

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

PARASITISMO E DESENVOLVIMENTO DE *Tetrastichus howardi* (OLLIFF, 1893) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) NA LAGARTA-DA-SOJA *Anticarsia gemmatalis* (HUBNER, 1818) (LEPIDOPTERA: EREBIDAE)

LUCAS MARTINHO LOPES FRANCISCO

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL**

2016

**PARASITISMO E DESENVOLVIMENTO DE *Tetrastichus howardi*
(OLLIFF, 1893) (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) NA
LAGARTA-DA-SOJA *Anticarsia gemmatalis* (HUBNER, 1818)
(LEPIDOPTERA: EREBIDAE)**

LUCAS MARTINHO LOPES FRANCISCO

Orientador: PROF Dr. FABRICIO FAGUNDES PEREIRA

Co-orientador: Dr. SAMIR OLIVEIRA KASSAB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados,
como parte das exigências do curso de
Agronomia para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

F818p Francisco, Lucas Martinho Lopes

Parasitismo e desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893)
(Hymenoptera: Eulophidae) na lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatalis* (Hubner,
1818) (Lepidoptera: Erebidae) / Lucas Martinho Lopes Francisco -- Dourados:
UFGD, 2016.

32f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira

Co-orientador: Prof. Dr. Samir Oliveira Kassab

TCC (graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias,
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Parasitoide. 2. Lagarta-da-soja. 3. Hospedeiro alternativo. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

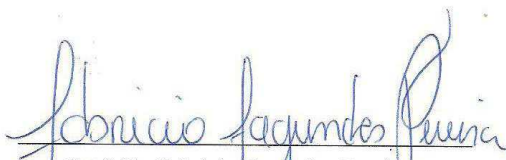
**PARASITISMO E DESENVOLVIMENTO DE *Tetrastichus howardi* (OLLIFF, 1893)
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) NA LAGARTA-DA-SOJA *Anticarsia gemmatilis* (HUBNER,
1818) (LEPIDOPTERA: EREBIDAE)**

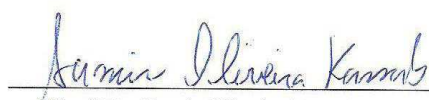
por

Lucas Martinho Lopes Francisco

Monografia apresentada ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD,
como parte dos requisitos para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Aprovada em: 11/05/2016


Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Orientador – UFGD/FCBA


Prof. Dr. Samir Oliveira Kassab
Co-orientador – UFGD/FCBA


Prof. Dr. Paula Pinheiro Padovese Peixoto
Membro titular – UFGD/FCA

DEDICO

Aos meus amados pais, Amado Francisco e Isaura Lopes Francisco, por me ensinarem os princípios morais e me apoiarem em todo instante e à minha esposa Ana Paula Lopes pelo carinho, apoio e dedicação.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, primeiramente, por ter me dado força e perseverança durante esses cinco anos de curso, em meio as dificuldades. Por ter me ajudado nas decisões mais difíceis e por ter me guiado ao longo do curso para trilhar o caminho mais correto possível.

Agradeço a minha mãe Isaura Lopes Francisco e ao meu pai Amado Francisco, meus maiores exemplos, meus heróis. Vocês que são responsáveis por esse momento tão marcante em minha vida. Por sua dedicação, pelo trabalho árduo para custear meus estudos, pelo amor que me fez mais forte, fazendo entender que sou capaz de ir mais além. A vocês que desde o começo acreditaram, incentivando-me na busca da realização desse sonho profissional, me dando conselhos, contribuindo para o meu crescimento na vida acadêmica. Esta vitória também é de vocês!

À minha esposa Ana Paula Lopes, pelo amor, por sua paciência, amizade, cumplicidade, companheirismo, carinho, conselhos e pelos abraços que sempre me transmitiam ternura e aconchego nos momentos que eu explodia e queria jogar tudo para o ar, obrigado por me apoiar a cada dia, essa conquista é nossa!

Às minhas irmãs Geane e Márcia, pelo amor, pelo carinho, pelos conselhos, pelas hospedagens em suas casas nos finais de semana, enfim por tudo, pois foram e sempre serão meu espelho e meus exemplos de pessoa e profissional.

Aos meus amigos que conquistei na graduação, Carine Gonzatto e Evandro Fortuna, vocês foram cúmplices, confidentes, a amizade de vocês querem que se perpetue ao longo dos anos. Obrigado por todos os momentos em que fomos estudiosos, brincalhões e produtores rurais. Porque em vocês encontrei verdadeiros irmãos. Esta caminhada não seria a mesma sem vocês.

A todos os colegas do Curso de Agronomia, pela amizade, convívio e companheirismo na realização dos trabalhos no decorrer do curso.

Agradeço aos amigos e pesquisadores do Laboratório de Controle Biológico de Insetos, Antonio, Samir Kassab, Camila Rossoni, Elisangela Vargas, Cácia Tigre, Fabiana Garcia, Nicholas Vinícius, Vanessa Calado, Augusto Rodrigues, Rogério Hidalgo, Ivan Vaz Sanches, Carine Gonzatto e em especial à Winnie Fernandes, pois sua ajuda nas criações de *Tetrastichus howardi* e *Anticarsia gemmatalis* foram essenciais para que eu pudesse sair do laboratório aos finais de semana para visitar

minha família, além de auxiliar na avaliação dos experimentos. Aprendi muito com vocês durante o período em que estive no laboratório, como diz o Fabrício, ‘abraço entomológico a todos vocês’.

Agradeço ao professor que despertou o meu olhar para a pesquisa e para a Entomologia Agrícola, Dr. Patrik Luiz Pastori, seus ensinamentos levo comigo, aprendi muito durante o período em que convivemos.

Agradeço também a todos os professores da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), por todos esses anos de transmissão segura e paciente de conhecimento, em especial ao professor Dr. Paulo Eduardo Degrande, pela orientação no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq), à professora Dra. Paula Pinheiro Padovese Peixoto, pelo carinho, amizade e tutoria no Programa de Educação Tutorial (PET) e ao professor Dr. Euclides Reuter pela amizade e pela orientação enquanto estive em seu grupo de pesquisa.

Ao professor Dr. Fabricio Fagundes Pereira, pela amizade, pela orientação no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq), pelo incentivo e execução desse trabalho.

Ao co-orientador Dr. Samir Kassab, pela amizade, pelo auxílio na rotina do laboratório e execução desse trabalho.

Ao Ministério da Educação (MEC) pela concessão da bolsa no Programa de Educação Tutorial (PET).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq).

Aos servidores da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) que sempre me atenderam com profissionalismo e respeito.

Enfim, a todos, que direta ou indiretamente, colaboraram para o êxito desse trabalho, a minha gratidão.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.....	xv
ABSTRACT	xiiiv
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
MATERIAL E MÉTODOS	5
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
CONCLUSÕES	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	16

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

- Figura 1. Porcentagem de parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14 e 21 fêmeas por lagarta de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 70 \pm 10% de umidade relativa e fotofase de 14 horas..... 211
- Figura 2. Porcentagem de emergência de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14 e 21 fêmeas por lagarta de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 70 \pm 10% de umidade relativa e fotofase de 14 horas..... 222
- Figura 3. Duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14 e 21 fêmeas por lagarta de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 70 \pm 10% de umidade relativa e fotofase de 14 horas..... 233
- Figura 4. Progenie de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14 e 21 fêmeas por lagarta de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 70 \pm 10% de umidade relativa e fotofase de 14 horas. 244
- Figura 5. Progenie por fêmea de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14 e 21 fêmeas por lagarta de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 70 \pm 10% de umidade relativa e fotofase de 14 horas..255
- Figura 6. Longevidade de fêmeas (dias) de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) emergidos por pupa de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, 70 \pm 10% de umidade relativa e fotofase de 14 horas..... 266

LISTA DE IMAGENS

PÁGINA

- Imagem 1. Recipientes plásticos utilizados para multiplicações das lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) (A); Fêmea de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando lagarta de *A. gemmatalis* (B); Lagarta de *A. gemmatalis* parasitada e com emergência de *T. howardi* (C, D). 277
- Imagem 2. Parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) na lagarta de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) e emergência dos adultos na fase de pupa (A, B); Emergência de *T. howardi* no adulto de *A. gemmatalis* (C, D). 288

LISTA DE QUADROS

PÁGINA

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 1. Composição da dieta para manutenção dos adultos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Lepidoptera: Erebidae) (Adaptada de Greene et al., 1976) | 29 |
| Quadro 2. Composição da dieta para manutenção da lagarta-de-soja <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Lepidoptera: Erebidae) (Adaptada de Greene et al., 1976)... | 300 |

LISTA DE TABELAS

PÁGINA

Tabela 1. Parasitismo de <i>Tetrastichus howardi</i> (Hymenoptera: Eulophidae) com uma e sete fêmeas por lagarta do primeiro ao quinto ínstar de <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Lepidoptera: Erebidae) com o período de 24h de parasitismo, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas.....	311
Tabela 2. Características biológicas de <i>Tetrastichus howardi</i> (Hymenoptera: Eulophidae) com uma fêmea por pupa <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Lepidoptera: Erebidae) com o período de 24h de parasitismo, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas.	322

RESUMO

Tetrastichus howardi (Olliffe, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitoide de larva e pupas, gregário e polífago, que foi coletado em pupa de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) em canavial situado em Dourados, MS. O experimento foi realizado no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) situada em Dourados, MS. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o parasitismo e desenvolvimento de fêmeas de *T. howardi* em lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Erebididae) do primeiro ao quinto instar, e em pupa em função da densidade de fêmeas desse parasitoide. O trabalho foi dividido em três etapas. Na primeira etapa, foi avaliado o desenvolvimento de *T. howardi* em lagartas de *A. gemmatalis* expostas às densidades 1:1 e 7:1 (parasitoide: hospedeiro) de fêmeas do parasitoide, por 24h de parasitismo. Lagartas de *A. gemmatalis* foram parasitadas pelas duas densidades de *T. howardi* testadas, a emergência dos adultos também foi constatada. Na segunda etapa, lagartas de quarto ínstar (0,998 mm) de *A. gemmatalis* foram expostas ao parasitismo por fêmeas de *T. howardi*, com 24h de idade, nas densidades de 1:1, 7:1, 14:1 e 21:1 (parasitoide: hospedeiro), por 24h de parasitismo. Lagartas de *A. gemmatalis* foram parasitadas por todas as densidades de fêmeas de *T. howardi* testadas, a emergência dos adultos também foi constatada, porém as densidades de 7:1 e 14:1, foram as que proporcionaram as melhores características biológicas deste parasitoide. Na terceira etapa, pupas de *A. gemmatalis* foram expostas ao parasitismo por fêmeas de *T. howardi* na densidade 1:1 (parasitoide: hospedeiro) pelo período de 24 horas, houve parasitismo e emergência dos parasitoides. Fêmeas de *T. howardi* foram capazes de parasitar lagartas de *A. gemmatalis* do primeiro ao quinto instar, este relato é inédito, pois não há menção na literatura. As densidades de fêmeas de *T. howardi* influenciam no parasitismo e emergência em lagartas de *A. gemmatalis*. Fêmeas de *T. howardi* são capazes de parasitar a lagarta e emergir na pupa de *A. gemmatalis*, e ao parasitar pupas com mais de 96 horas, são capazes de emergir no adulto.

Palavras chave: Parasitoide; lagarta-da-soja; hospedeiro alternativo.

ABSTRACT

Tetrastichus howardi (Olliffe, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) is a parasitoid that attacks larvae and pupae of caterpillars. This species is gregarious and polyphagous and it was collected in the pupa of *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) on a sugar cane crop in Dourados, MS. The experiment was performed at the Biological Control of Insects Laboratory (LECOBIOL) at the Federal University of Grande Dourados (UFGD) located in Dourados, MS. This work aimed to assess the capacity of parasitism and the development of females of *T. howardi* in the larvae of *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Erebidae) from the first to the fifth instar and in the pupae depending on the density of this parasitoid females. This work was split into three steps. During the first step, it was assessed the development of *T. howardi* in the larvae of *A. gemmatalis* exposed to the ratio 1:1 and 7:1 (parasitoid: host) of female parasitoids for 24 hours of parasitism. Larvae of *A. gemmatalis* showed parasitism at the two tested densities of *T. howardi*. The emergence of adults was also assessed. During the second stage, larvae of fourth instar (0,998 mm) of *A. gemmatalis* were exposed to parasitism of females of *T. howardi* (24 hours old) at the densities of 1:1, 7:1, 14:1 and 21:1, for 24 hours of parasitism (parasitoid: host). Larvae of *A. gemmatalis* had parasitism of tested females of *T. howardi*. The adult emergence was also assessed. Contrarily to the first stage, the density of 7:1 and 14:1 showed the best biological characteristics of parasitoids. During the third stage, pupae of *A. gemmatalis* were exposed to the parasitism of females of *T. howardi* at the ratio of 1:1 (parasitoid: host) for 24 hours, with parasitism and parasitoids emergence being present. Females of *T. howardi* were capable of infecting the larvae of *A. gemmatalis* from the first until the fifth instar. This phenomenon is new and it has not been mentioned in the literature. The ratio of females of *T. howardi* has influence on both the parasitism and the larval emergence of *A. gemmatalis*. Females of *T. howardi* may infect the larva and emerge from the pupa of *A. gemmatalis*, with the capacity of emerging from the adult when infecting pupa older than 96 hours.

Key-words: Parasitoid, velvetbean caterpillar, alternative host

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) chegou ao Brasil via Estados Unidos, em 1882. É o 4º grão mais produzido no mundo, atrás do milho, trigo e arroz. O Brasil é o segundo país na produção mundial do grão (Conab, 2016). Os países que compõem o Mercado Comum do Sul (Mercosul) detém cerca de 46% da produção mundial dessa leguminosa (RPSRS, 2006).

Parece racional acreditar positivamente no futuro da produção brasileira de soja, de vez que, dentre os grandes produtores mundiais da oleaginosa, o Brasil figura como o país que apresenta as melhores condições para expandir a produção e prover o esperado aumento da demanda mundial. A área cultivada com soja nos EUA, Argentina, China e Índia, que juntos com o Brasil produzem mais de 90% da soja mundial, só cresce em detrimento de outros cultivos (EMBRAPA, 2006ab, 2008).

Diante da grande expressão econômica da soja no Brasil, qualquer fator que interfira na produção torna-se de grande importância para o país. Dentre os principais fatores de redução na produtividade têm-se as perdas ocasionadas por pragas e devido à variedade de ecossistemas brasileiros em que a soja é cultivada, alguns insetos-praga mais importantes em cada região tendem a ser diferentes, entretanto, algumas espécies são consideradas pragas comuns aos ambientes, ou seja, “pragas principais”, como os desfolhadores. Ainda podem ser categorizadas em "regionalmente importantes" e "secundárias", em função da frequência, abrangência e danos provocados na cultura (EMBRAPA, 2008).

Dentre os desfolhadores podemos citar a lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Erebididae). Adultos de *A. gemmatalis* medem 40 mm de envergadura e possuem coloração pardo-acinzentada, mas podem assumir outras tonalidades (cinza, marrom, bege ou azul clara), porém sempre apresentando uma linha transversal escura que divide a mariposa ao meio e que continua na asa posterior. Durante o dia, essas mariposas podem ser encontradas em locais sombreados na base das plantas. Os ovos, de coloração verde, são colocados isoladamente na página inferior das folhas. Dentro de cinco dias, eclodem as lagartas, que se alimentam das folhas, crescem rapidamente e podem atingir até 30 mm de comprimento. São de coloração variável de verde, pardo-avermelhada, e até preta, com cinco listras brancas

longitudinais no corpo. A transformação em pupa ocorre no solo, a pouca profundidade, e após uma semana emerge o adulto (GALLO et al., 2002).

A lagarta da soja é o principal inseto desfolhador da soja, podendo provocar desfolha completa quando ocorrem surtos. Em média, necessita-se de 90 cm² de folhas para completar o desenvolvimento. A época de ataque mais acentuado desta praga é função da latitude onde se encontra localizada a lavoura, tendo sido observado que os ataques mais precoces ocorrem nas latitudes mais baixas, enquanto no sul do país os ataques são mais tardios. Em geral os picos populacionais ocorrem a partir de novembro nas áreas mais ao norte e em fevereiro nas áreas mais ao sul (SILVEIRA NETO et al., 1992; GAZZONI e YORINORI, 1995; GALLO et al., 2002; EMBRAPA, 2006ab; 2008).

Nesse contexto, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) assume grande importância, atuando no controle desses desfolhadores. KOGAN (1998) define o MIP como sendo o ‘Sistema de decisão para uso de táticas de controle, isoladamente ou associadas harmoniosamente, numa estratégia de manejo baseada em análises de custo/benefício que levam em conta o interesse e/ou impacto nos produtores, sociedade e ambiente (Citado por GALLO et al., 2002).

Entre as alternativas para o MIP, encontra-se o controle biológico. *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) é um agente de controle biológico que parasita larvas e pupas de insetos da ordem Lepidoptera. Em bioensaios realizados no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL), *T. howardi*, mostrou-se eficiente no parasitismo de larvas, pupas e adultos de *D. saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) (PEREIRA et al., 2015).

Tetrastichus howardi é um parasitoide gregário e o desenvolvimento é restrito aos recursos nutricionais encontrados em um hospedeiro que pode resultar na competição dos imaturos por estes recursos (HARVEY et al., 2013; COSTA et al., 2014) e seus hospedeiros incluem pupas de várias espécies de Lepidoptera, principalmente das famílias Crambidae, Plutellidae, Pyralidae e Noctuidae (BENNETT, 1965; KFIR et al., 1993; KFIR, 1997; FELIX et al., 2005).

O bom desempenho biológico de fêmeas de *T. howardi* em diversas famílias da ordem Lepidoptera, nos motivou a verificar se estas fêmeas seriam capazes de parasitar e se desenvolver em lagartas e em pupas de *A. gemmatalis*, pois se trata de um inseto-praga de grande importância econômica para a cultura da soja e para o país.

REVISÃO DE LITERATURA

Parasitoides são reguladores populacionais de insetos e se destacam como um dos principais grupos de inimigos naturais em agroecossistemas. Muitas espécies de parasitoides têm preferência em parasitar fases específicas do hospedeiro; no entanto, os mecanismos comportamentais que envolvem esse processo ainda são mal compreendidos, o que torna difícil avaliar as interações entre hospedeiro e parasitoide (HE; WANG; TEULON, 2011; JERVIS; MOE; HEIMPEL, 2012) (Citado por COSTA et al., 2014). A idade do hospedeiro é um fator que pode influenciar na qualidade e na quantidade de recursos alimentares disponíveis para os imaturos do parasitoide, o que pode comprometer as características biológicas do inimigo natural, prejudicando os sistemas de criação em programas de controle biológico (PEREIRA et al., 2009; COSTA et al., 2014).

Tetrastichus howardi (Olliffe, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitoide gregário e o desenvolvimento é restrito aos recursos nutricionais encontrados em um hospedeiro que pode resultar na competição dos imaturos por estes recursos (HARVEY et al., 2013; COSTA et al., 2014) e seus hospedeiros incluem pupas de várias espécies de Lepidoptera, principalmente das famílias Crambidae, Plutellidae, Pyralidae e Noctuidae (BENNETT, 1965; KFIR et al., 1993; KFIR, 1997; FELIX et al., 2005). Dessa forma, a densidade de parasitoides no hospedeiro podem afetar a capacidade de parasitismo (SAGARRA et al., 2000; SILVA-TORRES et al., 2010ab), a produção de progênie (FOERSTER et al., 2001; CHONG e OETTING, 2006), a razão sexual da progênie (CHOI et al., 2001), a duração do ciclo de vida (ovo-adulto) (SILVA-TORRES e MATTHEWS, 2003; BARBOSA et al., 2008; 2010) e a longevidade de adultos (SILVA-TORRES e MATTHEWS, 2003). Assim, o conhecimento da adequação da densidade de parasitoides por hospedeiro é importante para assegurar o número e qualidade de indivíduos produzidos (COSTA et al., 2014)

Investigar a biologia reprodutiva de parasitoides com métodos adequados é importante para aprimorar as técnicas de multiplicação e viabilizar os custos de produção de inimigos naturais (PEREIRA et al., 2009a; FAVERO et al., 2013).

Este parasitoide possui uma grande versatilidade de parasitismo, sendo capaz de parasitar duas fases de desenvolvimento do seu hospedeiro natural (lagartas e pupas) *D. saccharalis* (VARGAS et al., 2011) e emergir de adultos (PEREIRA et al.,

2015). *T. howardi* apresenta potencial para ser utilizado como alternativa de controle de lepidópteros-praga (BAITHA et al., 2004; PRASAD et al., 2007; LA SALLE; POLASZEK, 2007).

No entanto, para a utilização efetiva de um agente de controle biológico, uma etapa importante é a seleção de um hospedeiro alternativo que seja reconhecido e fisiologicamente adequado (VINSON; IWANTSCH, 1980). Além disso, o hospedeiro deve ser produzido com facilidade, de maneira eficiente e econômica (PARRA et al., 2002), e aspectos como qualidade nutricional, tamanho, idade, resistência do tegumento e capacidade de resposta imunológica aos parasitoides (GODFRAY, 1994) e sexo (BITTENCOURT; BERTI FILHO, 1999) devem ser considerados na seleção do hospedeiro alternativo (PASTORI et al., 2012).

Em um bioensaio realizado em pupas de *A. gemmatalis* com fêmeas parasitoides de *Palmistichus elaeisis* (Delvare & LaSalle, 1993) (Hymenoptera: Eulophidae), outro Eulophideo, observou-se 54,54% de parasitismo e emergência de aproximadamente 19% ao utilizar uma fêmea parasitoide. A densidade que apresentou os melhores resultados foi a densidade 6:1 (Parasitoide: hospedeiro), alcançando 100% de parasitismo e emergência de 72,72% (PASTORI et al., 2012).

O sucesso de programas de controle biológico de insetos-pragas depende da disponibilidade de técnicas de criação em larga escala de parasitoides e seus hospedeiros, bem como do conhecimento de suas interações biológicas (PEREIRA et al., 2010ab; PASTORI et al., 2010; NAKAJIMA; NAKAGAWA; FUJISAKI, 2012).

O bom desempenho biológico de fêmeas de *T. howardi* em lagartas de *D. saccharalis* e a versatilidade de parasitismo desse parasitoide nos motivaram a realizar os bioensaios com lagartas e pupas de *A. gemmatalis*, pois se trata de um inseto-praga de grande importância econômica para a cultura da soja e para o país. Não há relatos na literatura de fêmeas de *T. howardi* parasitando lagartas de *A. gemmatalis*, este fato torna o trabalho inédito.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o parasitismo e desenvolvimento de *T. howardi* em lagartas de *A. gemmatalis*, verificar se a densidade de fêmeas influenciaria no parasitismo e emergência dos parasitoides, do primeiro ao quinto ínstar e avaliar suas características biológicas em pupa de *A. gemmatalis*.

MATERIAL E MÉTODOS

A manutenção dos insetos e os bioensaios foram realizados no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. Os bioensaios foram desenvolvidos em três etapas, na primeira etapa iniciaram-se as criações e multiplicações de *A. gemmatalis* e do parasitoide *T. howardi*. Houve a realização do experimento com duas densidades de fêmeas de *T. howardi* em lagartas de *A. gemmatalis* do primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto ínstar, além da testemunha para descontar a mortalidade natural (ABBOTT, 1925). Na segunda etapa, foi realizado o bioensaio contendo quatro densidades diferentes de fêmeas parasitoides por lagarta de *A. gemmatalis* de quarto ínstar, além da testemunha. Na terceira etapa, foi realizado o experimento de uma única densidade de fêmea parasitoide e testemunha em pupas de *A. gemmatalis* para evidenciar o parasitismo em pupas.

Multiplicação do parasitoide e do hospedeiro para serem utilizados nos experimentos

Multiplicação de *T. howardi*: Fêmeas de *T. howardi* oriundos da criação do LECOBIOL da UFGD foram mantidos em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de altura) vedados com algodão e alimentados com gotículas de mel puro (Imagem 1). Para manutenção da criação, pupas de *Tenebrio molitor* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Tenebrionidae) com 24 a 72 horas foram expostas ao parasitismo por 24 horas. Após esse período as pupas parasitadas foram individualizadas e mantidas à temperatura de 25 ± 2 °C, 70 ± 10 % de umidade relativa (UR) e fotofase de 14h até a emergência de adultos.

Multiplicação de *A. gemmatalis*: A criação de *A. gemmatalis* teve início com aquisição de lagartas da empresa Bug[®], que foi multiplicada no laboratório. A metodologia de manutenção para as lagartas foi realizada em recipientes plásticos (1.000 ml) com a tampa previamente recortada no centro e vedada com tecido voil (organza) para favorecer a aeração, sendo alimentadas diariamente com dieta artificial a base de feijão, germe-de-trigo, levedura de cerveja, proteína de soja e anticontaminantes

(Imagem 2). A limpeza dos recipientes, onde acondicionaram-se as lagartas, foi realizada três vezes por semana. As lagartas foram mantidas nesta dieta até atingirem a fase pupal.

As pupas também foram armazenadas nos recipientes plásticos de lagartas, sem sobreposição das mesmas, para evitar o aquecimento entre as pupas e inviabilizar a criação, os fundos dos recipientes foram forrados com algodão para evitar impactos às pupas. Os recipientes foram diariamente observados, para verificar a emergência de adultos (Imagem 7), havendo mariposas, elas eram transferidas para gaiolas de PVC (10 x 22 cm), sendo alimentadas com uma solução nutritiva (Quadro 1).

As posturas foram feitas em folhas de papel sulfite dispostas no interior das gaiolas, as quais eram trocadas diariamente. As folhas com os ovos foram acondicionadas em recipientes plásticos (1000 ml) até a eclosão das lagartas, depois de eclodidas, as lagartas foram alimentadas com dieta artificial (adaptada de GRENEE et al., 1976) (Quadro 2), sendo que para aeração a tampa apresentava abertura com tecido voil.

Desenvolvimento experimental

Parasitismo e desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Erebidae) do primeiro ao quinto ínstar

Lagartas de *A. gemmatalis* do primeiro, segundo, terceiro, quarto e quinto instar foram expostas às fêmeas de *T. howardi* com 24h de idade (Imagem 3) e o parasitismo ocorreu em Placas de Petri descartáveis (6,5 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura), a 25 ± 2 °C de temperatura, 70 ± 10 % de umidade relativa (UR) e fotofase de 14h, nas densidades de 1:1 e 7:1 fêmeas parasitoides: hospedeiro, respectivamente. Após 24h, as fêmeas de *T. howardi* foram retiradas das placas com auxílio de um pincel e as lagartas de *A. gemmatalis* permaneceram nas placas, nas quais foi adicionada dieta artificial de realimentação e mantidas em câmara climatizada nas condições anteriores até a emergência dos parasitoides. A dieta das lagartas parasitadas foi removida das placas e para as lagartas que permaneceram vivas e se alimentando a dieta foi trocada diariamente para evitar o ressecamento.

As características biológicas avaliadas foram: a duração do ciclo de vida (ovo-adulto), a porcentagem de parasitismo, a porcentagem de emergência, a razão sexual e a progênie. A razão sexual foi calculada pela equação $rs = n^{\circ} \text{ de fêmeas} / n^{\circ} \text{ de adultos}$. Os tratamentos foram representados pelas densidades de 1 e 7 fêmeas de *T. howardi* por lagarta, com 10 repetições, sendo cada constituída por cinco lagartas individualizadas com o número de fêmeas proposto (totalizando 50 lagartas por tratamento), além de 50 lagartas para a testemunha para descontar a mortalidade natural (ABBOTT, 1925), o delineamento foi inteiramente casualizado. Os dados biológicos citados anteriormente foram submetidos à análise de variância (até 5% de probabilidade).

**Parasitismo e desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893)
(Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818)
(Lepidoptera: Erebidae) do quarto ínstar**

Lagartas de *A. gemmatalis* do quarto ínstar (0,998 mm) foram expostas às fêmeas de *T. howardi* com 24h de idade, o parasitismo ocorreu em Placas de Petri descartáveis (6,5 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura), com ambiente controlado, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ de temperatura, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa (UR) e fotofase de 14h, nas densidades de 1:1, 7:1, 14:1 e 21:1 fêmeas parasitoides: hospedeiro, respectivamente. Após 24h, as fêmeas de *T. howardi* foram retiradas das placas com auxílio de um pincel e as lagartas de *A. gemmatalis* permaneceram nas placas, nas quais foi adicionada dieta artificial de realimentação e mantidas em câmara climatizada nas condições anteriores até a emergência dos parasitoides. A dieta das lagartas parasitadas foi removida das placas e para as lagartas que permaneceram vivas e se alimentando a dieta foi trocada diariamente para evitar o ressecamento.

As características biológicas avaliadas foram: a duração do ciclo de vida (ovo-adulto), a porcentagem de parasitismo, a porcentagem de emergência, a razão sexual, a longevidade de fêmeas e machos e a progênie. A razão sexual foi calculada pela equação $rs = n^\circ \text{ de fêmeas} / n^\circ \text{ de adultos}$. Os tratamentos foram representados pelas densidades de 1, 7, 14 e 21 fêmeas de *T. howardi* por lagarta, com 10 repetições, sendo cada constituída por cinco lagartas individualizadas com o número de fêmeas proposto (totalizando 50 lagartas por tratamento), além de 50 lagartas para a testemunha para descontar a mortalidade natural e delineamento inteiramente casualizado. Os dados biológicos citados anteriormente foram submetidos à análise de regressão. A escolha da equação que melhor se ajustou aos dados foi baseada no coeficiente de determinação (R^2), na significância dos coeficientes de regressão (β_i) e da regressão pelo teste F (até 5% de probabilidade).

**Parasitismo e desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893)
(Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818)
(Lepidoptera: Erebidae)**

Pupas de *A. gemmatalis* com 24h de idade foram expostas a uma fêmea de *T. howardi* com 24h de idade, o parasitismo ocorreu em Placas de Petri descartáveis (6,5 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura), com ambiente controlado, a 25 ± 2 °C de temperatura, 70 ± 10 % de umidade relativa (UR) e fotofase de 14h, na densidade 1:1 fêmea parasitoide: hospedeiro, respectivamente. Após 24h, as fêmeas de *T. howardi* foram retiradas das placas com auxílio de um pincel e as pupas de *A. gemmatalis* permaneceram nas placas, até a emergência dos parasitoides.

As características biológicas avaliadas foram: a duração do ciclo de vida (ovo-adulto), a porcentagem de parasitismo, a porcentagem de emergência, a razão sexual e a progênie. A razão sexual foi calculada pela equação $rs = n^\circ \text{ de fêmeas} / n^\circ \text{ de adultos}$. O tratamento foi representado pela densidade de 1 fêmea de *T. howardi* por pupa, com 10 repetições, sendo cada constituída por cinco pupas individualizadas com o número de fêmeas proposto (totalizando 50 pupas no tratamento), além de 50 pupas para a testemunha para descontar a mortalidade natural, o delineamento foi inteiramente casualizado. Os dados biológicos citados anteriormente foram submetidos à análise de variância (até 5% de probabilidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parasitismo e desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893) (Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Erebidae) do primeiro ao quinto ínstar

Os valores referentes ao parasitismo por fêmeas de *T. howardi* das duas densidades testadas (1:1 e 7:1) foram semelhantes, com média geral de $29,94 \pm 1,92\%$ em todos os ínstars de *A. gemmatalis* (Tabela 1), sendo superior ao resultado encontrado em lagartas de *D. saccharalis*, que foi de aproximadamente 14% (COSTA et al., 2014). Mesmo com o parasitismo, as lagartas continuaram se alimentando e chegaram à fase pupal, porém, as pupas ficaram inviáveis, não havendo uma emergência satisfatória dos adultos de *A. gemmatalis*. Este fato é explicado pela injeção de toxinas que as fêmeas parasitoides fazem no momento do parasitismo, que podem resultar em pupas inviáveis, conforme relatado por ASGARI (2006).

Os valores de emergência dos parasitoides foram baixos, havendo emergência em apenas duas repetições da densidade 7:1 (parasitoide: hospedeiro), em lagartas do quinto ínstar (Imagem 5). Uma das causas para o baixo índice de emergência dos parasitoides pode estar relacionado com a capacidade de defesa imunológica do hospedeiro. As fêmeas parasitoides realizaram o parasitismo, mas as toxinas injetadas pelo número de fêmeas testadas, pode não ter sido suficiente para superar a resposta imunológica do hospedeiro.

As toxinas são necessárias para reduzir a resposta imunológica do hospedeiro, um mecanismo de defesa utilizado para encapsular ovos ou larvas do parasitoide (PENNACCHIO e STRAND, 2006).

A duração do ciclo (ovo-adulto) em lagartas de *A. gemmatalis* foi de $25,00 \pm 0,00$ dias na densidade de 7:1 (parasitoide: hospedeiro). Esse resultado é semelhante ao encontrado em lagartas de *D. saccharalis*, que foi de $27 \pm 0,1$ dias (PEREIRA et al., 2015). A progênie por lagarta foi de $76,50 \pm 0,50$ indivíduos para a densidade 7:1 (parasitoide: hospedeiro). A progênie por fêmea foi de $10,36 \pm 0,07$ fêmeas. A razão sexual obtida foi de $0,95 \pm 0,01$. Isto é importante em programas de controle biológico, pois quanto maior o número de fêmeas na população, maior é a chance de redução na população do inseto-praga, haja vista que as fêmeas é que são as responsáveis pelo parasitismo

**Parasitismo e desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893)
(Hymenoptera: Eulophidae) em lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818)
(Lepidoptera: Erebidae) do quarto ínstar**

A porcentagem de parasitismo de *T. howardi* em lagartas de *A. gemmatalis* foi influenciada pelas densidades de fêmeas do parasitoide, sendo $45,00 \pm 9,57\%$ e $88,00 \pm 6,80\%$ para as densidades 1:1 e 21:1, respectivamente (Figura 1). O aumento no parasitismo foi proporcional às densidades de fêmeas testadas, ou seja, o parasitismo é influenciado com a densidade de fêmeas utilizadas. Este resultado é superior ao encontrado em lagartas de *D. saccharalis*, onde foi observado parasitismo de $8,00 \pm 3,27\%$ por fêmeas de *T. howardi* (COSTA et al., 2014).

Em duas repetições (tratamentos 14:1 e 21:1), houve o parasitismo da lagarta, porém mesmo parasitada, passou à fase de pupa, mas sem emergência de adultos de *T. howardi*. A menor e maior porcentagem de emergência foi de $40,42 \pm 7,73\%$ e $80,00 \pm 8,39\%$, sendo constatadas para as densidades de 21:1 e 7:1, respectivamente (Figura 2). Em lagartas de *D. saccharalis* parasitadas por fêmeas de *T. howardi* foi constatado emergência de 40% dos parasitoides (COSTA et al., 2014), valor semelhante ao verificado na densidade 21:1 (parasitoide: hospedeiro).

É importante mencionar que houve parasitismo na lagarta (Imagem 4) e a emergência dos adultos de *T. howardi* ocorreu na pupa (tratamentos 7:1 e 21:1) (Imagem 6). Este é o primeiro relato de que fêmeas de *T. howardi* conseguem parasitar e se desenvolverem em lagarta de *A. gemmatalis*, o que abre a possibilidade de uso desse parasitoide como seu agente de controle biológico. Isto pode ser possível pelos números obtidos com este experimento, chegando a $88,00 \pm 6,80\%$ de parasitismo para a densidade 21:1 (parasitoide: hospedeiro).

A maior porcentagem de lagartas de *A. gemmatalis* com emergência de *T. howardi* foi constatada ao se utilizar a densidade 7:1. Este fato pode ser explicado pela capacidade de defesa imunológica que a lagarta possui para se defender de corpos estranhos, ou seja, fêmeas parasitoides ovipositando podem juntas superar o sistema imune ao injetar venenos em maior quantidade. A maior densidade de fêmeas (21:1) parasitando ao mesmo tempo, podem ter favorecido a deposição de substâncias tóxicas em quantidades suficientes para causar a morte do hospedeiro ou torná-lo inadequado para o desenvolvimento dos imaturos parasitoides (STRAND e PECH, 1995), com isso

os valores da progênie por lagarta também foram inferiores em relação aos demais tratamentos, provavelmente devido ao superparasitismo.

A maior e menor duração do ciclo (ovo-adulto) em lagartas de *A. gemmatalis* foi de $27,48 \pm 0,55$ dias na densidade de 7:1 e de $23,00 \pm 0,00$ dias na densidade de 1:1 respectivamente (Figura 3). A maior e menor progênie por lagarta foi de $44,00 \pm 11,00$ indivíduos para a densidade 1:1, e de $15,78 \pm 6,06$ para a densidade 21:1 respectivamente (Figura 4). A menor emergência constatada para a densidade 21:1, pode ter ocorrido devido o excesso de substâncias tóxicas depositadas pelas fêmeas no parasitismo, tornando o hospedeiro inadequado para o desenvolvimento dos imaturos.

A progênie por fêmea foi inversamente proporcional ao aumento das densidades avaliadas (Figura 5). Isto nos permite sugerir que fêmeas parasitoides, especialmente de *T. howardi*, podem regular a quantidade de ovos depositados no hospedeiro, provavelmente para evitar competição intra-específica, hipótese que precisa ser testada.

A razão sexual não teve variações entre os tratamentos, ficando com média geral de $0,91 \pm 0,03$. Isto é importante em programas de controle biológico, pois quanto maior o número de fêmeas na população, maior é a chance de redução na população do inseto-praga, haja vista que as fêmeas é que são as responsáveis pelo parasitismo.

A longevidade das fêmeas de *T. howardi* emergidas foi diretamente proporcional ao aumento das densidades testadas (Figura 6), algumas fêmeas chegaram aos 84 dias de vida (tratamento 7:1). Isto é mais uma vantagem desse agente de controle biológico, pois com maior período de sobrevivência, maior é a chance de encontrar seu hospedeiro no campo.

Observou-se que fêmeas de *T. howardi* emergidas de lagartas expostas as menores densidades (1:1 e 7:1) desse parasitoide apresentaram um maior tamanho corporal em relação às de demais densidades, embora esta característica morfológica não tenha sido efetivamente medida.

A longevidade de fêmeas de *T. howardi* emergidas de lagartas foi maior ($50 \pm 3,28$ dias) em relação às fêmeas emergidas de pupa ($39,62 \pm 3,46$ dias), no tratamento 14:1. A longevidade dos machos foi semelhante às das fêmeas para as densidades testadas.

De maneira geral, ao se analisar todas as características biológicas pode afirmar que *T. howardi* é um potencial agente de controle biológico da lagarta-da-soja, entretanto, estudos complementares, principalmente de campo são necessários.

**Parasitismo e desenvolvimento de *Tetrastichus howardi* (Olliff, 1893)
(Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818)
(Lepidoptera: Erebidae)**

A porcentagem de parasitismo de *T. howardi* em pupas de *A. gemmatalis* foi de $82,00 \pm 8,67\%$. Esse resultado foi superior ao encontrado para *Palmistichus elaeisis* (Delvare & LaSalle, 1993) (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *A. gemmatalis*, que utilizando uma fêmea parasitoide por pupa, o parasitismo foi de $54 \pm 2,00\%$ (PASTORI et al., 2012). Isto pode ser explicado pelo fato de uma fêmea de *T. howardi* ser mais eficaz em superar a resposta imune do hospedeiro que uma fêmea de *P. elaeisis*, através da deposição de substâncias tóxicas no momento do parasitismo (SCHMID-HEMPEL, 2005). A alta taxa de parasitismo obtida neste trabalho é importante para a multiplicação massal do parasitoide, que depois de multiplicado pode ser empregado em programas de controle biológico.

A porcentagem de emergência foi de $100 \pm 0,00\%$. No trabalho realizado com fêmeas de *P. elaeisis* em pupas de *A. gemmatalis*, a emergência foi de aproximadamente 18% (PASTORI et al., 2012). Essa alta emergência dos parasitoides, demonstra que os imaturos de *T. howardi* foram eficientes em explorar os recursos nutricionais fornecidos pelo hospedeiro. Essa informação evidencia a adequabilidade da pupa de *A. gemmatalis* para multiplicação de *T. howardi*, sendo semelhantes aos resultados obtidos em pupas de *D. saccharalis*, que também foi $100 \pm 0,00\%$ de emergência (COSTA et al., 2014).

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) foi de $21,94 \pm 0,33$ dias. Resultado semelhante ao obtido pelo parasitismo de *Trichospilus diatraeae* (Cherian & Margabandhu, 1942) (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *D. saccharalis*, que foi de $19,25 \pm 0,22$ dias (VARGAS et al., 2013) e de *P. elaeisis* em pupas de *A. gemmatalis*, que variou de 20 a 22 dias (PASTORI et al., 2012).

A progênie obtida foi de $34,61 \pm 2,95$ indivíduos, sendo superior a progênie encontrada de *P. elaeisis* em pupas de *A. gemmatalis*, que foi de aproximadamente 23 indivíduos por pupa, ao se utilizar a mesma densidade de fêmea (PASTORI et al., 2012). A progênie por fêmea foi de $28,79 \pm 2,56$ fêmeas, essa característica biológica observada de *P. elaeisis* em pupas de *A. gemmatalis* foi de aproximadamente 20 fêmeas. Esses resultados são de grande relevância, haja vista que são as fêmeas que são

responsáveis pelo parasitismo e consequente sucessão das gerações do parasitoide (Tabela 2).

A razão sexual de *T. howardi* em pupas de *A. gemmatalis* foi superior à 0,86 para a densidade de fêmea testada e se assemelha à obtida em outros dois eulophídeos: *P. elaeisis* em pupas do hospedeiro alternativo *B. mori* (PEREIRA et al., 2010b) e *T. diatraeae* em pupas de *T. molitor* (FAVERO et al., 2013). Isto é importante para sistemas de multiplicação massal, experimentos de laboratório e seleção de indivíduos para liberação no campo, pois as fêmeas parasitoides são responsáveis pela geração subsequente (AMALIN et al., 2005). Algumas espécies de parasitoides são capazes de ajustar o número e o sexo dos descendentes em função da quantidade de fêmeas progenitoras, disponibilidade de hospedeiro (GODFRAY, 1994; BURTON-CHELLEW et al., 2008) e de acordo com o tamanho ou qualidade do recurso hospedeiro (AMALIN et al., 2005; SOARES et al., 2009; PASTORI et al., 2012). Isso permite supor que para obtenção de maior quantidade de fêmeas parasitoides em relação a machos, a escolha do hospedeiro deve ser levada em consideração na multiplicação de inimigos naturais (Citado por COSTA et al., 2014). Os resultados observados neste bioensaio trazem em evidência, que as pupas de *A. gemmatalis* são nutricionalmente e fisiologicamente adequadas para a reprodução do parasitoide *T. howardi*.

Fêmeas adultas de *T. howardi* preferem parasitar pupas, mas a pupa de *A. gemmatalis* fica no solo, fato que impede o uso deste parasitoide como seu controlador biológico natural nesta fase de vida, porém, isso pode tornar pupas de *A. gemmatalis* um hospedeiro alternativo para a criação massal deste parasitoide, visto que este hospedeiro possui uma alta taxa de fecundidade, fácil multiplicação em condições de laboratório e baixo custo de produção.

Tetrastichus howardi, ao parasitar pupas de *A. gemmatalis* com 96 horas ou mais, foi observada a emergência dos descendentes no adulto (Imagens 8 e 9), assim como relatado em *Diatraea saccharalis* (PEREIRA et al., 2015). Isto mostra a eficiência do parasitoide ao parasitar diferentes estágios biológicos do hospedeiro, essas informações revelam a capacidade deste inimigo natural para regular o desenvolvimento de vários estágios de vida da broca da cana e da lagarta-da-soja, e este fato pode ser atribuído à vida útil longa da fase adulta de *T. howardi* (VARGAS et al., 2011).

CONCLUSÕES

Fêmeas do parasitoide *T. howardi* foram capazes de parasitar lagartas de *A. gemmatalis* do primeiro ao quinto instar, este é o primeiro relato.

As densidades de fêmeas de *T. howardi* influenciam no parasitismo e emergência em lagartas de *A. gemmatalis*.

Fêmeas de *T. howardi* são capazes de parasitar a lagarta e emergir na pupa de *A. gemmatalis*, e ao parasitar pupas com 96 horas ou mais, são capazes de emergir no adulto.

Adultos de *T. howardi* emergiram de lagartas de *A. gemmatalis* em todas as densidades, sendo a densidade de 7:1, a que proporcionou as melhores características biológicas deste parasitoide.

As pupas de *A. gemmatalis* são adequadas para a reprodução de *T. howardi*, sendo indicadas para uso como hospedeiro alternativo para multiplicação deste parasitoide.

Os resultados obtidos com esses experimentos colocam o parasitoide *T. howardi* como um potencial agente de controle biológico de lagartas de *A. gemmatalis*, porém, trabalhos complementares se fazem necessários, principalmente de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v. 18, p. 265-266, 1925.

ALMEIDA, A.; CHIARELO, A.; OLIVEIRA, A. C. de; GRUTZMACHER, A. D.; ROESE, A. D.; LINHARES, A. G. RPSRS (**REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL**) (**34: 2006: Pelotas**). 2006. Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2006/2007. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 237p.

AMALIN, D. M.; PEÑA, J. E.; DUNCAN, R. E. Effects of host age, female parasitoid age, and host plant on parasitism of *Ceratogramma etiennei* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Florida Entomologist**, v. 88, p. 77-82, 2005.

ASGARI, S. Venom proteins from poliDNAvirus-producing endoparasitoids: their role in host parasite interactions. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, v. 61, p. 146-156, 2006.

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.

BARBOSA, L. S.; COURI, M. S.; COELHO, V. M. A. Desempenho do parasitoide *Nasonia vitripennis* (Walker) (Hymenoptera: Pteromalidae) utilizando como hospedeiro *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) (Diptera: Calliphoridae), sob diferentes tempos de exposição. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 125-129, 2010.

BARBOSA, L. S.; COURI, M. S.; COELHO, V. M. A. Desenvolvimento de *Nasonia vitripennis* (Walker, 1836) (Hymenoptera: Pteromalidae) em pupas de *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Diptera: Calliphoridae), utilizando diferentes densidades do parasitoide. **Biota Neotropica**, v. 8, p. 49-54, 2008.

BENNETT, F. D. Tests with parasites of Asian graminaceous moth-borers on *Diatraea* and allied genera in Trinidad. **Technical Bulletin of the Commonwealth Institute of Biological Control**, v.5, p.101-116, 1965.

BITTENCOURT, M. A. L.; BERTI FILHO, E. Preferência de *Palmistichus elaeisis* por pupas de diferentes lepidópteros praga. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.1281-1283, 1999.

BURTON-CHELLEW, M. N.; KOEVOETS, T.; GRILLENBERGER, B. K.; SYKES, E. M.; UNDERWOOD, S. L.; BIJLSMA, K.; GADAU, J.; ZANDE, L. van de.; BEUKEBOOM, L.W.; WEST, S. A.; SHUKER, D. M. Facultative sex ratio adjustment in natural populations of wasps: cues of local mate competition and precision of adaptation. **American Naturalist**, v. 172, p. 393-404, 2008.

CHOI, W. I.; YOON, T. J.; RYOO, M. I. Host-size dependent feeding behaviour and progeny sex ratio of *Anisopteromalus calandrae* (Hym.: Pteromalidae). **Journal Applied Entomology**, v. 125, p. 71-77, 2001.

CHONG, J. H.; OETTING, R. D. Functional response and progeny production of the Madeira mealybug parasitoid, *Anagyrus* sp. nov. nr. *sinope*: The effects of host and parasitoid densities. **Biological Control**, v. 39, p. 320-328, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 3 - Safra 2015/16, n 7- Sétimo levantamento, abr. 2016. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 20 abr. 2016.

COSTA, D. P. **Interações biológicas entre *tetrastichus howardi* (hymenoptera: eulophidae) e *cotesia flavipes* (hymenoptera: braconidae) no parasitismo de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar**. 2014. 82 f. Tese (Doutorado em Biologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

COSTA, D. P.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O. Reprodução de *Tetrastichus howardi* em pupas de *Diatraea saccharalis* de diferentes idades. **Amazonian Journal**, v. 57, n. 1, p. 67-71, 2014. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2013.067>

COSTA, D. P.; PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; ROSSONI, C.; FAVERO, K.; BARBOSA, R. H. Reprodução de *Tetrastichus howardi* em pupas de *Diatraea saccharalis* de diferentes idades. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v.57, p. 67-71, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – Paraná 2007**. Londrina: Embrapa Soja, 2006a. 217p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2007**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006b. 225p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil – 2009 e 2010**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 262p. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja).

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. 583-589, 2013.

FELIX, J.; GONZÁLEZ, A.; OCA, F. N. M. de.; RAVELO, H. G.; BAITHA, A. Interaction of *Lixophaga diatraeae* (Townsend) and *Tetrastichus howardi* (Olliff) for management of *Diatraea saccharalis* (Fab.) in Cuba. **Sugar Tech**, v. 7, p. 5-8, 2005.

FOERSTER, L. A.; DOETZER, A. K.; AVANCI, M. R. F. Parasitoides larvais de *Mythimna (Pseudaletia) sequax* Franclemont e capacidade de parasitismo de

Glyptapanteles muesebecki (Blanchard) em relação ao tempo de exposição, temperatura e densidade de hospedeiros. **Acta Biologica Paranaense**, v. 30, p. 139-149. 2001.

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

GAZZONI, D. L.; YORINORI, J. T. **Manual de identificação de pragas e doenças da soja**. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1995. 128p. (Manuais de Identificação de Pragas e Doenças, 1).

GODFRAY, H. C. J. **Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology**. Princeton: Princeton University Press, 1994, 488 p.

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

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

HARVEY, J. A.; POELMAN, E. H.; TANAKA, T. Intrinsic inter and intraspecific competition in parasitoid wasps. **Annual Review of Entomology**, v. 58, p. 333-51, 2013.

HE, X. Z.; WANG, Q.; TEULON, D. A. J. Host age preference behavior in *Aphidius ervi* Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae). **Journal Insect Behaviour**, v. 24, p. 447-455, 2011.

JERVIS, M. A.; MOE, A.; HEIMPEL, G. E. The evolution of parasitoid fecundity: a paradigm under scrutiny. **Ecology Letters**, v. 15, n. 4, p. 357-364, 2012. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2012.01745.x>

KFIR, R. Parasitoids of *Plutella xylostella* (Lepidoptera.: Plutellidae) in South Africa: An annotated list. **Entomophaga**, v. 42, p. 517-523, 1997.

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

KOGAN, M. Integrated Pest Management: Historical Perspectives and Contemporary Development. Ann. **Revista Entomológica**, v. 43, p 243-270, 1998.

LA SALLE, J.; POLASZEK, A. Afrotropical species of the *Tetrastichus howardi* species group (Hymenoptera: Eulophidae). **African Entomology**, v.15, p. 45-56, 2007.
NAKAJIMA, Y.; NAKAGAWA, R.; FUJISAKI, K. Interactions between the winter cherry bug *Acanthocoris sordidus* (Hemiptera: Coreidae) and its egg parasitic wasps. **Applied Entomology and Zoology**, v. 47, p. 35-44, 2012.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. Editora Manole: São Paulo, 2002. 609 p.

PASTORI, P. L.; MONTEIRO, L. B.; BOTTON, M.; PRATISSOLI, D. Efeito da idade do parasitoide e do hospedeiro na reprodução de *Trichogramma pretiosum* Riley 8 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 349-353, 2010.

PASTORI, P. L.; PEREIRA, F. F.; ANDRADE, G. S.; SILVA, R. O.; ZANUNCIO, J. C.; PEREIRA, A. I. A. Reproduction of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) in pupae of two lepidopterans defoliators of eucalypt. **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 38, p. 91-93, 2012.

PENNACCHIO, F.; STRAND, M. R. Evolution of developmental strategies in parasitic Hymenoptera. **Annual Review Entomology**, v. 51, p. 233-58, 2006.

PEREIRA, F. F.; KASSAB, S. O.; VARGAS, E. L.; CALADO, V. R. F.; OLIVEIRA, H. N. de.; ZANUNCIO, J. C. Parasitism and emergence of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) on the caterpillars, pupae and adults of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **The Florida Entomologist**, v. 95, p. 384-387, 2015.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; PASTORI, P. L.; PEDROSA, A. R.; OLIVEIRA, H. N. Parasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiro alternativo sobre plantas de eucalipto em semi-campo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p.715-720, 2010a.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; OLIVEIRA, H. N. de.; FAVERO, K.; GRANCE, E. L. V. Progenie de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) de diferentes idades. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 660-664, 2009a.

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, p. 865-869, 2009.

PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, T. V.; PRATISSOLI, D.; PASTORI, P. L. The density of females of the *Palmistichus elaeisis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) affects their reproductive performance on pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 81, p. 323-331, 2010b.

SAGARRA, L. A.; VICENT, C.; STEWART, R. K. Mutual interference among female *Anagyrus kamali Moursi* (Hymenoptera: Encyrtidae) and its impact on fecundity, progeny production and sex ratio. **Biocontrol Science and Technology**, v. 10, p. 239-244, 2000.

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

SILVA-TORRES, C. S. A. da.; MATTHEWS, R. W. Development of *Melittobia australica* Girault and *M. digitata* Dahms (Parker) (Hymenoptera: Eulophidae) parasiting *Neobellieria bullata* (Parker) (Diptera: Sarcophagidae) puparia. **Neotropical Entomology**, v. 32, p. 645-651, 2003.

SILVA-TORRES, C. S. A. da.; 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, 2010a.

SILVA-TORRES, C. S. A. da.; TORRES, J. B.; BARROS, R.; PALLINI, A. Parasitismo de traça-das-crucíferas por *Oomyzus sokolowskii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 638-645, 2010b.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; ZUCCHI, R. A. **Pragas da soja**, p. 387-410. 1992. In: Curso de Entomologia Aplicada a Agricultura. Piracicaba: FEALQ, 760p.

SOARES, M. A.; GUTIERREZ, C. T.; ZANUNCIO, J. C.; PEDROSA, A. R. P.; LORENZON, A. S. Superparasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) y comportamiento de defensa de dos hospederos. **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 35, p. 62-65, 2009.

STRAND, M. R.; PECH, L. L. Immunological basis for compatibility in parasitoid-host relationships. **Annual Review of Entomology**, v.40, p.31-56, 1995.

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.

VINSON, S. B., IWANTSCH, G. F. Host regulation by insect parasitoids. **Revista Biológica**, v. 55, p. 143-165, 1980.

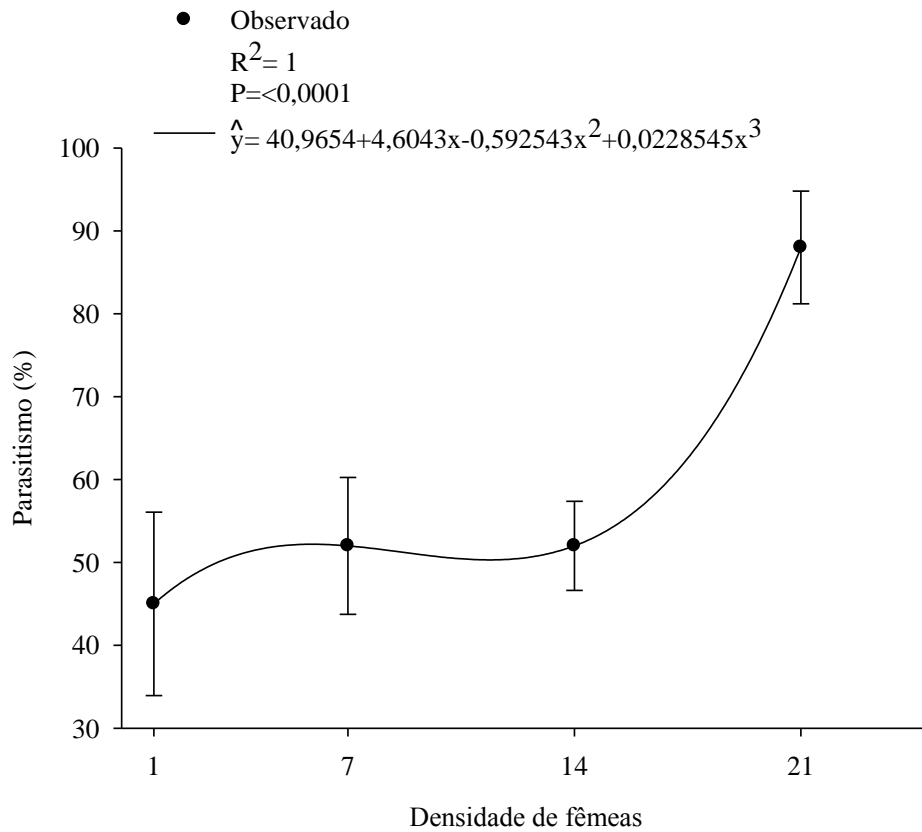


Figura 1. Porcentagem de parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14 e 21 fêmeas por lagarta de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

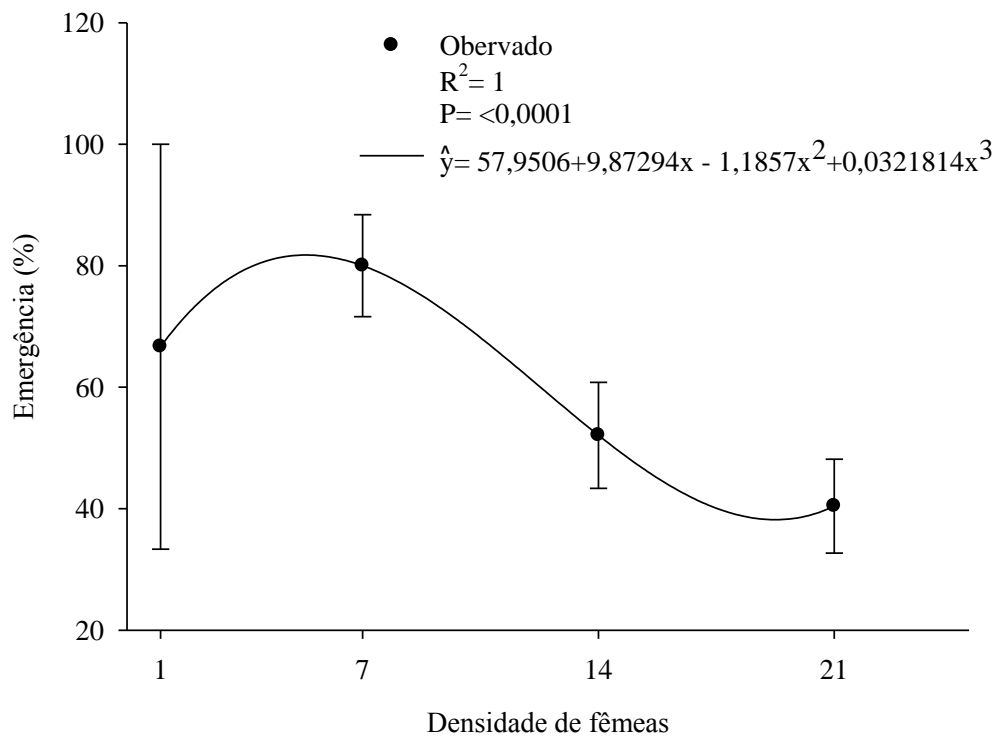


Figura 2. Porcentagem de emergência de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14 e 21 fêmeas por lagarta de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) a temperatura de 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

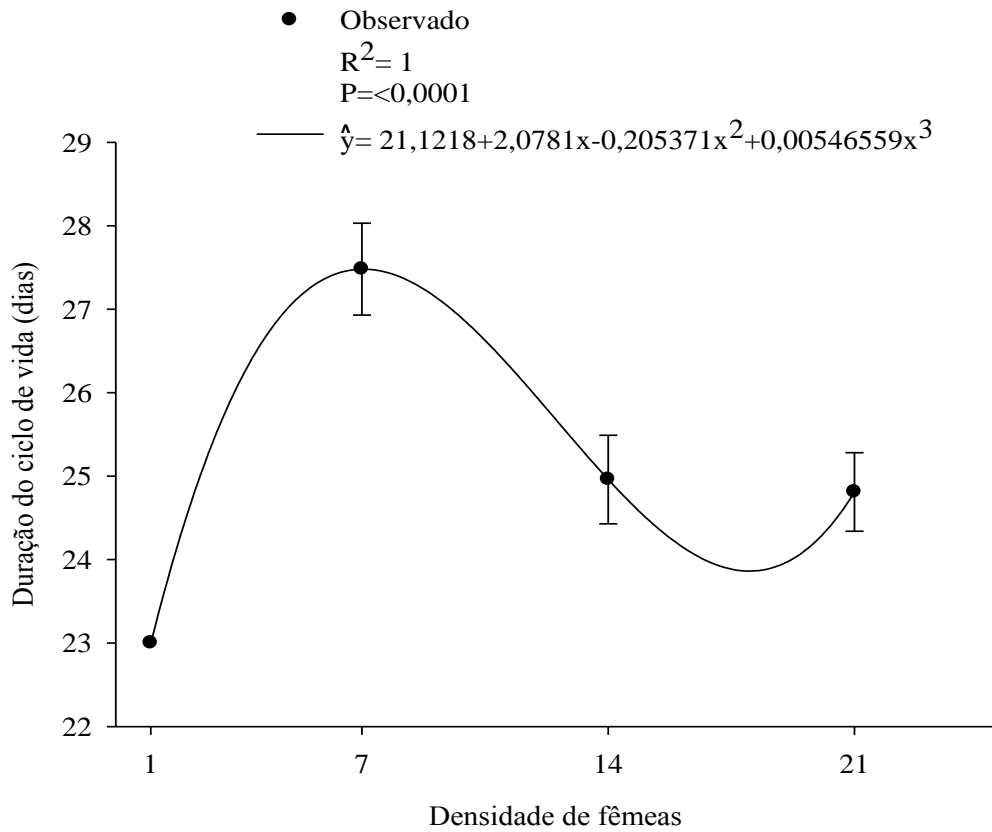


Figura 3. Duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14 e 21 fêmeas por lagarta de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

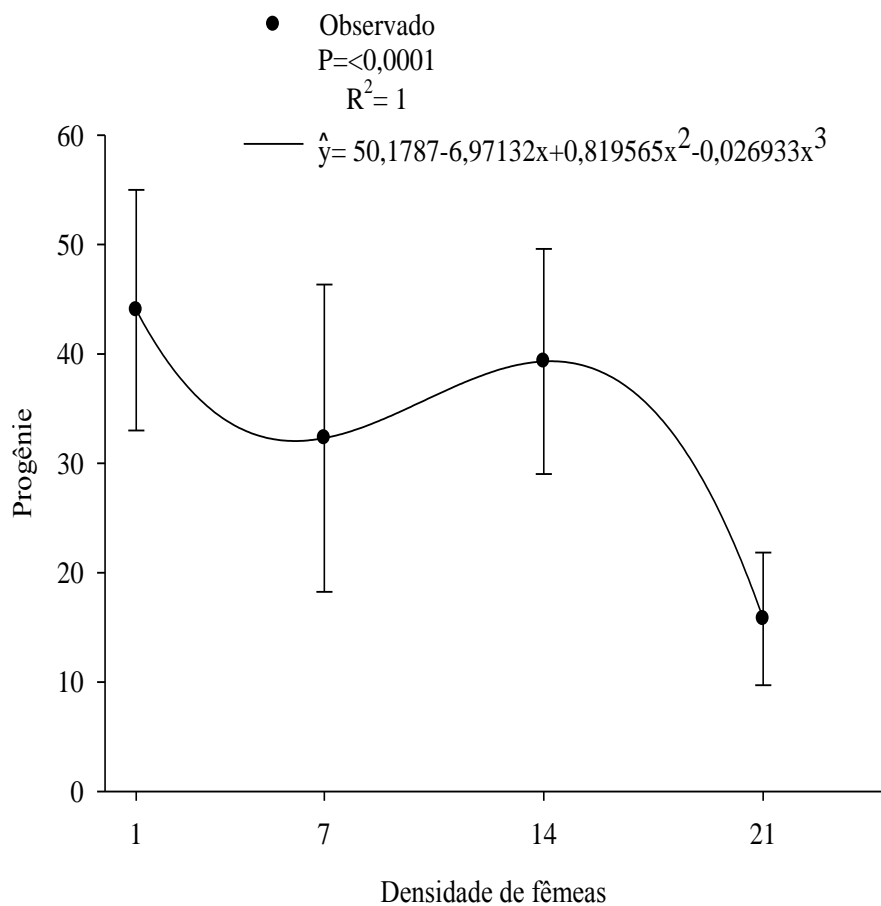


Figura 4. Progênie de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14 e 21 fêmeas por lagarta de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

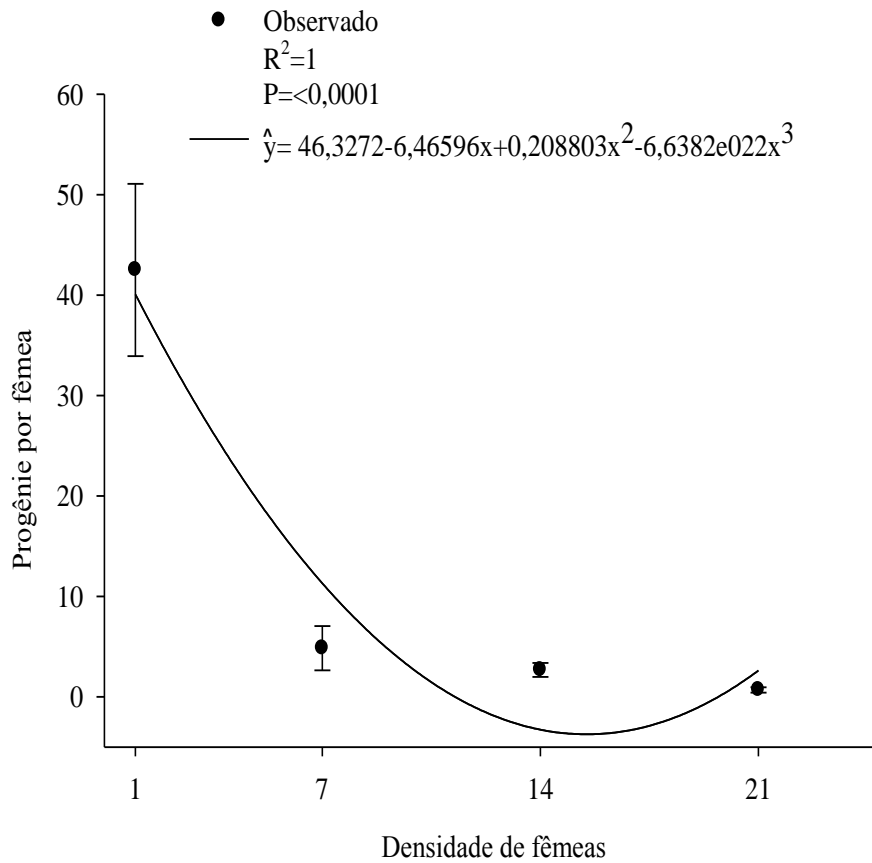


Figura 5. Progênie por fêmea de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) com 1, 7, 14 e 21 fêmeas por lagarta de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

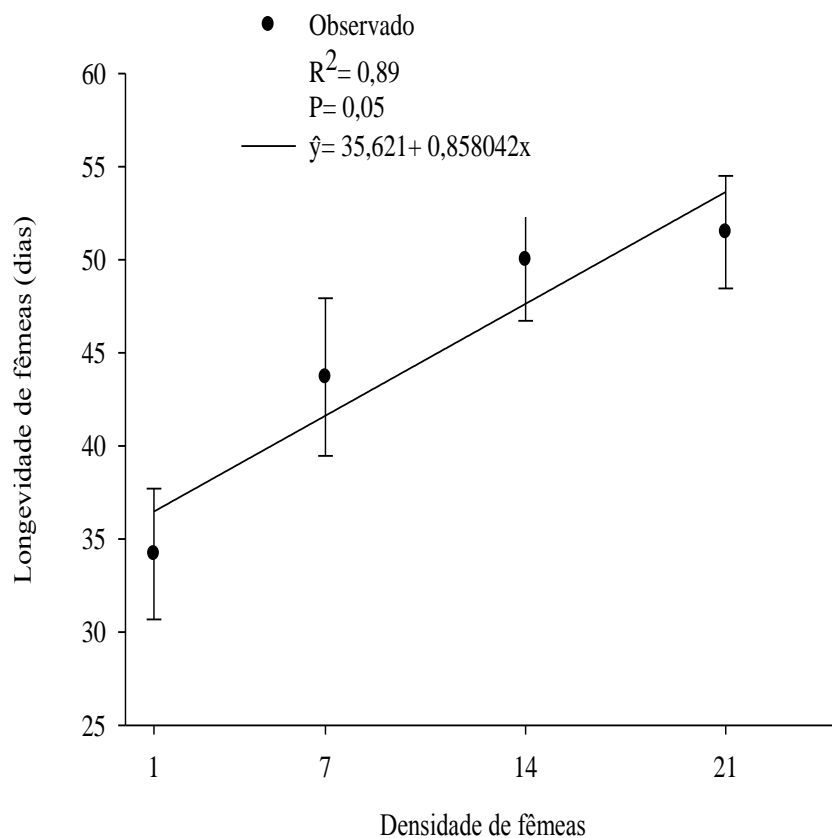


Figura 6. Longevidade de fêmeas (dias) de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) emergidos por pupa de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

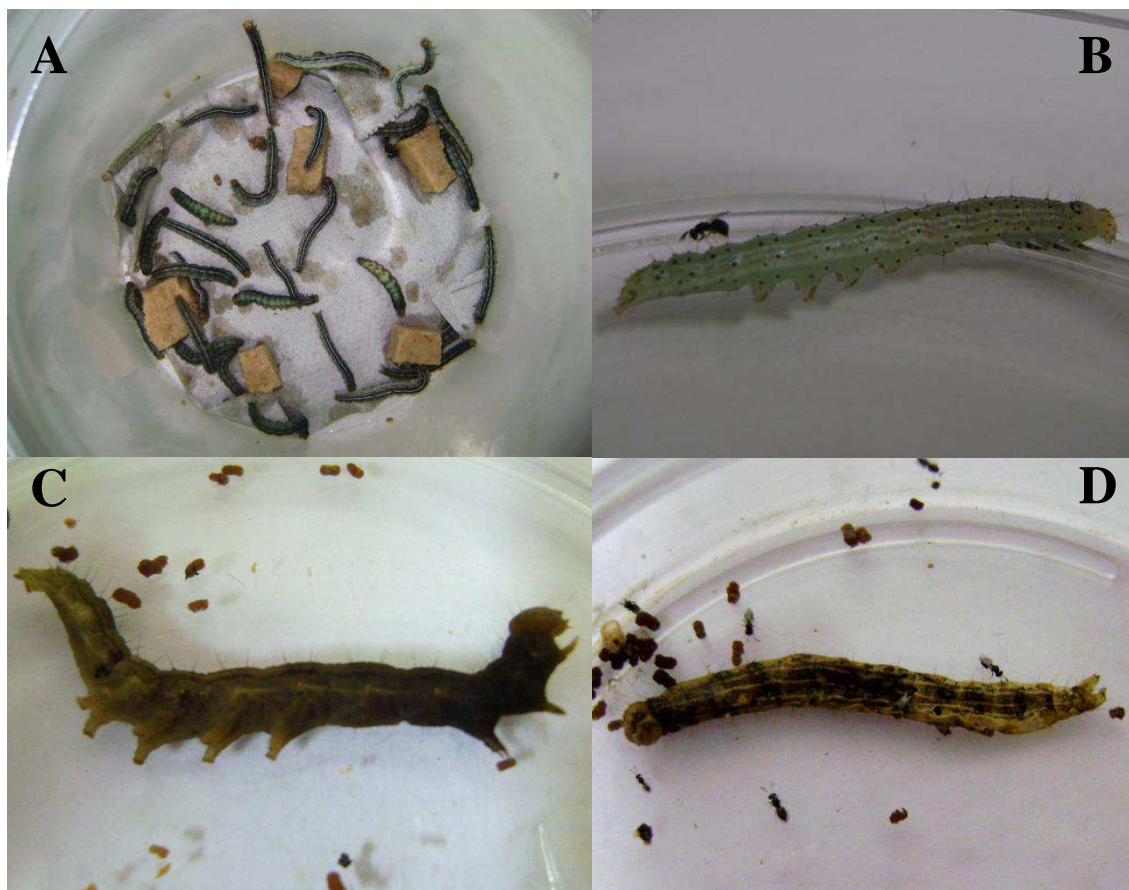


Imagem 1. Recipientes plásticos utilizados para multiplicações das lagartas de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) (A); Fêmea de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando lagarta de *A. gemmatalis* (B); Lagarta de *A. gemmatalis* parasitada e com emergência de *T. howardi* (C, D).



Imagem 2. Parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) na lagarta de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) e emergência dos adultos na fase de pupa (A, B); Emergência de *T. howardi* no adulto de *A. gemmatalis* (C, D).

Quadro 1. Composição da dieta para manutenção dos adultos de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) (Adaptada de Greene et al., 1976)

Ingredientes	Quantidade
Água destilada	1000 ml
Açúcar	60 g
Mel	10 g
Nipagin	1g
Ácido sórbico	1 g

Quadro 2. Composição da dieta para manutenção da lagarta-de-soja *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) (Adaptada de Greene et al., 1976)

Ingredientes	Quantidade
Água	3.400 ml
Ágar	46 g
Feijão	250 g
Germe-de-trigo não tostado	200 g
Caseína	75 g
Levedura de cerveja	125 g
Ácido ascórbico	12 g
Mistura vitamínica Vanderzant*	20 g
Tetraciclina	250 g
Formaldeído 40%	12 ml
Nipagin	15 g
Ácido sórbico	6 g
Proteína de soja texturizada	100 g
Composição da mistura vitamínica de Vanderzant	
Niacinamida	1,000 mg
Pantotenato de cálcio	1,000 mg
Tiamina HCl	0,250 mg
Riboflavina	0,500 mg
Piridoxina HCl	0,250 mg
Ácido fólico	0,250 mg
Biotina	0,020 mg
Vitamina B ₁₂	0,002 mg

Tabela 1. Parasitismo de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) com uma e sete fêmeas por lagarta do primeiro ao quinto ínstar de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) com o período de 24h de parasitismo, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

Ínstar	Densidades de fêmeas	
	1♀	7♀
	Parasitismo (% \pm erro) ^{ns}	
1°	20,00 \pm 0,00	26,67 \pm 4,22
2°	37,78 \pm 5,21	25,00 \pm 5,00
3°	30,00 \pm 5,77	37,50 \pm 5,90
4°	37,14 \pm 6,80	32,00 \pm 8,00
5°	26,67 \pm 6,67	26,67 \pm 6,67

^{ns}Não significativo pela análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Características biológicas de *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) com uma fêmea por pupa *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Erebidae) com o período de 24h de parasitismo, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14 horas.

Parasitismo	$82,00 \pm 8,67\%$
Emergência	$100,00 \pm 0,00\%$
Ciclo (ovo-adulto)	$21,94 \pm 0,33$ dias
Progênie	$34,61 \pm 2,95$ indivíduos
Razão sexual	$0,86 \pm 0,05$
Progênie/fêmea	$28,79 \pm 2,56$ fêmeas
