predator *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). **American Journal of Plant Sciences**, v. 8, p. 1438-1448, 2017.

SIBLY, R. M.; CALOW, P. Physiological ecology of animals: an evolutionary approach. **Blackwell Scientific**, Oxford, 1986.

STAMP, N. E.; ERSKINE, T.; PARADISE, C. J. Effects of rutin-fed caterpillars on an invertebrate predator. **Oecologia**, v. 88, p. 289-295, 1991.

THOMPSON, S. N. Nutrition and culture of entomophagous insects. **Annual Review of Entomology**, v. 44, p. 561-92, 1999.

TORRES, J.B.; ZANUNCIO, J.C.; MOURA, M.A. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval control in *Eucalyptus* Forest in Brazil. **CAB REVIEWS: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 1, p. 1-18, 2006.

VACARI, A. M.; OTUKA, A. K.; DEBORTOLI, S. A. Desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com lagartas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 74, p. 259- 265, 2007.

ZAMPERLINE, B.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, J. E. M.; BRAGANÇA, M. A. L. Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Árvore**, v. 16, p. 224-230, 1992.

ZANUNCIO, J. C.; ALVES, J. B.; ZANUNCIO, T. V.; GARCIA, J. F. Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. **Forest Ecology Management**, v. 65, n. 1, p. 65-73, 1994.

ZANUNCIO, J. C.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; SERRÃO, J. E.; PRATISSOLI D. Nymphal development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with

combinations of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. **Biocontrol Science and Technology**, v. 11, p. 331-337, 2001.

WANG, N. C.; LI, Z. H. Studies on the biology of cotton bollworm (*Heliothis armigera* Hübner) and tobacco budworm (*Heliothis assulta* Quenee). **Journal of the Shandong Agricultural University**, Taian, v. 1-2, n. 1, p. 13-25, 1984.

**POTENCIAL DE PREDACÃO DE *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851)
(HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) EM *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NO CAMPO, NA CULTURA DA SOJA**

Juliana Simonato¹; Harley N. de Oliveira²; José F. J. Grigolli³

¹Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), 79804-070 Dourados, MS, Brasil. E-mail: ju_simonato@hotmail.com. ²Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 449, 79804-970 Dourados, MS, Brasil. ³Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, Caixa Postal 137, 79150-000 Maracaju, MS, Brasil.

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de soja, atingindo novos recordes de produção a cada ano. Entretanto, este aumento na produção poderá ser ameaçado devido aos problemas fitossanitários que os produtores brasileiros vêm enfrentando, entre eles a ocorrência da lagarta *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos campos de produção, causando grandes prejuízos na cultura da soja. Dentre os insetos predadores encontrados naturalmente nos agroecossistemas, espécies do gênero *Podisus* apresentam hábito alimentar generalista, sendo registradas em várias culturas alimentando-se preferencialmente de lagartas de lepidópteros. Em condições de laboratório, *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) predou *H. armigera*, completando seu desenvolvimento de forma satisfatória, demonstrando que essa presa tem os requisitos nutricionais adequados para o desenvolvimento desse predador. Apesar da importância de *Podisus* sp. no controle biológico na cultura da soja e da existência de diversos trabalhos sobre técnicas para sua criação massal, em laboratório, existem poucas informações sobre o uso aplicado desse agente de controle biológico na cultura da soja no Brasil. Devido à escassez de trabalhos avaliando a predação em condições de campo, esse trabalho objetivou avaliar a capacidade do *P. nigrispinus* em predação de lagartas de *H. armigera* no campo, na cultura da soja. Fêmeas adultas predaram em média 2,26 lagartas no período de 24 horas e ninfas de quinto instar predaram 1,73 lagartas/dia. Os resultados encontrados nesse trabalho estão dentro do esperado para as taxas de predação/dia desse predador. Liberação de ninfas de quinto instar e fêmeas adultas de *P. nigrispinus* reduzem a população da praga em relação à ausência do predador, em condições de campo, podendo ser utilizados em programas de manejo integrado de *H. armigera*.

PALAVRAS-CHAVE: Predador, lagartas, taxa de predação

PREDICTION POTENTIAL OF *Podisus nigrispinus* (DALLAS, 1851) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) in *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN THE FIELD, IN SOYBEAN CULTURE

ABSTRACT

Brazil is one of the world's largest producers of soybeans, reaching new production records every year. However, this increase in production may be threatened due to the phytosanitary problems that Brazilian producers are facing, among them the occurrence of the *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) caterpillar in the production fields, causing great damage to the soybean crop. Among the predatory insects found naturally in agroecosystems, species of the genus *Podisus* have a generalist food habit, being registered in several cultures, preferentially feeding on lepidopteran caterpillars. Under laboratory conditions, *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) predated *H. armigera*, completing its development satisfactorily, demonstrating that this prey has the appropriate nutritional requirements for the development of this predator. Despite the importance of *Podisus sp.* in the biological control of soybean cultivation and the existence of several works on techniques for its mass creation in the laboratory, there is little information about the applied use of this biological control agent in the soybean crop in Brazil. Due to the scarcity of studies evaluating the predation under field conditions, this work aimed to evaluate the ability of *P. nigrispinus* to predate *H. armigera* caterpillars in the field, in the soybean crop. Adult females preyed on average 2.26 caterpillars in the 24 hour period and fifth instar nymphs predated 1.73 caterpillars / day. The results found in this work are within the expected for predation / day rates of this predator. Release of fifth instar nymphs and adult females of *P. nigrispinus* reduce the pest population in relation to the absence of the predator under field conditions and can be used in integrated management programs of *H. armigera*.

KEY WORDS: Predator, caterpillars, predation rate

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de soja, atingindo a produção recorde de 114.041,9 milhões de toneladas na safra de 2016/2017 e segundo previsões, a produção de soja terá um aumento significativo na safra 2017/2018, constituindo em um novo recorde produtivo (CONAB, 2018). O estado de Mato Grosso do Sul é um dos maiores produtores de soja do Brasil, atingindo novo recorde de produção na safra 2016/2017, colhendo 8,49 milhões de toneladas (APROSOJA/MS, 2017).

Entretanto, este aumento na produção poderá ser ameaçado devido aos problemas fitossanitários que os produtores brasileiros vêm enfrentando, entre eles a ocorrência da lagarta *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos campos de produção (ÁVILA et al., 2013), tendo seu primeiro registro na safra 2012/2013 (CZEPAK et al., 2013). Desde 1999, *H. armigera* era considerada praga quarentenária A1 no Brasil, sendo, em 2013, relatada a ocorrência em altas infestações no país, em diferentes estados e causando danos em várias culturas (CZEPAK et al., 2013; SPECHT et al., 2013; TAY et al., 2013).

O manejo das populações de *H. armigera* ainda é um grande desafio para os agricultores de soja brasileiros, pelas poucas informações disponíveis sobre os produtos químicos e o controle biológico desta praga no Brasil (GRIGOLLI et al., 2016).

O controle biológico de *H. armigera*, utilizando táticas de conservação ou de incremento dos inimigos naturais nos agroecossistemas é uma realidade que necessita ser investigada e explorada nas condições brasileiras (ÁVILA et al., 2013), sendo uma ferramenta importante para o controle de *H. armigera* (FATHIPOUR & SEDARATIAN, 2013).

Dentre os insetos predadores encontrados naturalmente nos agroecossistemas, espécies do gênero *Podisus* apresentam hábito alimentar generalista, sendo registradas em várias culturas alimentando-se preferencialmente de lagartas de lepidópteros (OLIVEIRA et al., 1999). O percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) é a espécie da sub-família Asopinae com maior ocorrência no Brasil, sendo encontrada naturalmente em ecossistemas agrícolas e florestais, predando lagartas-desfolhadoras, além de larvas e pupas de coleópteros e ninfas e adultos de percevejos fitófagos (OLIVEIRA et al., 2008; MOURA & GRAZIA, 2011).

Apesar da importância de *Podisus* sp. no controle biológico na cultura da soja e da existência de diversos trabalhos sobre técnicas para sua criação massal, em laboratório (DE CLERCQ et al., 1988; SAAVEDRA et al., 1992, 1995; TORRES et al., 2006; ZANUNCIO et al., 1992), existem poucas informações sobre o uso aplicado desse agente de controle biológico na cultura da soja no Brasil (BUENO et al., 2014).

Em condições de laboratório, *P. nigrispinus* predou *H. armigera*, completando seu desenvolvimento de forma satisfatória, demonstrando que essa presa tem os requisitos nutricionais adequados para o desenvolvimento desse predador.

Devido à escassez de trabalhos avaliando a predação em condições de campo, esse trabalho objetivou avaliar a capacidade do *P. nigrispinus* em preda lagartas de *H. armigera* no campo, na cultura da soja.

O experimento foi conduzido em área experimental da Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, no município de Maracaju, MS.

Os indivíduos de *P. nigrispinus* utilizados no experimento foram oriundos de criação estabelecida no Laboratório de Entomologia da Fundação MS, mantidos em tubos de PVC e alimentados com larvas de *Tenebrio molitor* conforme descrito por Zanuncio *et al.* (2001). A criação de *T. molitor* foi mantida em bandejas plásticas de 29 x 23 x 11 cm (altura x largura x profundidade) e alimentados com farinha de trigo integral (97%), levedo de cerveja (3%) e chuchu (*Sechium edule*) para fornecer a umidade necessária (ZAMPERLINE *et al.* 1992).

As lagartas de *H. armigera* utilizadas no experimento foram oriundas da criação mantida no Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, onde adultos foram mantidos em gaiolas cilíndricas de PVC de 20 x 25 cm (diâmetro x altura), alimentados com solução aquosa contendo 10 % de mel para obtenção das posturas. Os ovos foram removidos diariamente, e acondicionadas em potes plásticos contendo dieta artificial a base de feijão branco, utilizada para *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) (modificada de Greene *et al.*, 1976) adaptada por Parra (2001).

Em uma área de aproximadamente 15 hectares plantada com soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar BMX Potência RR em sistema plantio direto, gaiolas confeccionadas em tubo de pvc (1,00 x 1,00m – largura x altura), revestidas com tecido tipo ‘voile’ foram dispostas ao acaso, cobrindo cada uma, aproximadamente 12 plantas de soja, tendo suas bases cobertas com terra, visando a impedir a infestação das mesmas por insetos indesejáveis bem como evitar a fuga dos insetos liberados em seu interior. Durante o experimento a soja estava entre os estádios R5 e R6.

Nas folhas superiores das plantas, foram liberadas oito lagartas de quarto instar de *H. armigera* em cada gaiola, 8 horas antes da liberação dos predadores. Ninfas de quinto instar e fêmeas adultas de *P. nigrispinus*, com até 24h de idade, foram individualizadas e mantidas sem alimento por 24h. Após esse período, foi liberado, em cada gaiola, uma ninfa ou um adulto do predador. As avaliações foram realizadas 24h após a liberação do predador e registrou-se o número de lagartas predadas nesse período.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 15 repetições para adultos e 15 repetições para ninfas de quinto instar do predador. Os dados obtidos foram submetidos ao Teste t a 5% de significância.

Após decorrido o período de predação, as gaiolas foram retiradas, os predadores localizados e iniciou-se a coleta das lagartas vivas que restaram e as que foram predadas (Figura 1).

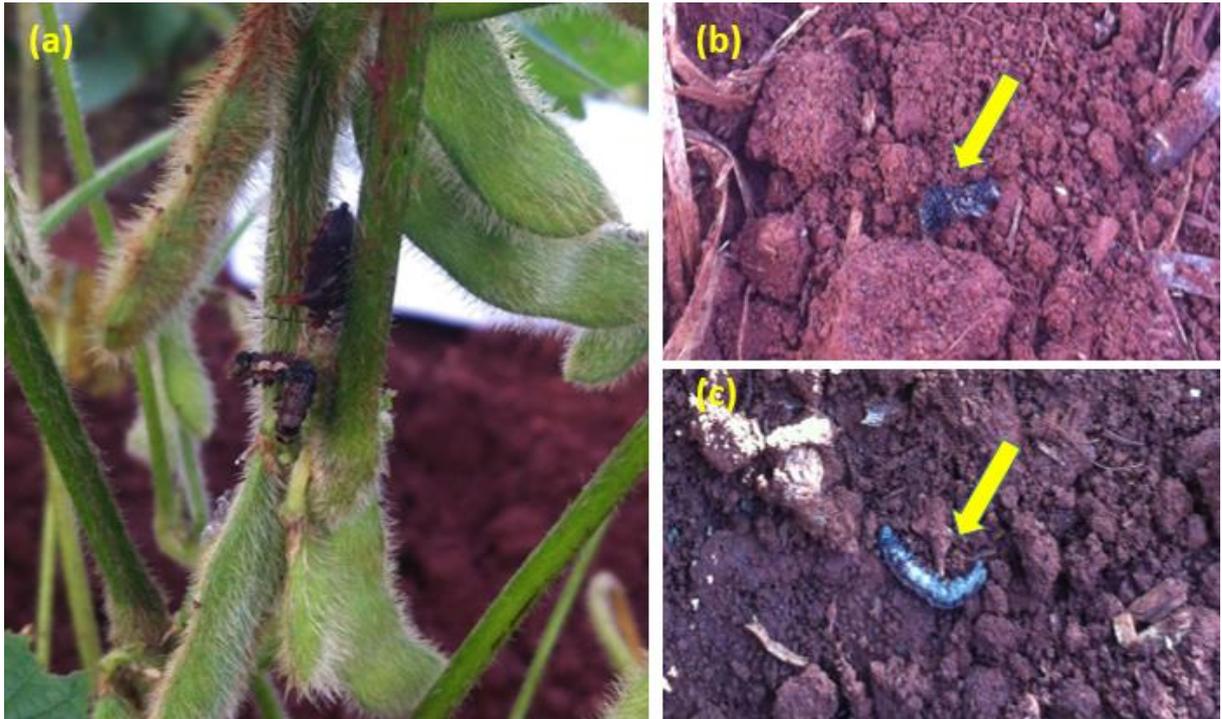


Figura 1. (a) Fêmea adulta de *Podisus nigrispinus* predando lagarta de *Helicoverpa armigera* e (b, c) lagartas de *H. armigera* predadas por *P. nigrispinus*, em campo, na cultura da soja. Fotos: Juliana Simonato.

Fêmeas adultas predaram em média 2,26 lagartas no período de 24 horas e ninfas de quinto ínstar predaram 1,73 lagartas/dia, apresentando diferença estatística (Figura 2).

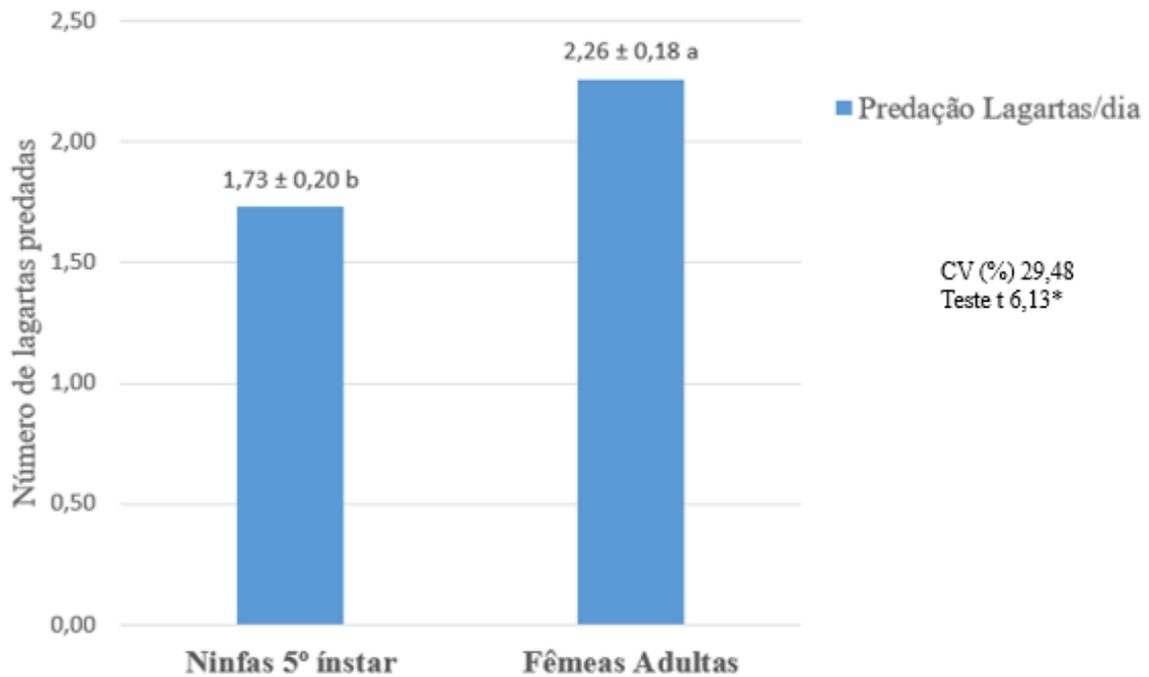


Figura 2. Médias \pm erro padrão do número de lagartas de *Helicoverpa armigera* predadas por *Podisus nigrispinus*, em 24 horas. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste t a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo, * significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade.

Trabalho realizado por Oliveira et al. (2008), onde avaliou a predação por *P. nigrispinus* em lagartas de terceiro ínstar de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de algodão em condições de campo, sob densidade de uma ou três lagartas por planta, relatou taxas de predação de 1,19 e 1,23 lagarta/dia para ninfas de quinto ínstar e fêmeas adultas, respectivamente, quando explorando plantas com 20 dias de idade e disponibilidade diária de três lagartas por planta. As taxas de predação foram maiores com três lagartas por planta, independentemente da área foliar, o que pode ser devido a maior quantidade de presa disponível, que permitiu a localização da presa mais facilmente pelo predador (OLIVEIRA et al., 2008). Assim como verificado nesse trabalho, fêmeas adultas predaram maior número de lagartas do que ninfas de quinto ínstar, possivelmente por serem maiores e necessitarem de maior energia para a fase reprodutiva.

Esse fato também foi observado por Oliveira et al. (2001), em trabalho sobre a resposta funcional desse predador com *A. argillacea*, em que avaliou a taxa de predação por fêmeas adultas nas densidades de uma, duas, quatro, oito e dezesseis lagartas/planta, em que foi observado predação de 0,32 lagarta nas densidades de uma e duas lagartas por planta de algodoeiro, na fase de florescimento, em campo, aumentando essa taxa de acordo com a

densidade da presa, com até 3,10 lagartas predadas/dia, na densidade de 16 lagartas por planta, pela maior chance de serem encontradas nas plantas pelo predador.

As taxas de predação de *Podisus* sobre várias espécies de presas e em condições de campo variaram de 0,32 a 2,46 ataques por fêmea/dia (SAAVEDRA et al., 1997; De CLERCQ et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2001; VIVAN et al., 2002), sendo afetadas principalmente pela área a ser explorada pelo predador, densidade e tamanho da presa, tipo de planta e condições climáticas (OLIVEIRA et al., 2008). Existem trabalhos que afirmam que em condições controladas (casa telada), o percevejo *P. nigrispinus* proporciona alta taxa de predação devido à facilidade de encontrar suas presas (VIVAN et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2008), sendo assim, a capacidade de busca de presas por este predador, à campo, é menor devido a maior área de procura por presas neste ambiente (O'NEIL, 1988; GRANTS, 2015).

Os resultados encontrados nesse trabalho são relevantes para as taxas de predação/dia desse predador. Liberação de ninfas de quinto instar e fêmeas adultas de *P. nigrispinus* reduzem a população da praga em relação à ausência do predador, em condições de campo, podendo ser utilizados em programas de manejo integrado de *H. armigera*, na cultura a soja.

AGRADECIMENTOS

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao Fundect (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul) pelo suporte financeiro e à Fundação MS para a Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias e Embrapa Agropecuária Oeste, pelo apoio e suporte na infraestrutura e desenvolvimento do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APROSOJA/MS. **Associação dos produtores de soja de Mato Grosso do Sul**. Produção de soja é recorde em Mato Grosso do Sul. 2017. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Soja/noticia/2017/04/producao-de-soja-e-recorde-em-mato-grosso-do-sul.html>>. Acesso em: 4 fev. 2018.

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

BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (EMBRAPA). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**, p. 505-508, 2014.

CONAB. 2018. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos: Safra 2016/2017:** Décimo primeiro levantamento, agosto de 2017. Brasília, DF, p. 164, Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_10_11_27_12_boletim_graos_agosto_2017.pdf> Acesso em: 23/01/2018.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 10-13, jan./mar. 2013.

DE CLERCQ, P.; KEPPENS, G.; ANTHONIS, G.; DEGHEELE, D. Laboratory rearing of the predatory stinkbug *Podisus sagitta* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Mededelingen Faculteit Landbouwwetenschappen, Universiteit Gent**, v. 53, p. 1213-1217, 1988.

DE CLERCQ, P. Predaceous stinkbugs (Pentatomidae: Asopinae). In: SCHAEFER, C. W.; PANIZZI, A. R. (Ed). **Heteroptera of economic importance**. Boca Raton: CRC, p. 737-789, 2000.

FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated Management of *Helicoverpa armigera* in Soybean Cropping Systems. In: EL-SHEMY, H. (Ed.). **Soybean - Pest Resistance**. Cairo: InTech, p. 231-280, 2013.

GRANTS, G. E. Biologia e comportamento alimentar de *Podisus nigrispinus* em diferentes agroecossistemas. **Revista científica eletrônica de Agronomia**. n. 28, Dez., 2015.

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

GRIGOLLI, J. F. J.; ÁVILA, C. J.; OLIVEIRA, H. N.; TOMQUELSKI, G. V. SANTOS, V. Mapping the occurrence and density of *Helicoverpa armigera* (Hbner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Journal of Entomology and Nematology**, v. 8, p. 28-33, 2016.

MOURA, L.A. & GRAZIA, J. Record of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) preying on *Metrogaleruca obscura* Degeer (Coleoptera: Chrysomelidae). **Neotropical Entomology**, v. 40, p. 619–621, 2011.

OLIVEIRA, H. N. *et al.* Body weight increment of *Podisus nigrispinus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Brenesia**, v.51, p.77-83, 1999.

OLIVEIRA, J. E. M.; TORRES, J. B.; CARRANO-MOREIRA, A. F.; ZANUNCIO, J. C. Efeito da densidade de presas e do acasalamento na taxa de predação de fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em condições de laboratório e campo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 647-654, 2001.

OLIVEIRA, J. E. M.; DE BORTOLI, S. A.; MIRANDA, J. E.; TORRES, J. B.; ZANUNCIO, J. C. Predação por *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: pentatomidae) sob efeito da densidade de *Alabama argillacea* (Lepidoptera: noctuidae) e idades do algodoeiro. **Científica**, Jaboticabal, v.36, n.1, p. 1-9, 2008.

O'NEIL, R. J. Predation by *Podisus maculiventris* (Say) on Mexican bean beetle, *Epilachna varivestis* Mulsant, in Indiana soybeans. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 120, p. 161-166, 1988.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programa de Controle Biológico**. Piracicaba: ESALQ. p. 134, 2001.

SAAVEDRA, J.L.D.; ZANUNCIO, J.C.; DELLA LUCIA, T.M.C.; REIS, F.P. Efeito da dieta artificial na fecundidade e fertilidade do predador *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 21, p. 69-76, 1992.

SAAVEDRA, J.L.D.; ZANUNCIO, J.C.; SEDIYAMA, C.S.; ZANUNCIO, T.V. Fecundidad y fertility del predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) en cuatro dietas artificiales. **Turrialba**, v. 45, p. 70-75, 1995.

SAAVEDRA, J. L. D.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; GUEDES, R. N. Prey captured ability of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae) reared for successive generations on a meridic diet. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 121, n. 2, p. 327-330, 1997.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V. de; YANO, S. A. C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 6, p. 689-692, 2013.

TAY, W. T.; SORIA, M. F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, G. T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A brave New World for an Old World pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 8, n. 11, p. 1-7, 2013.

TORRES, J.B.; ZANUNCIO, J.C.; MOURA, M.A. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidopteran larval control in *Eucalyptus* Forest in Brazil. **CAB REVIEWS: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 1, p. 1-18, 2006.

VIVAN, L. M.; TORRES, J. B.; VEIGA, A. F. S. L.; ZANUNCIO, J. C. Comportamento de predação e conversão alimentar de *Podisus nigrispinus* sobre a traça-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 581-587, 2002.

ZAMPERLINE, B.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, J. E. M.; BRAGANÇA, M. A. L. Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento

ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Árvore**, v. 16, p. 224-230, 1992.

ZANUNCIO, J.C.; ALVES, J.B.; SARTÓRIO, R.C.; LEITE, J.E.M. Métodos para criação de hemípteros predadores de lagartas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 21, p. 245-251, 1992.

ZANUNCIO, J. C.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; SERRÃO, J. E.; PRATISSOLI D. Nymphal development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with combinations of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. **Biocontrol Science and Technology**, v. 11, p. 331-337, 2001.

PARASITISMO E ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Tetrastichus howardi* (OLLIFF, 1893) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM PUPAS E LAGARTAS DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Juliana Simonato¹; Harley N. de Oliveira²; José F. J. Grigolli³

¹Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), 79804-070 Dourados, MS, Brasil. E-mail: ju_simonato@hotmail.com. ²Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 449, 79804-970 Dourados, MS, Brasil. ³Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, Caixa Postal 137, 79150-000 Maracaju, MS, Brasil.

RESUMO

Helicoverpa armigera é um inseto-praga que ataca diversas culturas e tem sido motivo de preocupação no Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de utilização de *Tetrastichus howardi* no controle de *H. armigera*, em laboratório. No primeiro experimento avaliou-se o parasitismo e as características biológicas de *T. howardi* em pupas de *H. armigera* e *D. saccharalis*, sendo avaliadas a porcentagem de pupas parasitadas e de pupas com emergência, a duração do ciclo de vida (ovo-adulto), a progênie, a razão sexual e a longevidade do parasitoide. No segundo experimento avaliou-se o parasitismo de *T. howardi* em lagartas de *H. armigera* e seus efeitos sobre a mortalidade de lagartas e pupas de *H. armigera*. O percentual de pupas parasitadas e de emergência foi de 100% para os hospedeiros avaliados. O ciclo de vida de *T. howardi* em pupas de *H. armigera* foi de 15 dias, e para o hospedeiro *D. saccharalis* foi de 16 dias. A progênie foi significativamente maior para o hospedeiro *H. armigera* (689,00) em relação a *D. saccharalis* (358,27). A razão sexual foi 91% e 87% para *H. armigera* e *D. saccharalis*, respectivamente. A longevidade de machos (25,60 dias) e fêmeas (26,95 dias) no tratamento com *H. armigera* diferiu do tratamento com *D. saccharalis*, que foi de 21,70 dias para machos e 22,95 dias para fêmeas. Para o experimento com lagartas de *H. armigera*, verificou-se que apenas duas lagartas de quinto instar foram parasitadas, com emergência de parasitoides na fase de pupa. Nas pupas 1 e 2, respectivamente, a progênie foi de 87 e 75 indivíduos; ciclo de vida (ovo-adulto) foi de 19 e 20 dias; razão sexual de 0,88 e 0,89, e a longevidade de machos foi de 19,4 e 19,8 dias e de fêmeas 20,6 e 20,1 dias. *T. howardi* parasitou com sucesso pupas de *H. armigera* em laboratório, mas não foi eficiente no parasitismo de lagartas. Novos estudos devem ser conduzidos, buscando verificar a capacidade e a eficiência desse parasitoide em localizar o hospedeiro no campo.

PALAVRAS-CHAVE: Parasitoides, controle biológico, insetos-praga.

PARASITISM AND BIOLOGICAL ASPECTS OF *Tetrastichus howardi*
(OLLIFF, 1893) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) IN PUPAS AND LIZARDS OF
***Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

ABSTRACT

Helicoverpa armigera is a pest insect that attacks several crops and has been a cause of concern in Brazil. The objective of this work was to evaluate the potential use of *Tetrastichus howardi* in the control of *H. armigera*, in the laboratory. In the first experiment the parasitism and the biological characteristics of *T. howardi* were evaluated in pupae of *H. armigera* and *D. saccharalis*, with the percentage of pupae being parasitized and of pupae with emergence, the duration of the life cycle (egg-adult), progeny, sex ratio and longevity of the parasitoid. In the second experiment the parasitism of *T. howardi* was evaluated in *H. armigera* caterpillars and their effects on the mortality of *H. armigera* caterpillars and pupae. The percentage of parasitized and emergency pupae was 100% for the evaluated hosts. The life cycle of *T. howardi* on *H. armigera* pupae was 15 days, and for the host *D. saccharalis* was 16 days. Progeny were significantly higher for the *H. armigera* host (689.00) than *D. saccharalis* (358,27). The sex ratio was 91% and 87% for *H. armigera* and *D. saccharalis*, respectively. The longevity of males (25.60 days) and females (26.95 days) in the treatment with *H. armigera* differed from the treatment with *D. saccharalis*, which was 21.70 days for males and 22.95 days for females. For the experiment with caterpillars of *H. armigera*, it was verified that only two caterpillars of fifth instar were parasitized, with emergence of parasitoids in the pupa phase. In pupae 1 and 2, respectively, the progeny were 87 and 75 individuals; life cycle (egg-adult) was 19 and 20 days; sex ratio of 0.88 and 0.89, and male longevity was 19.4 and 19.8 days and females 20.6 and 20.1 days. *T. howardi* successfully parasitized *H. armigera* pupae in the laboratory, but was not efficient in caterpillar parasitism. New studies should be conducted, seeking to verify the ability and efficiency of this parasitoid in locating the host in the field.

KEYWORDS: Parasitoids, biological control, pest insects.

INTRODUÇÃO

Helicoverpa armigera (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie de inseto que apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo em países da Ásia, África, Europa, Oceania (GUO, 1997) e América (CZEPAK et al., 2013). No Brasil, até janeiro de 2013 era considerada praga quarentenária A1, mas no primeiro trimestre de 2013 foi detectada nos estados de Goiás, Bahia e Mato Grosso, associada principalmente às culturas do algodão e da soja causando prejuízos, sendo esta constatação o primeiro registro de ocorrência no Continente Americano (CZEPAK et al., 2013). Após tal constatação, diversos relatos de ataques e perdas em lavouras foram divulgados, como os que ocorreram na cultura da soja no sul do estado do Paraná e na região de Chapadão do Sul (Mato Grosso do Sul), além de relatos de sua ocorrência em milho Bt (ÁVILA et al., 2013) e em citros em São Paulo (BUENO et al., 2014).

Para o controle de *H. armigera*, quando a mesma foi detectada no Brasil em 2013, aprovou-se a utilização nas lavouras do vírus *Helicoverpa armigera* nucleopolyhedrovirus (HearNPV), e também foi utilizado o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (HELICOVERPA... 2014). Entre os agentes de controle biológico promissores para o controle de *H. armigera*, destacam-se os parasitoides eulofídeos, pois esses inimigos naturais são comumente relatados como parasitoides de vários Lepidoptera, como da família Noctuidae e Crambidae (PEREIRA et al., 2008; ANDRADE et al., 2010; VARGAS et al., 2011).

Na Austrália, 45 espécies de himenópteros e dípteros foram relatadas parasitando ovos, lagartas e pupas de *Helicoverpa* spp. (JOHNS & WHITEHOUSE, 2004). No Irã, 36 parasitoides, 23 predadores e 9 patógenos foram relatados associados às formas imaturas de *H. armigera*, com nível de controle biológico natural variando de 5 a 76%, dependendo da cultura e do estágio de desenvolvimento em que a praga se encontra (FATHIPOUR & SEDARATIAN, 2013). No Brasil, foi registrado a ocorrência natural em lagartas de *H. armigera* dos parasitoides *Archytas marmoratus* Townsend (Diptera: Tachinidae) (GUERRA et al., 2014), e de *Campoletis sonorensis* (Cameron, 1886) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *A. marmoratus* e *Archytas incertus* (Macquart, 1851) (Diptera: Tachinidae) associados a *H. armigera*, em que a taxa de parasitismo larval foi superior a 41% em áreas de refúgio estruturado de algodão, sem uso de inseticidas químicos (LUZ et al., 2018).

Tetrastichus howardi (Hymenoptera: Eulophidae), é uma espécie asiática que foi introduzida na África do Sul visando o controle biológico da broca da haste *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae) (MELO et al., 2011). No Brasil, *T. howardi* foi registrado parasitando

naturalmente pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar (VARGAS et al., 2011) e em milho (CRUZ et al., 2011), e pupas de *Plutella xylostella* em couve (SILVA-TORRES et al., 2010).

Apesar de *T. howardi* ser um parasitoide de pupas, também demonstrou a capacidade em parasitar e se desenvolver nos estágios de lagarta de *D. saccharalis* em trabalho realizado por Vargas et al., (2011).

O controle biológico é considerado uma importante ferramenta para o manejo de insetos-praga, e como *H. armigera* tem sido motivo de preocupação por agricultores e profissionais da área agrônômica, são necessários estudos visando avaliar o potencial de controle de diferentes inimigos naturais, entre eles o parasitoide *T. howardi*.

OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial de utilização de *T. howardi* no controle de *H. armigera*, em pupas e lagartas, em laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em laboratório com as condições controladas de 25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas. Para os bioensaios foram utilizadas pupas e lagartas de *H. armigera* provenientes da criação do Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste em dieta artificial modificada de Greene et al. (1976) e adaptada por Parra (2001), e também pupas de *D. saccharalis* criadas em dieta modificada de Hensley & Hammond (1968) composta por farelo de soja, germe de trigo, vitamina e sais minerais. Os parasitoides *T. howardi* utilizados nos experimentos foram resultantes da criação desse inimigo natural no hospedeiro *D. saccharalis* (VARGAS et al., 2011).

Bioensaio 1: Comparação do parasitismo de *T. howardi* em pupas de *H. armigera* e do hospedeiro natural *D. saccharalis*.

Trinta pupas de *H. armigera* (0,328 – 0,418 g) e trinta pupas de *D. saccharalis* (0,187 – 0,228 g), ambas com 24 horas após a pupação foram individualizadas em tubos de vidro de

fundo chato (8,5 x 2,5 cm) (altura x diâmetro) e expostas ao parasitismo por 15 fêmeas copuladas de *T. howardi* com até 24 horas de idade. O número de parasitoides por pupa foi definido conforme testes de densidade realizados com parasitoides da família Eulophidae (VARGAS, 2013). Trabalho realizado por Oliveira et al. (2016), também subsidia esse número, uma vez que em laboratório, pupas de *H. armigera* tiveram 100% de parasitismo ao serem expostas a 15 fêmeas de *T. howardi* por pupa, proporcionando aumento da progênie sem perder características biológicas essenciais em uma criação de laboratório.

Após 24 horas de parasitismo, os parasitoides foram retirados dos tubos e as pupas de *H. armigera* e de *D. saccharalis* permaneceram em observação até a emergência dos parasitoides. Os tubos de vidro contendo as pupas foram vedados com algodão e mantidos em sala climatizada, com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa (UR) de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, até a possível emergência dos parasitoides.

Avaliou-se a porcentagem de pupas parasitadas e de pupas com emergência, a duração do ciclo de vida (ovo-adulto), a progênie (número de parasitoides por pupa), a razão sexual (número de fêmeas/número da progênie) e a longevidade dos parasitoides emergidos. Para a avaliação da longevidade dos parasitoides foram selecionados ao acaso 20 fêmeas e 10 machos de *T. howardi* de cada tratamento, os quais foram individualizados em tubos de ensaio contendo uma gota de mel, onde permaneceram até a sua morte).

O sexo dos adultos de *T. howardi* foi determinado de acordo com características morfológicas da antena, sendo que as fêmeas apresentam funículo das antenas pigmentado e com três segmentos e nos machos, o funículo contém quatro segmentos e apenas a clava é pigmentada (LA SALLE e POLASZEK, 2007).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 2 tratamentos (hospedeiros) e 30 repetições cada (pupas). Os dados obtidos foram submetidos ao Teste t a 5% de significância.

Bioensaio 2: Avaliação do parasitismo de *T. howardi* em lagartas de *H. armigera* e seus efeitos sobre a mortalidade do hospedeiro.

Trinta lagartas de terceiro, quarto e quinto ínstar de *H. armigera* foram individualizadas em tubos de vidro de fundo chato (8,5 x 2,5 cm) (altura x diâmetro) e expostas ao parasitismo por 24 horas por três fêmeas copuladas de *T. howardi* com até 24 horas de idade, por lagarta. Após o período de exposição ao parasitismo, os parasitoides foram retirados dos tubos e foi

disponibilizado dieta artificial para alimentação das lagartas, permanecendo até uma possível emergência dos parasitoides.

Os tubos de vidro contendo as lagartas foram vedados com algodão e mantidos em sala climatizada, com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa (UR) de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h, até a possível emergência dos parasitoides.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 (ínstar da lagarta) x 2 (sem e com parasitoide) com cinco repetições. Cada repetição foi constituída de um grupo de seis lagartas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os dados foram transformados em raiz de $\sqrt{x} + 0,5$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparação do parasitismo de *T. howardi* em pupas de *H. armigera* e do hospedeiro natural *D. saccharalis*.

O percentual de pupas com parasitismo e emergência de adultos foi de 100% para os hospedeiros avaliados. O ciclo de vida (ovo - adulto) de *T. howardi* em pupas de *H. armigera* foi de 15 dias, e para o hospedeiro *D. saccharalis* foi de 16 dias. A progênie foi significativamente maior para o hospedeiro *H. armigera* (689,00) em relação a *D. saccharalis* (358,27) (Tabela 1).

Tabela 1: Avaliação dos aspectos biológicos de *Tetrastichus howardi* em pupas de *Helicoverpa armigera* e *Diatraea saccharalis*. Maracaju, MS, 2018.

	Hospedeiros		Teste t	CV (%)
	<i>H. armigera</i>	<i>D. saccharalis</i>		
Parasitismo (%)	100	100	-	-
Emergência (%)	100	100	-	-
Ciclo ovo-adulto (dias)	15,00 ± 0,0	16,00 ± 0,0	-	-
Progênie	689,00 ± 15,98 a	358,27 ± 14,54 b	238,34**	15,85
Razão sexual	0,91 ± 0,00 a	0,87 ± 0,00 b	14,39**	3,58
Longevidade de Machos	25,60 ± 0,30 a	21,70 ± 0,30 b	106,11 **	3,58
Longevidade de fêmeas	26,95 ± 0,18 a	22,95 ± 0,25 b	152,00**	4,11

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t a 5% de probabilidade; CV: coeficiente de variação** Significativo a 1% de probabilidade ns: não significativo a 5% de probabilidade.

Os resultados de parasitismo e emergência obtidos indicam que pupas de *H. armigera* são bons hospedeiros para a criação da espécie *T. howardi*. Segundo Favero et al. (2013), um alto desempenho reprodutivo do parasitoide demonstra a sua viabilidade na utilização do hospedeiro. Além disso, a ocorrência do parasitismo é fundamental para o controle biológico aplicado no Manejo Integrado de Pragas e altas taxas de emergência contribuem para a multiplicação dos parasitoides em laboratórios de criação massal, assim como para liberações inundativas com a finalidade de preservação destas espécies em campo (DIAS et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2016).

A progênie empregando pupas de *H. armigera* como hospedeiro foi maior (689,00) em relação a do hospedeiro *D. saccharalis* neste trabalho (358,27) para os quais foram utilizadas 15 fêmeas por pupa, assim como foi maior em relação a progênie de *D. saccharalis* (190,74) no trabalho realizado por Costa et al., (2014) que utilizaram três fêmeas do parasitoide por pupa. No hospedeiro *Erinnyis ello* (Lepidoptera: *Sphingidae*) a progênie foi de 466 indivíduos, quando pupas foram expostas ao parasitismo por dez fêmeas de *T. howardi* (BARBOSA et al., 2015). Em trabalho realizado por Cruz et al., (2011), uma fêmea de *T. howardi* foi capaz de produzir até 66 descendentes por pupa de *D. saccharalis*. Em geral, a produção de descendentes tende a ser proporcional ao aumento da densidade de fêmeas de parasitoides por pupa e ao tamanho do hospedeiro (OLIVEIRA et al., 2016). As diferenças constatadas entre os hospedeiros neste trabalho provavelmente encontram-se relacionadas ao tamanho do hospedeiro, uma vez que pupas de *H. armigera* são maiores do que pupas de *D. saccharalis*.

A duração do ciclo de vida dos parasitoides em pupas de *H. armigera* (15 dias) e *D. saccharalis* (16 dias) (Tabela 1) foram menores ao relatado por Costa et al. (2014), que avaliaram aspectos biológicos de *T. howardi* em pupas de *D. saccharalis*, com duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de 20,26 dias, e por Barbosa et al. (2015) ao utilizar com hospedeiro *E. ello* (20,12 dias), sendo que os trabalhos foram realizados nas mesmas condições de temperatura, demonstrando que *H. armigera* não afeta características biológicas importantes do parasitoide, sendo um hospedeiro adequado para sua multiplicação. A duração do ciclo de vida interfere na velocidade da criação do parasitoide em laboratório e, portanto, nas liberações em campo, sendo que uma menor duração do ciclo de vida favorece um maior número de gerações do parasitoide em menor tempo.

A razão sexual encontrada nesse trabalho para *H. armigera* (91%) (Tabela 1) foi semelhante ao relatado por Costa et al. (2014) no hospedeiro *D. saccharalis*, que foi de 93% de fêmeas; quando o parasitoide *T. howardi* foi criado em pupas de *T. molitor*, teve uma proporção de 94% de fêmeas na progênie (OLIVEIRA, 2013) e quando o hospedeiro utilizado foi *E. ello*, a razão sexual foi de 96% (BARBOSA et al., 2015). Valores de razão sexual próximos a 1 indicam a existência na progênie de maior número de fêmeas, sendo importante para liberações em campo, uma vez que as fêmeas é que são responsáveis pelo parasitismo, aumentando assim o número de indivíduos produzidos na geração seguinte (PEREIRA et al., 2009). A razão sexual favorece a retenção dos parasitoides nas culturas e a proporção de 60% de fêmeas nas liberações é o suficiente para um controle eficiente (CAMPOS-FARINHA et al., 2000; VACARI et al., 2012). Outros parasitoides da família Eulophidae tem como característica a baixa quantidade de machos nos descendentes, entre eles *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) e *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) (CHICHERA et al., 2012; PASTORI et al., 2012; FAVERO et al., 2013).

A longevidade de machos (25,60 dias) e fêmeas (26,95 dias) no tratamento com *H. armigera* diferiu do tratamento com *D. saccharalis*, que foi de 21,70 dias para machos e 22,95 dias para fêmeas. No hospedeiro *E. ello*, a longevidade de machos e fêmeas foi de 15 e 12 dias, respectivamente (BARBOSA et al., 2015). Isso sugere que *H. armigera* é um hospedeiro alternativo de qualidade, promovendo maior longevidade do parasitoide *T. howardi*. Ressalta-se que a maior longevidade contribui para maiores chances reprodutivas em condições de campo. O aumento da longevidade é considerado benéfico nas criações de agentes de controle biológico, pois garante a sobrevivência durante os procedimentos operacionais e favorece a maior permanência dos inimigos naturais nas culturas (SORENSEN et al., 2012; VARGAS, 2013).

Pupas de *H. armigera* são adequadas para o desenvolvimento do parasitoide, demonstrando que a qualidade nutricional deste hospedeiro supre as necessidades do parasitoide, melhorando seu desempenho reprodutivo.

Avaliação do parasitismo de *T. howardi* em lagartas de *H. armigera* e seus efeitos sobre a mortalidade do hospedeiro.

Apenas duas lagartas de *H. armigera* de quinto instar foram parasitadas (6,67%), com 100% de emergência de parasitoides (Tabela 2).

Com relação ao parasitismo das duas lagartas de quinto instar, a emergência dos parasitoides ocorreu na fase de pupa. Nas pupas 1 e 2, respectivamente, a progênie foi de 87 e 75 indivíduos; ciclo de vida (ovo-adulto) foi de 19 e 20 dias; razão sexual de 0,88 e 0,89, e a longevidade de machos foi de 19,4 e 19,8 dias e de fêmeas 20,6 e 20,1 dias.

A taxa de parasitismo de lagartas e emergência de parasitoides encontrada nesse trabalho foi maior do que o relatado por Pereira et al. (2015), ao verificar o parasitismo de *T. howardi* nos diferentes ínstar da lagarta *D. saccharalis*, expostas a sete fêmeas do parasitoide por 96 horas de parasitismo, constatou 2% (n = 50) de parasitismo apenas em lagartas de quinto instar, e das lagartas parasitadas, apenas 14% tiveram emergência de parasitoides, ocorrendo também na fase de pupa do hospedeiro, como relatado neste trabalho para *H. armigera*.

Vargas (2013) relatou o parasitismo por *T. howardi* em lagartas de *D. saccharalis* de segundo ao quinto instar, e uma fêmea parasitoide foi suficiente para causar a mortalidade do hospedeiro, sendo que a porcentagem de parasitismo foi influenciada pelos ínstar das lagartas, e foi maior quando combinada a densidade de quatro fêmeas de *T. howardi*.

As baixas taxas de parasitismo de lagartas de *H. armigera* por fêmeas de *T. howardi* sugerem que esses estágios de vida podem possuir uma resposta imune mais forte contra este parasitoide, conforme relatado para *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) parasitando lagartas de *D. saccharalis* (MAHMOUD et al., 2011; PEREIRA et al., 2015). Defesas celulares, encapsulamento e melanização dos ovos endoparasitoides (PENNACCHIO & STRAND 2006; ANDRADE et al. 2010) podem ser alguns dos mecanismos envolvidos neste fenômeno (PEREIRA et al, 2015). *H. armigera* apresenta tegumento levemente coriáceo, o que pode ser uma das hipóteses para o baixo índice de parasitismo, além da lagarta apresentar um comportamento defensivo bastante agressivo. A lagarta, diferente da fase de pupa, apresenta

movimentos e é passível de se defender do ataque do parasitoide (CÔNSOLI e VINSON, 2009; GREENEY et al., 2012).

Em relação aos efeitos do contato do parasitoide com as lagartas sobre as taxas de mortalidade ainda na fase de lagarta, foi observado uma maior taxa de mortalidade em lagartas que foram expostas ao parasitismo, com diferença significativa entre os estádios larvais, sendo que lagartas que foram submetidas ao parasitismo no terceiro instar tiveram maior mortalidade (13,36%) (Tabela 2). Em trabalho realizado por Vargas (2013), onde verificou o parasitismo de *T. howardi* nos diferentes instares de lagarta de *D. saccharalis*, constatou que as lagartas que morreram em decorrência do parasitismo, adquiriram coloração escura, tegumento flácido e depois rígido, sendo que as lagartas de quinto instar muitas vezes ficaram em estágio intermediário entre lagarta e pupa, da mesma forma, essas características foram encontradas nas lagartas de *H. armigera* que morreram durante o experimento. De acordo com o mesmo autor, as mudanças na coloração e na consistência do corpo de lagartas de *D. saccharalis* parasitadas por *T. howardi* podem estar relacionadas com as alterações promovidas pelos fluídos que são injetados durante a oviposição. Essas substâncias causam distúrbios fisiológicos que auxiliam na supressão do sistema imunológico do hospedeiro, causando sua morte (DANNEELS et al., 2010; COLINET et al., 2013; VARGAS, 2013).

Já para as lagartas de *H. armigera* que passaram para a fase de pupa foram verificadas diferenças em relação ao controle, sendo maior as taxas de mortalidade para as pupas que na fase anterior (lagartas) tinham sido submetidas ao contato com o parasitoide (Tabela 2). Pupas provenientes das lagartas de quinto instar expostas ao parasitismo tiveram maior taxa de mortalidade (60,02%) em relação ao terceiro (34,00%) e quinto instar (38,04%) (Tabela 2). As pupas que não originaram mariposas, se mostraram ocas, mal formadas e algumas ficando em estágio intermediário entre lagarta e pupa, assim como foi descrito por Vargas (2013), demonstrando um possível estresse sofrido ainda durante a fase de lagarta. Conforme relatado por Vargas (2013), uma fêmea de *T. howardi*, em alguns casos, não causa a morte imediata das lagartas de *D. saccharalis*, isso foi evidenciado quando lagartas de diferentes instares morreram após atingirem a fase de pupa, o que pode ter ocorrido também com as lagartas de *H. armigera*. É importante destacar que a dieta artificial estava disponível para as lagartas até atingirem a fase de pupa, apesar das mesmas consumirem alimento por um tempo limitado.

Sugere-se que a maior mortalidade de lagartas e pupas que foram expostas ao parasitismo possa ser explicada pela capacidade que alguns parasitoides apresentam de injetar toxinas durante a oviposição, com o objetivo de superar a resposta imune por encapsulação do

hospedeiro (SCHMID-HEMPEL, 2005; BUENO, 2015), o que pode ter provocado também a morte do hospedeiro.

Tabela 2: Avaliação do parasitismo em lagartas de *Helicoverpa armigera* de diferentes ínstar e efeito sobre as taxas de mortalidade de lagartas e pupas do hospedeiro. Maracaju, MS, 2018.

Ínstar Lagarta (A)	PARASITISMO (%)			MORTALIDADE DE LAGARTAS (%)			MORTALIDADE DE PUPAS (%)		
	Parasitoide (B)		Média	Parasitoide (B)		Média	Parasitoide (B)		Média
	Sem	Com		Sem	Com		Sem	Com	
3°	0,00	0,00	0,00	6,68 aA	13,36 aA	10,02 a	0,00 aB	34,00 bA	17,00 b
4°	0,00	0,00	0,00	0,00 bA	3,34 bA	1,67 b	3,34 aB	38,04 bA	20,69 b
5°	0,00	6,67	3,33	0,00 bA	0,00 bA	0,00 b	3,34 aB	60,02 aA	31,68 a
Média	0,00	2,35		2,23 B	5,57 A		2,22 B	44,02 A	
	---			Teste F (A) = 10,69**			Teste F (A) = 2,88*		
	---			Teste F (B) = 3,10*			Teste F (B) = 138,66**		
	---			Teste F (A*B) = 1,03 ^{ns}			Teste F (A*B) = 3,82*		
	---			CV (%) = 70,84%			CV (%) = 32,42%		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo, * significativo a 5% de probabilidade, ** significativo a 1% de probabilidade. Os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

Tetrastichus howardi parasitou com sucesso pupas de *H. armigera* em laboratório. O parasitismo de *H. armigera* em lagartas não foi eficiente, mas pode ocorrer. No entanto, foi observado que lagartas que foram expostas ao parasitismo apresentaram maior taxa de mortalidade, principalmente na fase de pupa, sugerindo que o efeito do parasitismo pode ter afetado negativamente essa fase. Levando em consideração esse fato, e que o parasitoide apresentou longevidade em torno de 25 dias, em condições de campo ele conseguiria atuar nas diferentes fases que encontrasse, parasitando lagartas de diferentes instares, ocasionando a mortalidade ainda na fase de lagarta e na fase de pupa do hospedeiro, sendo uma contribuição para o controle biológico dessa praga. No entanto, estudos visando avaliar o parasitismo em lagartas de *H. armigera*, testando várias densidades de parasitoides, bem como o tempo maior de exposição ao parasitismo, poderão ser conduzidos, afim de verificar se o parasitoide é eficiente na fase de lagartas.

A eficiência do parasitismo em pupas subsidia futuras avaliações para criação massal desse parasitoide utilizando pupas desse hospedeiro. Sendo assim, novos estudos devem ser conduzidos, buscando verificar a capacidade e a eficiência desse parasitoide em localizar o hospedeiro no campo, uma vez que as pupas dessa praga se localizam no solo, sendo necessário levar em consideração a dinâmica das espécies de lepidópteros da família Noctuidae nas culturas.

CONCLUSÃO

- *Tetrastichus howardi* parasita com sucesso pupas de *H. armigera* em laboratório, demonstrando ser um hospedeiro alternativo de qualidade para a multiplicação do parasitoide.

- O parasitismo em lagartas de *H. armigera* por *T. howardi* ocorreu, porém não foi eficiente. No entanto, o efeito do parasitismo pode ter afetado negativamente essa fase, causando a mortalidade de lagartas e pupas.

AGRADECIMENTOS

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao Fundect (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul) pelo suporte financeiro, e à Fundação MS para a Pesquisa e Difusão de

Tecnologias Agropecuárias e Embrapa Agropecuária Oeste, pelo apoio e suporte na infraestrutura e desenvolvimento do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, G. S.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; ZANUNCIO, T. V.; LEITE, G. L. D.; POLANCZYK, R. A. Immunity of an alternative host can be overcome by higher densities of its parasitoids *Palmistichus elaeisis* and *Trichospilus diatraeae*. **PLoS ONE**, v. 5, p. 1-7, 2010.

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

BARBOSA, R. H.; KASSAB, S. O.; PEREIRA, F. F.; ROSSONI, C.; COSTA, D. P.; BERNDT, M. A. Parasitism and biological aspects of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) pupae. **Ciência Rural**, v. 45, n.2, p. 185-188, 2015.

BUENO, R. C. O. F.; YAMAMOTO, P. T.; CARVALHO, M. M.; BUENO, N. M. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) on citrus in the state of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 36, p. 520-523, 2014.

BUENO, M. N. Bases biológicas para utilização de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) para controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). 49f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu-SP, 2015.

CAMPOS-FARINHA, A.E.C.; CHAUD-NETTO, J.; GOBBI, N. Biologia reprodutiva de *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae). IV. Discriminação entre lagartas parasitas e não parasitadas de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae) tempo

de desenvolvimento e razão sexual dos parasitoides. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 67, p. 229-234, 2000.

CHICHERA, R. A.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; BARBOSA, R. H.; PASTORI, P. L.; ROSSONI, C. Capacidade de busca de *Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Interciencia**, v. 37, p. 852-856, 2012.

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

CÔNSOLI, F. L.; VINSON, S. B. Parasitoides (Hymenoptera). In: PANIZZII, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.). Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. **Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, p. 837-873, 2009.

COSTA, D. P.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; ROSSONI, C.; FAVERO, K.; BARBOSA, R. H. Reprodução de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) de diferentes idades. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 57, p. 67-71, 2014.

CRUZ, I.; REDOAN, AC.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; PENTEADO-DIAS, A. M. New record of *Tetrastichus howardi* (Olliff) as a parasitoid of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) on maize. **Scientia Agricola**, v. 68, p. 52-254, 2011.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, p. 10-113, 2013.

DANNEELS, E.L.; RIVERS, D.B.; GRAAF, D.C. Venom proteins of the parasitoid wasp *Nasonia vitripennis*: Recent discovery of an untapped pharmacopee. **Toxins**, v. 2, p. 494-516, 2010.

DIAS, N.S.; PARRA, J.R.P.; LIMA, T.C.C. Seleção de hospedeiro alternativo para três espécies de tricogramatídeos neotropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1467-1473, 2008.

FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems. **Soybean – pest resistance**. Cairo. p. 231-280, 2013.

FAVERO, K.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; OLIVEIRA, H. N. D.; COSTA, D. P.; ZANUNCIO, J. C. Biological characteristics of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) are influenced by the number of females exposed per pupa of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 96, n. 2, p. 583-589, 2013.

GUO, Y.Y. Progress in the researches on migration regularity of *Helicoverpa armigera* and relationships between the pest and its host plants. **Acta Entomologica Sinica**, v. 40, p. 1-6, 1997.

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

GREENEY, H. F.; DYER, L. A. S.; MILANICH, A. M. Feeding by lepidopteran larvae is dangerous: A review of caterpillars chemical, physiological, morphological, and behavioral defenses against natural enemies. **Invertebrate Survival Journal**, v. 9, p. 7-34, 2012.

GUERRA, W. D.; GUERRA, A. L. L. D.; RIBAS, L. N.; GONÇALVES, R. M.; MASTRANGELO, T. Molecular identification of a parasitic fly (Diptera: Tachinidae) from the introduced *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Entomology, Ornithology and Herpetology**, v. 3, n. 3, p. 1-4, 2014.

HELICOVERPA: a guerra continua. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, ano 117, n. 701, p. 54-57, 2014.

HENSLEY, S. D.; HAMMOD, A. H. Laboratory techniques for rearing the sugar cane borer on an artificial diet. **Journal of Economic Entomology**, v. 61, p. 1742-1743, 1968.

JOHNS, C. V.; WHITEHOUSE, M. E. A. Mass rearing of two larval parasitoids of *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae): *Netelia product* (Brulle) and *Heteropelma scaposum* (Morley) (Hymenoptera: Ichneumonidae) for field release. **Australian Journal of Entomology**, v. 43, p. 83-87, 2004.

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

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

MELO, R. L.; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; TAVARES, M.; MILANEZ, A. M.; MELO, D. F. Ocorrência de *Trichospilus diatraeae* (Hym.: Eulophidae) em broca-das-cucurbitáceas no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 228-230, 2011.

MAHMOUD, M.; LUNA-SANTILLANA, D.; RODRÍGUES-PÉREZ, M.A. Parasitism by the endoparasitoid, *Cotesia flavipes* induces cellular immunosuppression and enhances susceptibility of the sugar cane borer, *Diatraea saccharalis* to *Bacillus thuringiensis*. **Journal of Insect Science**, v. 11, p. 1-15, 2011.

OLIVEIRA, F. G. Multiplicação de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). 63f. **Dissertação** (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2013.

OLIVEIRA, H. N.; SIMONATO, J.; GLAESER, D. F.; PEREIRA, F. F. Parasitism of *Helicoverpa armigera* pupae (Lepidoptera: Noctuidae) by *Tetrastichus howardi* and *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 111-115, 2016.

PASTORI, P. L.; ZANUNCIO, J. C.; SILVA, R. O.; PEREIRA, F. F.; AZAMBUJA, R.; PEREIRA, J. M. M. Reprodução de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Anticarsia gemmantalis* Hübner (Lepidoptera:

Noctuidae) em relação a idade do parasitoide e do hospedeiro. **EntomoBrasilis**, v. 5, p. 37-42, 2012.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programa de Controle Biológico**. Piracicaba: ESALQ. p. 134, 2001.

PENNACCHIO, F.; STRAND, M. R. Evolution of developmental strategies in parasitic Hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 233-258, 2006.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; TAVARES, M. T.; PASTORI, P. L.; JACQUES, G. C.; VILELA, E. F. New record of *Trichospilus diatraeae* as a parasitoid of the Eucalyptus Defoliator *Thyrintea arnobia* in Brazil. **Phytoparasitica**, v. 36, n. 3, p. 304-306, 2008.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; PASTORI, P. L.; RAMALHO, F. S. Reproductive performance of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera; Eulophidae) with previously refrigerated pupae of *Bombyx mori* (Lepidoptera; Bombycidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 3, p. 865-869, 2009.

PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; VARGAS, E. L.; CALADO, V. R. F.; OLIVEIRA, H. N.; ZANUNCIO, J. C. Parasitism and emergence of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) larvae, pupae and adults. **Florida Entomologist**, 98, n 1, p. 377-380, 2015.

SCHMID-HEMPEL, P. Evolutionary ecology of insect immune defenses. **Annual Review of Entomology**, v. 50, p. 529-551, 2005.

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

SORENSEN, J.G.; ADDISON, M.F.; TERBLANCHE, J.S. Mass-rearing of insects for pest management: Challenges, synergies and advances from evolutionary physiology. **Crop Protection**, v. 38, p. 87-94, 2012.

VACARI, A.M.; DE BORTOLI, S.A.; BORBA, D.F.; MARTINS, M.I.E.G. Quality of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) reared at different host densities and the estimated cost of its commercial production. **Biological Control**, v. 63, p. 102-106, 2012.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; TAVARES, M. T.; PASTORI, P. L. Record of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Diatraea sp.* (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crop in Brazil. **Entomotropica**, v. 26, p. 135-138, 2011.

VARGAS, E. L. Parasitismo e desenvolvimento e *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagarta e pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). 89f. **Tese** (Doutorado em Agronomia - Produção vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2013.

***Tetrastichus howardi* (OLLIFF, 1893) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) PARASITA
PUPAS DE *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)
EM CONDIÇÕES DE CAMPO, NA CULTURA DA SOJA?**

Juliana Simonato¹; Harley N. de Oliveira²; José F. J. Grigolli³

¹Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade. Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), 79804-070 Dourados, MS, Brasil. E-mail: ju_simonato@hotmail.com. ²Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 449, 79804-970 Dourados, MS, Brasil. ³Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, Caixa Postal 137, 79150-000 Maracaju, MS, Brasil.

RESUMO

O Brasil se destaca entre os maiores produtores mundiais de soja. No entanto, a alta produção desse grão pode ser afetada pela ocorrência de diversas espécies de insetos-praga que afetam a cultura, dentre essas espécies, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) é motivo de preocupação entre os produtores. *Tetrastichus howardi* Olliff (Hymenoptera: Eulophidae) parasitou e se desenvolveu de forma satisfatória em pupas de *H. armigera*, em condições de laboratório. No entanto, nos agroecossistemas, *H. armigera* empupa no solo, podendo entrar em diapausa, de acordo com as condições climáticas. Sendo assim, este trabalho teve por objetivo verificar se o parasitoide *T. howardi* tem a capacidade de localizar e parasitar pupas de *H. armigera* localizadas no solo, em condições de campo, na cultura da soja. Gaiolas confeccionadas em pvc e revestidas com tecido *voile*, foram instaladas no campo, cada uma envolvendo aproximadamente 12 plantas de soja. Em cada gaiola foram liberadas dez lagartas de quinto instar de *H. armigera* e aguardado o período necessário para empuparem no solo. Após esse período, em quatro gaiolas foram liberadas 150 fêmeas de *T. howardi* e uma gaiola não houve liberação dos parasitoides. Do total de 50 lagartas liberadas nas gaiolas, foram coletadas 34 pupas. Destas, três pupas morreram (sendo que duas foram danificadas no momento da coleta) e 31 pupas tiveram emergência da mariposa de *H. armigera*. Não foi constatado parasitismo por *T. howardi* em pupas de *H. armigera*. Apesar de não ter ocorrido o parasitismo nas condições deste trabalho, é importante a realização de novos experimentos para validar esta informação.

PALAVRAS-CHAVE: Parasitoide, Controle biológico, Inseto-praga

***Tetrastichus howardi* (OLLIFF, 1893) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) PARASITE
PUPAS of *Helicoverpa armigera* (HÜBNER, 1805) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN
FIELD CONDITIONS, IN SOYBEAN CULTURE?**

ABSTRACT

Brazil stands out among the largest soybean producers in the world. However, the high production of this grain can be affected by the occurrence of several species of insect pests that affect the crop, among these species, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) is a cause of concern among producers. *Tetrastichus howardi* Olliff (Hymenoptera: Eulophidae) parasitized and developed satisfactorily on *H. armigera* pupae under laboratory conditions. However, in agroecosystems, *H. armigera* soaks in the soil, and can enter into diapause, according to the climatic conditions. Thus, this work aimed to verify if the parasitoid *T. howardi* has the capacity to locate and parasitize pupae of *H. armigera* located in the soil, under field conditions, in the soybean crop. Cages made of pvc and covered with *voile* fabric, were installed in the field, each involving approximately 12 soybean plants. Ten caterpillars of the fifth instar of *H. armigera* were released in each cage and the period required to buff the ground was waited. After this period, 150 females of *T. howardi* were released into four cages and one cage was not released from the parasitoids. From the total of 50 caterpillars released in the cages, 34 pupae were collected. Of these, three pupae died (two of which were damaged at the time of collection) and 31 pupae were emerged from the *H. armigera* butterfly. No parasitism was observed by *T. howardi* in *H. armigera* pupae. Although parasitism did not occur under the conditions of this work, it is important to carry out new experiments to validate this information.

KEYWORDS: Parasitoid, Biological control, Insect-pest

Dentre os países produtores de soja, o Brasil se destaca, atingindo a produção recorde de 114.041,9 milhões de toneladas na safra de 2016/2017 e segundo previsões, a produção de soja terá um aumento significativo na safra 2017/2018, constituindo em um novo recorde produtivo (CONAB, 2018).

No entanto, a alta produção desse grão pode ser afetada pela ocorrência de diversas espécies de insetos-praga que afetam a cultura. Dentre essas espécies, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) é motivo de grande preocupação, principalmente, pelo fato do inseto na fase de lagarta se alimentar preferencialmente pelas estruturas reprodutivas das plantas, como inflorescências, frutos, maçãs (algodão) espigas e sementes, causando deformação, podridão ou queda da estrutura reprodutiva (LAMMERS & MACLEOD, 2007; ÁVILA et al., 2013). Desde 1999, *H. armigera* era considerada praga quarentenária A1 no Brasil, sendo, em 2013, relatada a ocorrência em altas infestações no país, em diferentes estados e causando danos em várias culturas (CZEPAK et al., 2013; SPECHT et al., 2013; TAY et al., 2013).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) visa a integração de diversas táticas para otimizar o controle de todas as classes de pragas de uma maneira sustentável e economicamente compatível (PROKOPY & KOGAN, 2003). Entre as táticas de controle do MIP, o controle biológico é uma importante ferramenta no manejo de *H. armigera*, principalmente porque pode ser associado a outros tipos de controle, sendo baseado na utilização de predadores, parasitoides e entomopatógenos para o controle de pragas (FATHIPOUR & SEDARATIAN, 2013; CABI, 2014).

Dentre os parasitoides encontrados nos agroecossistemas, *Tetrastichus howardi* (Olliff) (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitoide pupal, de origem asiática, sendo amplamente distribuído do norte da Austrália e norte da China e do Paquistão Ocidental (LA SALLE & POLASZEK, 2007), foi introduzido a partir das Filipinas para a África do Sul para o controle biológico da broca da haste *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae) (KFIR et al., 1993).

No Brasil, há relatos de pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae) parasitadas por *T. howardi* na cultura do milho (CRUZ et al., 2011) e cana-de-açúcar (VARGAS et al., 2011). O parasitoide *T. howardi* também foi encontrado parasitando *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) no Estado de Pernambuco (SILVA-TORRES et al., 2010) e pode ser multiplicado no hospedeiro alternativo *Tenebrio molitor*

(Linnaeus) (Coleoptera: Tenebrionidae) (OLIVEIRA, 2013). Relata-se também o parasitismo de lagarta de *D. saccharalis* em condições de laboratório (VARGAS et al., 2011) e de pupas de *H. armigera* em laboratório (OLIVEIRA et. al., 2016).

Tetrastichus howardi parasitou e se desenvolveu de forma satisfatória em pupas de *H. armigera*, em condições de laboratório (OLIVEIRA et. al., 2016). No entanto, nos agroecossistemas, *H. armigera* empupa no solo, podendo entrar em diapausa, de acordo com as condições climáticas (KARIM, 2000; ALI & CHOUDHURY, 2009).

Sendo assim, este trabalho teve por objetivo verificar se o parasitoide *T. howardi* tem a capacidade de localizar e parasitar pupas de *H. armigera* localizadas no solo, em condições de campo, na cultura da soja.

A pesquisa foi conduzida em área experimental e no Laboratório de Entomologia da Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, Maracaju, MS.

As lagartas de *H. armigera* utilizadas no experimento foram oriundas da criação mantida no Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, em condições controladas de temperatura 25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas, onde adultos foram mantidos em gaiolas cilíndricas de PVC de 20 x 25 cm (diâmetro x altura), alimentados com solução aquosa contendo 10 % de mel para obtenção das posturas. Os ovos foram removidos diariamente, e acondicionadas em potes plásticos contendo dieta artificial a base de feijão branco, utilizada para *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818) (modificada de Greene et. al., 1976) adaptada por Parra (2001).

Os parasitoides *T. howardi* utilizados nos experimentos foram resultantes da criação desse inimigo natural em pupas do hospedeiro *H. armigera*, em criação mantida no Laboratório de Entomologia da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, em condições controladas de temperatura 25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas.

Em uma área de aproximadamente 15 hectares plantada com soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar BMX Potência RR em sistema plantio direto, gaiolas confeccionadas em tubo de pvc (1,00 x 1,00m – largura x altura), revestidas com tecido tipo ‘voile’ foram dispostas ao acaso, cobrindo cada uma, aproximadamente 12 plantas de soja, tendo suas bases cobertas com terra, visando a impedir a infestação das mesmas por insetos indesejáveis bem como evitar a fuga dos insetos liberados em seu interior. Durante o experimento a soja estava entre os estádios R4 e R5.5. Nas folhas superiores das plantas, foram liberadas dez lagartas de quinto instar de *H. armigera* em cada gaiola, e após o período de sete dias, necessários para que as lagartas pupem no solo, foram liberadas 150 fêmeas do parasitoide em cada gaiola. O número de parasitoides liberados por gaiola foi definido conforme testes de densidade realizados com o

parasitoide *T. howardi* em pupas de *D. saccharalis*, em laboratório (VARGAS, 2013). Trabalho realizado por Oliveira et al. (2016), também subsidia esse número, uma vez que em laboratório, pupas de *H. armigera* tiveram 100% de parasitismo ao serem expostas a 15 fêmeas de *T. howardi* por pupa, proporcionando aumento da progênie sem perder características biológicas essenciais em uma criação de laboratório.

Após 24h da liberação foram coletadas as pupas do solo e acondicionadas em placas de Petri e mantidas no laboratório até a possível emergência de parasitoides ou da mariposa de *H. armigera*.

Foram instaladas cinco gaiolas, sendo que em quatro, houve liberação de parasitoides e uma onde não houve liberação de parasitoides.

Do total de 50 lagartas liberadas nas gaiolas, foram coletadas 34 pupas. Destas, três pupas morreram, sendo que duas delas foram danificadas no momento da coleta, e 31 pupas tiveram emergência da mariposa de *H. armigera*. Não foi constatado parasitismo por *T. howardi* em pupas de *H. armigera* (Tabela 1).

Tabela 1. Média da porcentagem de pupas coletadas de *Helicoverpa armigera*, pupas parasitadas por *Tetrastichus howardi* e porcentagem de emergência de mariposas de *H. armigera*, em campo, na cultura da soja. Maracaju, MS, 2018.

Parasitoide	Total de Lagartas (n)	Pupas Coletadas (%)	Pupas Parasitadas (%)	Emergência de Mariposa (%)
Sem	10	70,00	-	100,00
Com	40	67,50	0	88,88

A procura pelas pupas no solo foi realizada até 10cm de profundidade, pois de acordo com a literatura é nessa faixa que as pupas se localizam (FRAGOSO, 2014). As pupas que foram recuperadas estavam a uma profundidade entre três e cinco centímetros (Figura 2). Esse fato corrobora com os resultados encontrados por Martins et al. (2013), em que pupas de *H. armigera* foram coletadas na cultura do algodão (n=78), em alta infestação da praga, estando localizadas a uma profundidade média de 3,1cm.

Na busca pelas pupas, inicialmente foi retirado cuidadosamente a palhada que se encontrava sobre o solo, pois uma hipótese seria que as lagartas pudessem pupar debaixo da palhada, o que não foi verificado, e após isso, procurado por possíveis orifícios que pudessem indicar a localização das pupas. Somente um orifício foi localizado, onde uma pupa foi coletada (Figura 2a,b). No restante, não foi observado orifícios no solo indicando a localização de pupas, sendo encontradas à medida em que a escavação era feita. Um fato que pode ter interferido, foi a ocorrência de forte chuva (30mm) dois dias antes da liberação dos parasitoides, o que pode ter obstruído a entrada da galeria de acesso às pupas, impedindo que os parasitoides chegassem até elas. Talvez o fato de não haver uma galeria que permitisse o parasitoide de encontrar a pupa, tenha dificultado a localização das mesmas e, conseqüentemente, o parasitismo.

Com exceção das duas pupas que morreram em decorrência de danos sofridos durante a coleta, uma pupa morreu, resultando em coloração preta e apresentando-se oca em seu interior, tendo como possível fator de mortalidade a dificuldade da lagarta em escavar e pupar no solo (MARTINS et al., 2013). Outra hipótese para a mortalidade da pupa pode ser em decorrência de um possível parasitismo, já que apenas um parasitoide de *T. howardi* é capaz de parasitar e causar a mortalidade de uma pupa, em condições de laboratório (VARGAS, 2013), e pode ser explicada pela capacidade que alguns parasitoides apresentam de injetar toxinas durante a oviposição, com o objetivo de superar a resposta imune por encapsulação do hospedeiro (SCHMID-HEMPEL, 2005; BUENO, 2015), o que pode ter provocado a morte do hospedeiro.



Figura 2. Localização das pupas de *Helicoverpa armigera* no solo (a,b,c,d). Orifício indicando localização da pupa (a,b) (Fotos: Juliana Simonato)

Na Índia foram registradas cinco espécies nativas de parasitoides de pupas ocorrendo naturalmente em *H. armigera*: *Brachymeria albicrus* Klug (Hymenoptera: Chalcididae), *T. howardi* Olliff (Hymenoptera: Eulophidae) e três espécies da família Ichneumonidae: *Eutanyacra albuannulatus*, *Xanthopimpla punctata* e *Ecthromorpha* sp. Entretanto, os níveis de parasitismo encontrados foram insignificantes e não puderam ser considerados, uma vez que, devido ao hábito de *H. armigera* pupar no solo, raramente são realizadas amostragens de parasitismo natural neste estágio de desenvolvimento (ROMEIS & SHANOWER, 1996).

Porém, o efeito deste tipo de parasitoide não deve ser ignorado e nem subestimado. Em cultivos de grão de bico na Austrália, pupas de *H. armigera* foram coletadas (n= 124), e destas, 8,2% estavam parasitadas naturalmente por *Ichneumon promissorius* Erichson (Hymenoptera: Ichneumonidae) (MURRAY, 1991; ROMEIS & SHANOWER, 1996).

Apesar de não ter ocorrido o parasitismo de *H. armigera* por *T. howardi* nas condições deste trabalho, é importante a realização de novos experimentos para validar esta informação.

AGRADECIMENTOS

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao Fundect (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul) pela suporte financeiro, e à Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias e Embrapa Agropecuária Oeste, pelo apoio e suporte na infraestrutura e desenvolvimento do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

BUENO, M. N. Bases biológicas para utilização de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) para controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). 49f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu-SP, 2015.

CABI. **Crop Protection Compendium**. *Helicoverpa armigera*. 2014. Disponível em: <<http://www.cabi.org/cpc/datasheet/26757>>. Acesso em 15 dez. 2017.

CONAB. 2018. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos: Safra 2016/2017**: Décimo primeiro levantamento, agosto de 2017. Brasília, DF, p. 164, Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_08_10_11_27_12_boletim_graos_agosto_2017.pdf> Acesso em: 23/01/2018.

CRUZ, I.; REDOAN, A. C.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L.C.; PENTEADO-DIAS, A. M. New record of *Tetrastichus howardi* (Olliff) as a parasitoid of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) on maize. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 2, p. 252-254, 2011.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 10-13, 2013.

FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated Management of *Helicoverpa armigera* in Soybean Cropping Systems. In: EL-SHEMY, H. (Ed.). **Soybean - Pest Resistance**. Cairo: InTech, p. 231-280, 2013.

FRAGOSO, D. B. *Helicoverpa armigera*: conhecer para combater! **Fronteira Agrícola**, Informativo técnico – Núcleo de Sistemas Agrícolas da Embrapa Pesca e Aquicultura. n. 1, 1ª quinzena de janeiro de 2014.

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

KARIM, S. Management of *Helicoverpa armigera*: a review and prospectus for Pakistan. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 3, n. 8, p.1213-1222, 2000.

KFIR R, GOUWS J & MOORE SD. Biology of *Tetrastichus howardi* (Olliff) a facultative hyperparasite of stem borers. **Biocontrol Science and Technology** 3, 149-159, 1993.

LAMMERS, J. W.; MACLEOD, A. Report of a Pest Risk Analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). **Plant Protection Service and Central Science Laboratory**, European Union, 18p, 2007.

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

MARTINS, M. C.; SANTOS, G. B.; KISCHEL, E.; FUMAGALLI, F. P.; BRUGNERA, P.; TAMAI, M. A. Exame minucioso. **Revista Cultivar**. Novembro de 2013.

MURRAY, D.A.H. Investigations into development and survival of *Heliothis* spp. pupae in southesth Queensland. PhD thesis, **University of Queensland**, Brisbane, Australia. 1991.

OLIVEIRA, F.G. Multiplicação de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). 63f. **Dissertação** (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da GrandeDourados, Dourados-MS, 2013.

OLIVEIRA, H. N.; SIMONATO, J.; GLAESER, D. F.; PEREIRA, F. F. Parasitism of *Helicoverpa armigera* pupae (Lepidoptera: Noctuidae) by *Tetrastichus howardi* and *Trichospinus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae). **Semina Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 111-115, 2016.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programa de Controle Biológico**. Piracicaba: ESALQ. p. 134, 2001.

PROKOPY, R.J.; KOGAN, M. Integrated pest management. In: RESH, V.H.; CARDÉ, R.T. (Ed.). **Encyclopedia of Insects**. New York, Academic Press, p. 4-9, 2003.

ROMEIS, J.; SHANOWER, T.G. Arthropod natural enemies of *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) in India. **Biocontrol Science and Technology**, v. 6, p. 481-508, 1996.

SCHMID-HEMPEL, P. Evolutionary ecology of insect immune defenses. **Annual Review of Entomology**, v. 50, p. 529-551, 2005.

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

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V. de; YANO, S. A. C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 6, p. 689-692, 2013.

TAY, W. T.; SORIA, M. F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, G. T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A brave New World for an Old World pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 8, n. 11, p. 1-7, 2013.

VARGAS, E. L.; PEREIRA, F. F.; TAVARES, M. T.; PASTORI, P. L. Record of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane crop in Brazil. **Entomotropica**, v. 26, n. 3, p. 135-138, 2011.

VARGAS, E. L. Parasitismo e desenvolvimento e *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) em lagarta e pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). 89f. **Tese** (Doutorado em Agronomia - Produção vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2013.