

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

**BASES BIOLÓGICAS PARA UTILIZAÇÃO DE *Trichospilus diatraeae*  
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) PARA CONTROLE DE  
*Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

**NÁDIA MAEBARA BUENO**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP – Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de Mestre  
em Agronomia (Proteção de Plantas)

BOTUCATU – SP

Julho 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

**BASES BIOLÓGICAS PARA UTILIZAÇÃO DE *Trichospilus diatraeae*  
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) PARA CONTROLE DE  
*Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

**NÁDIA MAEBARA BUENO**

Orientadora: Profa. Dra. Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP – Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de Mestre  
em Agronomia (Proteção de Plantas)

BOTUCATU – SP

Julho 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

B928b Bueno, Nádia Maebara, 1988-  
Bases biológicas para utilização de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) para controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)/ Nádia Maebara Bueno. - Botucatu : [s.n.], 2015  
vii, 49 f. : tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2015  
Orientador: Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno  
Coorientador: Carlos Frederico Wilcken  
Inclui bibliografia

1. Insetos como agentes no controle biológico de pragas. 2. Himenoptero. 3. Lepidoptero. 4. Parasitoides. I. Bueno, Regiane Cristina Oliveira de Freitas. II. Wilcken, Carlos Frederico. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título.

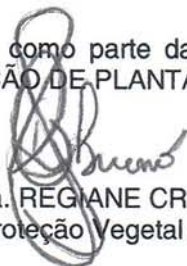
**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** BASES BIOLÓGICAS PARA UTILIZAÇÃO DE *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) PARA CONTROLE DE *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

**AUTORA:** NADIA MAEBARA BUENO

**ORIENTADORA:** Profa. Dra. REGIANE CRISTINA OLIVEIRA DE FREITAS BUENO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. REGIANE CRISTINA OLIVEIRA DE FREITAS BUENO  
Dep de Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu



Prof. Dr. EVERTON PIRES SOLIMAN  
Depto. Tecnologia Florestal - Suzano



Prof. Dr. VALMIR ANTONIO COSTA  
Centro Experimental Central do Instituto Biológico

Data da realização: 23 de julho de 2015.

**DEDICO**

À minha avó e madrinha Carmen (*in memoriam*)

Aos meus pais Sérgio e Fátima

Aos meus irmãos Vitor, Vinicius e Guilherme.

Por tudo.

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida;

A minha família, por todo o amor, educação e incentivo em todas as minhas escolhas;

Agradeço a Profa. Dra. Regiane, pela orientação, oportunidade, ensinamentos e amizade ao longo desses anos;

Ao Prof. Dr. Wilcken, pela co-orientação e por disponibilizar as instalações do LCBPF para que este trabalho pudesse ser executado;

À Faculdade de Ciências Agronômicas, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Proteção de Plantas, por todas as oportunidades e acolhimento ao longo dos últimos anos;

A todos os professores do Departamento de Proteção Vegetal pelos conhecimentos transmitidos ao longo dessa trajetória;

A todos os funcionários do Departamento de Proteção Vegetal, pela amizade e colaboração;

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos;

Aos colegas de pós-graduação e amigos do AGRIMIP, Ana Laura, Bruna, Carlos, João, Joaz, Lais, Leidy, Lucas e Marina, por toda ajuda e conselhos que recebi, e principalmente pela amizade;

A todos os estagiários que contribuíram para a execução desse trabalho;

Ao Guilherme, por todo amor, companheirismo e paciência ao longo de todos esses anos;

A todas as moradoras e ex-moradoras da República Coxera, por todos os momentos que passamos juntas e ainda passaremos;

As grandes amigas Ana Carolina e Júlia, pela amizade incondicional;

A todas as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a execução deste trabalho, muito obrigada.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	VII
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	3
3. INTRODUÇÃO GERAL.....	5
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
4.1 <i>Helicoverpa armigera</i> Hübner (Lepidoptera: Noctuidae).....	8
4.2 Parasitoides associados a <i>H. armigera</i> .....	9
4.3 <i>Trichospilus diatraeae</i> .....	10
CAPITULO 1 – Características biológicas de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulopidae) em pupas de <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae).....	13
Resumo.....	14
Abstract.....	15
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.1 Criação do hospedeiro.....	17
2.2 Criação do parasitoide.....	17
2.3 Avaliação de idade de pupas.....	18
2.4 Avaliação da idade do parasitoide.....	18
2.5 Avaliação da densidade de parasitoides por pupa.....	19
2.6 Avaliação da interferência do tempo de parasitismo.....	19
2.7 Delienamento experimetnal e análise dos dados.....	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4. CONCLUSÕES.....	22
5. REFERÊNCIAS.....	23

CAPÍTULO 2 – Desenvolvimento de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de <i>Helicoverpa armigera</i> (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas.....		30
Resumo.....		31
1.	INTRODUÇÃO .....	33
2.	MATERIAL E MÉTODOS .....	34
2.1	Criação do hospedeiro .....	34
2.2	Criação do parasitoide .....	34
2.3	Desenvolvimento de <i>T. diatraeae</i> em pupas de <i>H. armigera</i> em diferentes temperaturas e longevidade das fêmeas do parasitoide .....	34
3.	RESULTADOS .....	35
3.1	Tempo de desenvolvimento .....	35
3.2	Emergência de progênie .....	35
3.3	Mortalidade de pupas de <i>H. armigera</i> .....	36
3.4	Longevidade das fêmeas de <i>T. diatraeae</i> .....	36
4.	DISCUSSÃO.....	36
4.1	Tempo de desenvolvimento .....	36
5.	REFERÊNCIAS .....	38
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
6.	CONCLUSÕES.....	44
7.	REFERÊNCIAS.....	45



## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO 1 – Características biológicas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)

Tabela 1. Características biológicas de *Trichospilus diatraeae* criados em *Helicoverpa armigera* no parasitismo de *Helicoverpa armigera* (25°C Temp, 70% UR, fotofase 12 horas). ..... 27

Tabela 2. Características biológicas de *Trichospilus diatraeae* criados em pupas de *Diatraea saccharalis* no parasitismo de pupas de *Helicoverpa armigera* (25°C Temp, 70% UR, fotofase 12 horas). ..... 28

Tabela 3. Parâmetros biológicos de *Trichospilus diatraeae* de diferentes idades em pupas de *Helicoverpa armigera* (25°C Temp, 70% UR, 12 horas fotofase). ..... 29

Tabela 4. Parâmetros biológicos de *Trichospilus diatraeae* em diferentes densidades parasitando pupas de *Helicoverpa armigera* (25°C Temp, 70% UR, 12 horas fotofase). ..... 29

Tabela 5. Parâmetros biológicos de *Trichospilus diatraeae* em diferentes tempos de parasitismos em pupas de *Helicoverpa armigera* (25°C Temp, 70% UR, 12 horas fotofase). ..... 29

### CAPITULO 2 - Desenvolvimento de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas

Tabela 1. Peso das pupas de *Helicoverpa armigera*. ..... 41

Tabela 2. Tempo de desenvolvimento de *Trichospilus diatraeae*. ..... 41

Tabela 3. Número de parasitoides emergidos por pupa. .... 41

Tabela 4. Mortalidade das pupas de *Helicoverpa armigera*. ..... 41

Tabela 5. Longevidade das fêmeas de *Trichospilus diatraeae*. ..... 42

**BASES BIOLÓGICAS PARA UTILIZAÇÃO DE *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) PARA CONTROLE DE *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE).** Botucatu, 2015. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Proteção de Plantas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCA/UNESP, campus de Botucatu.

Autor: Nádia Maebara Bueno

Orientador: Profa. Dra. Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken

## 1. RESUMO

A espécie *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) é um inseto polífago, com ampla distribuição geográfica e considerada uma importante praga nas regiões do mundo em que ocorre. Na safra 2013/2014, a presença desse lepidóptero foi registrada pela primeira vez no Brasil, acarretando em perdas de produtividade. Essa espécie possui diversas características que a tornam de indiscutível importância, como o fato de dispersar-se a longas distâncias, alimentar-se na fase jovem de estruturas reprodutivas das plantas, alta fertilidade e diapausa facultativa das pupas. Além disso, é uma espécie que apresenta resistência a um grande número de inseticidas. Diante desse cenário, outras táticas de controle, que englobem técnicas inter e multidisciplinares, devem ser adotadas, de acordo com a proposta do Manejo Integrado de Pragas. Uma delas, o controle biológico, apresenta grande potencial, pois não causa desequilíbrio ambiental e pode manter a população de pragas abaixo do nível de dano econômico. Nesse sentido, o parasitoide de pupas *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) apresenta potencial de utilização no controle dessa praga. *T. diatraeae* é uma espécie amplamente distribuída no território brasileiro e foi registrado em diversas famílias de Lepidoptera, o que o caracteriza como altamente polífago. Para tanto, é necessário conhecer previamente as interações entre parasitoide e hospedeiro alvo, tornando importante estudar essas características. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi estudar as características biológicas do parasitoide em diferentes hospedeiros, a influência do sexo e idade da pupa,

idade e densidade de parasitoides e tempo de parasitismo, além do estudo do desenvolvimento em diferentes temperaturas de *T. diatraeae* em pupas de *H. armigera*. Concluiu-se que *T. diatraeae* desenvolveu-se melhor a 25°C, em pupas fêmeas de 96 horas, com parasitoides criados em pupas de *H. armigera* e parasitoides de 48 horas de idade, não havendo influência da densidade de parasitoides e tempo de parasitismo. Dessa forma, *T. diatraeae* apresenta potencial para utilização em programas de controle biológico, podendo auxiliar no controle de *H. armigera*.

---

Palavras-chave: Pupa; Controle Biológico; Manejo Integrado de Pragas; Heliothinae.

**BIOLOGICAL BASES FOR THE UTILIZATION OF *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) TO CONTROL *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) PUPAE.** Botucatu, 2015. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCA/UNESP, campus de Botucatu.

Author: Nádia Maebara Bueno

Adviser: Prof. Dra. Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno

Co-Adviser: Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken

## 2. SUMMARY

*Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) is a polyphagous insect, with wild geographic distribution and considered the most important pest in the regions where it occurs. Recently, in the 2013/2014 growing season, its presence was first registered in Brazil, bringing yield loss and therefore economic damages. This species has several characteristics that make it of considerable interest, such as the fact of its capacity in disperse over long distances, caterpillars that feeds of reproductive structures, high fertility and optional diapause pupae. Furthermore, it is a species that is resistant to a large number of insecticides. In this scenario, other control tactics, covering inter and multidisciplinary techniques should be adopted in accordance with the proposal of Integrated Pest Management (IPM). One of them, biological control, has great potential because it does not cause environmental imbalance and can keep the pest population below economic injury level. In this sense, the pupae parasitoid *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) presents potential to be utilized in biological control. *T. diatraeae* is a widely distributed species in Brazil, and have already been recorded in several Lepidopteran families, which characterizes this insect as highly polyphagous. Therefore, it is necessary to know the interactions between parasitoid and host, making it important to study these characteristics. Thus, the objective of this work was to study the

biological characteristics of the parasitoid on different hosts, the influence of gender and age of the pupa, parasitism time, age and parasitoid density, besides the study of the development of *T. diatraeae* on *H. armigera* pupae in different temperatures. It was concluded that *T. diatraeae* better developed at 25°C, in 96 hours-old female pupae, with parasitoids reared in *H. armigera* pupae, and parasitoids at 48 hours age, with no influence of parasitoid density and parasitism time. Thus, *T. diatraeae* has potential for use in biological control programs and can assist in the control of *H. armigera*.

---

Key words: Eulophidae; biological control; pupae parasitoids; Integrated Pest Management; Heliothinae.

### 3. INTRODUÇÃO GERAL

*Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga recentemente identificada no Brasil. A presença dessa praga foi oficialmente constatada na safra 2012/2013 e, até então, era considerada uma praga quarentenária. Durante os meses de janeiro e fevereiro de 2013 foram coletados espécimes desse inseto atacando soja em Goiás, algodão em Mato Grosso, em tigueria de soja na Bahia (CZEPAK et al., 2013) e em citros no estado de São Paulo (BUENO et al., 2014).

*H. armigera* apresenta ampla distribuição geográfica, com registros na Europa, Ásia, África e Oceania, sendo a mais importante e impactante praga nas regiões onde ocorre (ZALUCKI et al., 1986; GUO, 1997), causando danos estimados em mais de US\$5 bilhões de dólares anuais às plantas hospedeiras ao redor do mundo (LAMMERS & MACLEOD, 2007). Essa espécie possui alta capacidade de dispersão em condições de campo e na fase adulta pode migrar a uma distância de até 2000 km (TAY et al., 2013). As pupas apresentam diapausa facultativa, uma importante estratégia que algumas espécies de insetos apresentam para evitar condições ambientais desfavoráveis (LIU et al., 2010). As lagartas apresentam resistência a diversos inseticidas, principalmente por apresentar

tegumento de aspecto levemente coriáceo, que impede a passagem de moléculas pelos tecidos (HEMATI et al., 2012; CZEPAK et al., 2013; TAY et al., 2013).

No Brasil, ocorre a espécie *Helicoverpa zea* Boddie (Lepidoptera: Noctuidae) (SÁ & PARRA, 1994), Heliiothinae assim como *H. armigera* e conhecida popularmente como a largarta-da-espiga-do-milho ou a broca-grande-do-tomateiro. A *H. zea* é tão polífaga quanto a *H. armigera* e são muito próximas morfológicamente e molecularmente (TAY, 2013). Tão próximas que Hardwick (1965) relata a possibilidade de formação de híbridos férteis entre as duas espécies. No entanto, após análises morfológicas e moleculares foi comprovado que os insetos que estavam causando grandes prejuízos às culturas pertenciam à espécie *H. armigera* (CZEPAK et al., 2013)

Estima-se que quase 30% de todo inseticida usado no mundo direciona-se para o controle dessa praga (JOUßEN et al., 2012). Entretanto, o uso sistemático de defensivos fitossanitários para controle desde noctuídeo tem resultado em ressurgimento e surtos da praga, seleção de resistência a inseticidas, eliminação de inimigos naturais, além de possível contaminação do solo, alimentos, água e ar (BASKAR & IGNACIMUTHUA, 2012).

Diante desse cenário, prezando pela sustentabilidade do agroecossistema e controle efetivo da praga, encaixa-se o Manejo Integrado de Pragas (MIP), um conjunto de táticas inter e multidisciplinares. Entre elas o controle biológico, cuja estratégia de controle está em consonância com as necessidades da agricultura atual, podendo ser exercido por micro e macro organismos, como por exemplo, insetos parasitoides.

Acredita-se que a introdução do parasitoide de pupas *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) no Brasil tenha sido acidental, com primeiro registro de ocorrência em pupas de Arctiidae (Lepidoptera) encontrada em Piracicaba/SP (PARON & BERTI FILHO, 2000). Embora de origem asiática, atualmente já se encontra presente em estados das regiões sudeste, centro-oeste e nordeste do Brasil e registrado em pupas de Lepidoptera das famílias: Oecophoridae (OLIVEIRA, et al., 2001), Crambidae (CHERIAN & MARGABANDHU, 1942), Noctuidae (ZACHÉ et al., 2012b), Pyralidae (BOUCEK, 1976), Nymphalidae (BOUCEK, 1976), Geometridae (ZACHÉ et al., 2010a), Pieridae (TORRES-BAUZA, 1994), Riodinidae (ZACHÉ et al., 2011a) e Erebidae (=Lymantriidae) (ZACHÉ et al., 2011b). Por

ser altamente polífago, esse parasitoide pode se tornar uma opção viável em programas de controle biológico.

Conhecendo a dificuldade de controle apresentada pela espécie *H. armigera*, a utilização de *T. diatraeae* pode ser uma alternativa viável. Entretanto, a interação parasitoide-hospedeiro ainda não é conhecida, apresentando necessidade de compreender as características biológicas entre as duas espécies. Dessa forma, o conhecimento dessas informações básicas se torna fundamental para o desenvolvimento de estratégias de controle.



## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)

*H. armigera* é um inseto que se alimenta de folhas e caules, com preferência alimentar por brotos, inflorescências, frutos e vagens, causando danos tanto na fase vegetativa quanto reprodutiva das plantas (REED, 1965; WANG & LI, 1984). É uma praga extremamente polífaga, encontrada em uma enorme quantidade de plantas hospedeiras, abrangendo cerca de 67 famílias, entre elas culturas de relevante importância econômica, como soja, algodão, tomate, feijão, sorgo, trigo e milho (CZEPAK et al., 2013; FITT, 1989).

O período de ovo a adulto de *H. armigera* se completa de quatro a cinco semanas (FITT, 1989). Os ovos são de coloração branco-amarelada, escurecendo quando próximo à eclosão, com período de incubação em média de 3,3 dias e seis instares larvais subsequentes. Nos instares iniciais podem apresentar coloração branco-amarelada a marrom-avermelhada e a cápsula cefálica de marrom a preto. Conforme a lagarta cresce, a cor pode variar de amarelo-palha ao verde, sendo que a alimentação pode influenciar na coloração (ALI & CHOUDHURY, 2009; ÁVILA et al., 2013).

A partir do quarto instar as lagartas passam a apresentar tubérculos abdominais escuros e visíveis, em formato de “sela”, situados no primeiro segmento abdominal (MATTEWS, 1999), característica determinante na identificação de *H. armigera*. Além disso, ao contrário das demais espécies de Heliothinae que ocorrem no

Brasil, essa lagarta apresenta tegumento levemente coriáceo, que pode ser o motivo da tolerância a alguns inseticidas sintéticos, especialmente os de ação de contato. Quando tocada, as lagartas de *H. armigera* apresentam comportamento de defesa, encurvando a capsula cefálica em direção ao primeiro par de falsas pernas (CZEPAK et al., 2013; ÁVILA et al., 2013).

O desenvolvimento pupal ocorre no solo, por um período de 10 a 14 dias, podendo entrar em diapausa facultativa dependendo das condições climáticas (ALI & CHOUDHURY, 2009). A longevidade das mariposas de *H. armigera* é em média de 11,7 dias para as fêmeas e 9,2 dias para os machos. A capacidade de oviposição de cada fêmea pode variar entre 2200 a 3000 ovos, em um período médio de 5,3 dias (NASERI et al., 2011; REED, 1965).

#### **4.2 Parasitoides associados a *H. armigera***

Na Austrália, 45 espécies de himenópteros e dípteros foram relatadas parasitando ovos, lagartas e pupas de *Helicoverpa* spp. (JOHNS & WHITEHOUSE, 2004). No Iran, 36 parasitoides, 23 predadores e 9 patógenos foram relatados em associação as 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 registrada a ocorrência natural do parasitoide *Archytas marmoratus* Townsend (Diptera: Tachinidae) em lagartas de *H. armigera* (GUERRA et al., 2014).

Vários tipos de parasitoides foram encontrados em diferentes cultivos em Botswana, como os de ovos *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Telenomus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae); os parasitoides de lagartas *Chelonus versalis* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae), *Apanteles* spp. (Hymenoptera: Braconidae), *Pristomerus* spp. (Hymenoptera: Ichneumonidae) e *Charops* spp. (Hymenoptera: Ichneumonidae); e também os parasitoides de pupa *Nemorea capensis* R. D. (Diptera: Tachinidae), *Palexorista laxa* Curran (Diptera: Tachinidae), *Goniophthalmus halli* Mesnill (Diptera: Tachinidae) e *Paradrino halli* Curran (Diptera: Tachinidae) (OBOPILE & MOSINKIE, 2007).

Na Índia, diversos parasitoides foram registrados em associação com *H. armigera*, com destaque para *Trichogramma* spp. Em relação a parasitoides de pupa, foram registradas espécies nativas ocorrendo naturalmente: o chalcidóide *Brachymeria albicrus* Klug (Hymenoptera: Chalcididae) e o eulofídeo *Tetrastichus howardi* Olliff (Hymenoptera: Eulophidae). Entretanto, os níveis de parasitismo encontrados não puderam ser considerados, uma vez que, devido ao hábito de *H. armigera* pupar no solo, raramente são realizadas amostragem 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, e destas, 8,2% estavam parasitadas naturalmente por *Ichneumon promissorius* Erichson (Hymenoptera: Ichneumonidae) (MURRAY, 1991).

#### 4.3 *Trichospilus diatraeae*

O parasitoide de pupas *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) pertence à família Eulophidae, a maior de Chalcidoidea. Por ser um grupo grande, com mais de quatro mil espécies descritas em 297 gêneros, em Eulophidae podem ocorrer diversos hábitos de vida. Parasitam ovos, larvas, pupas ou adultos. Podem ser ectoparasitoides ou endoparasitoides, solitários ou gregários, idiobiontes ou cenobiontes, especialistas ou generalistas. (NOYES, 2003).

O pequeno gênero *Trichospilus* Ferrière, possui apenas 9 espécies. Destas, três (*Trichospilus ferrierei* Boucek; *Trichospilus vorax* Boucek; *Trichospilus boops* Boucek) foram encontradas somente na África (BOUCEK, 1976). *Trichospilus pupivora* Ferrière e *T. diatraeae* ocorrem amplamente em regiões tropicais e subtropicais em todo o mundo, tendo origem provável da Ásia tropical e disseminação mundial através de introduções com o intuito de servirem como agentes de controle biológico (BOUCEK, 1976, UBAIDILLAH, 2006). Duas espécies foram descritas para Java, Indonésia e Sulawesi: *Trichospilus striatus* Ubaidillah e *Trichospilus politus* Ubaidillah (UBAIDILLAH, 2006). Na China, ocorrem as espécies *Trichospilus lutelineatus* Zhejiang e *Trichospilus albiflagellatus* Yang & Wang, sendo esta última recém-descoberta no país, parasitando naturalmente pupas de *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctiidae) e relatada pelo autor como sendo muito próxima de *T. diatraeae* (YANG et al., 2015).

A espécie *T. diatraeae* foi descrita por Cherian & Margabandhu, 1942, a partir de exemplares emergidos de pupas de *Diatraea venosata* Walker (Lepidoptera: Crambidae) provenientes do sul da Índia. É um endoparasitoide polífago, gregário e principalmente primário, raramente secundário (BOUCEK, 1976; BOUNIER, 1975).

A caracterização dos imaturos de *T. diatraeae* foi estudada por meio da dissecação de pupas parasitadas de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). Os ovos desse parasitoide são hialinos, com média de 0,2 mm de comprimento, sem esculturações e alongados nas extremidades. O período aproximado de incubação é de 24 horas. O estágio larval nesse hospedeiro dura de 7 a 8 dias. Nos primeiros dois dias, o tamanho médio das larvas é 0,35 mm de comprimento, apresentando cutícula transparente. No estágio seguinte, torna-se esbranquiçada, com segmentação do corpo bem definida. O período de pré-pupa dura 9 dias, com comprimento de 2,3 mm em média, de cutícula branca, cabeça, tórax e abdômen bem definidos. A pupa recém-formada apresenta apêndices alares e olhos, que inicialmente são de coloração rosácea e tornam-se vermelhos posteriormente, tendo esta fase 10 dias. Os adultos de *T. diatraeae* são de coloração castanho amarelado, apresentando dimorfismo sexual acentuado. As fêmeas possuem o soquete antenal na parte central da cabeça, enquanto em machos na parte lateral. Também são diferentes quanto ao abdômen, que tem formato mais arredondado nas fêmeas e mais estreito nos machos (PARON, 1999).

O aparelho bucal desses parasitoides é mais desenvolvido nas fêmeas. As mandíbulas possuem dentículos mandibulares maiores e músculos mandibulares mais fortes nas fêmeas, uma vez que são elas que fazem o orifício pelo qual os parasitoides emergem do hospedeiro. Sendo assim, se não houver fêmeas dentro do hospedeiro, os machos não emergem e morrem (BOUNIER, 1975).

Existem registros de parasitismo em diversas espécies de Lepidoptera. Na Índia, foram encontrados parasitando *Hypsipyla robusta* Moore (Lepidoptera: Pyralidae), *Sesamia inferens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae), *Sylepta derogata* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae), *Pyrausta machaeralis* Walker (Lepidoptera: Crambidae), *Scirpophaga incertulas* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) e *Chilo sacchariphagus indicus* Kapur (Lepidoptera: Crambidae). Em Burma, no Oriente médio, *T. diatraeae* foi coletado em pupas de *P. machaeralis*. Entre os anos de 1963 e 1965, nas Ilhas Maurício e Reunião, no Oceano Índico, exemplares de *T. diatraeae* foram coletados

parasitando pupas de *Chilo sacchariphagus sacchariphagus* Bojer (Lepidoptera: Crambidae) e *Sesamia calamistes* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae) (BOUCEK, 1976). Também foi encontrado em pupas de *Dismorphia spio* Godart (Lepidoptera: Pieridae), em Porto Rico (TORRES-BAUZA, 1994).

O primeiro registro de *T. diatraeae* no Brasil foi em pupas parasitadas de Arctiidae encontradas em Piracicaba/SP no ano de 2006. Nesse mesmo trabalho, verificaram o parasitismo em pupas de *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae), *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), *D. saccharalis* e *Heliothis virescens* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae) (PARON & BERTI-FILHO, 2000). Posteriormente, outros registros de ocorrência de parasitismo foram reportados. Em 2008, *T. diatraeae* foi coletado em pupas de *Thyrinteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae), em plantios de eucalipto no estado de Minas Gerais (PEREIRA et al., 2008).

Em 2010, na lagarta desfolhadora do eucalipto *Melanolophia cosmilaria* Walker (Lepidoptera: Geometridae) e em *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) (ZACHÉ et al., 2010a; ZACHÉ et al., 2010b). Em 2011, *T. diatraeae* foi encontrado parasitando naturalmente a broca-das-cucurbitáceas, *Diaphania hyalinata* Linnaeus (Lepidoptera: Pyralidae) (MELO et al., 2011). No ano seguinte, registrou-se a ocorrência desse parasitoide em *Eupseudosoma eucerus* Hewitson (Lepidoptera: Riodinidae) e *Spodoptera cosmioides* Walker (Lepidoptera: Noctuidae) (ZACHÉ et al., 2012a; ZACHÉ et al., 2012b). O parasitismo de *T. diatraeae* foi verificado também em pupas de lepidópteros-praga de dendezeiro, *Brassolis sophorae* Linnaeus (Lepidoptera: Nymphalidae) e *Opsiphanes invirae* Hübner (Lepidoptera: Nymphalidae) (RIBEIRO et al., 2013). Em 2014, *Bombyx mori* Linnaeus (Lepidoptera: Bombycidae) e *D. saccharalis* foram testados como possíveis hospedeiros alternativos para *T. diatraeae* (CALADO et al., 2014).

**CAPITULO 1 – Características biológicas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulopidae) em pupas de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)**

(Baseado nas normas da revista Biological Control)

**Características biológicas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulopidae) em pupas de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)**

Resumo

*Helicoverpa armigera* é considerada praga chave nas culturas e regiões onde ocorre. A presença desse lepidóptero no Brasil foi constatada pela primeira vez na safra 2012/2013, trazendo perda de produtividade e prejuízos econômicos. O principal método de controle empregado para o manejo dessa praga é o químico. Entretanto, sabe-se que *H. armigera* possui elevada capacidade de dispersão e adaptação, e que o uso sucessivo de inseticidas podem selecionar indivíduos resistentes. Sendo assim, outros métodos de controle devem ser adotados, utilizando diferentes medidas, como sugere o Manejo Integrado de Pragas, entre elas o controle biológico. Dessa forma objetivou-se determinar características biológicas do parasitoide de pupas *Trichospilus diatraeae* em *Helicoverpa armigera*. Determinou-se que a maior progênie é obtida a partir de pupas fêmea de 96 horas, com parasitoides criados em *H. armigera*. O desempenho do parasitoide é melhor com indivíduos com idade de 48 horas, sem diferença estatística nos tempos de parasitismo e densidades de parasitoides testadas. Conclui-se que *T. diatraeae* apresenta potencial para utilização em programas de controle biológico, podendo auxiliar no controle desta praga agrícola.

---

Palavras-chave: Parasitoide; Controle Biológico; Heliiothinae; Manejo Integrado de Pragas.

**Biological characteristics of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) pupae.**

Abstract

*Helicoverpa armigera* is considered a major agricultural pest within the locations where its occurrence is confirmed. The incidence of this lepidopteran in Brazil was first noted in the last few growing seasons, causing both yield and economic losses. The main management practice adopted to control this pest has been the use of chemicals. However, it is known that *H. armigera* has great dispersion and adaptation capacity, and that the intensive use of insecticides leads to selection of resistant populations. Therefore, other methods of control combining different practices should be adopted, as suggested by the Integrated Pest Management, including biological control. The objective of this study was to determine the biological characteristics of the pupae parasitoid *Trichospilus diatraeae* in *H. armigera*. It was determined that the greatest offspring was obtained from female pupae of 96 h, when parasitoids are reared in *H. armigera*. The greatest performance of the parasitoid was with individuals with 48h of age, without statistical difference when comparing timing of parasitism and parasitoid density. In conclusion, *T. diatraeae* has the potential to be incorporated in biological control programs and can potentially assist in agricultural pest control.

---

Key words: Pupae parasitoid; biological control; Eulophidae; Heliothinae.



## 1. INTRODUÇÃO

*Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga de ampla distribuição geográfica e era, até então, quarentenária nas Américas, com registros de ocorrência na Europa, Ásia, África e Oceania, sendo considerada a mais importante e impactante praga nos locais onde ocorre (Guo, 1997; Zalucki, 1986). Recentemente foi identificada no Brasil, na safra de 2012/2013, causando extensos prejuízos às lavouras, alimentando-se de diversas culturas, como soja, algodão e citros (Bueno et al., 2014; Czepak et al., 2013).

Grande parte do impacto trazido por esse inseto deve-se às suas características de adaptabilidade, como a capacidade de dispersar em até 2000 km de distância (Widmer e Schofield, 1983), as pupas apresentam diapausa facultativa em condições desfavoráveis ao desenvolvimento e as lagartas possuem tegumento levemente coriáceo, além de apresentar resistência a moléculas inseticidas como piretróides e endosulfan (Czepak et al., 2013; Forrester et al., 1993; Tay et al., 2013).

Estima-se que quase 30% de todo o inseticida utilizado no mundo direciona-se para o controle de *H. armigera* (Joußen et al., 2012). Todavia, o uso contínuo de produtos fitossanitários sem rotação e sinergia dentro de um Manejo Integrado de Pragas (MIP) pode resultar em ressurgimento da praga, seleção de indivíduos resistentes, eliminação de inimigos naturais, além de contaminação do solo, alimentos, e água (Baskar e Ignacimutha, 2012). Dessa forma, outras táticas de controle devem ser utilizadas para buscar eficácia na redução do número de indivíduos e sustentabilidade do agroecossistema, como é a proposta do MIP e dentre as diferentes práticas, o controle biológico apresenta-se como uma opção viável.

Nesse sentido o parasitoide de pupas *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) pode ter potencial de utilização no controle de *H. armigera*. *T. diatraeae* tem provável origem asiática (Ubaidillah et al., 2006) e foi registrado em diversas regiões do Brasil, parasitando diferentes famílias de Lepidoptera, como Arctiidae (Paron e Berti-Filho, 2000), Geometridae (Zaché et al., 2010), Erebidae (Zaché et al., 2011), Nymphalidae (Ribeiro et al., 2013) e Noctuidae (Zaché et al., 2012).

Assim, devido à alta polifagia, esse parasitoide apresenta potencial para utilização em programas de controle biológico. No entanto, é fundamental conhecer previamente as interações entre parasitoide e hospedeiro-alvo. Visando conhecer essas características biológicas, o objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da idade e sexo das pupas comparando a viabilidade em pupas de *H. armigera* em relação ao hospedeiro *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae), tempo de exposição do hospedeiro, densidade e idade do parasitoide no parasitismo,

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Criação do hospedeiro**

Para realização dos bioensaios, foi necessário manter a criação das duas espécies em laboratório. A criação de *H. armigera* iniciou-se a partir de coletas de lagartas em pomares comerciais em Botucatu, SP, e mantida em condições de laboratório, a temperatura de 25°C, umidade relativa (UR) a 70% e fotofase 14 horas, alimentando as lagartas com dieta artificial desenvolvida por Greene; Leppa; Dickerson, 1976 e metodologia de Parra (2001), até empuparem, momento em que são transferidas para gaiolas confeccionadas em tubo de PVC até a emergência, sendo os adultos alimentados com mel a 30%.

### **2.2 Criação do parasitoide**

A criação de *T. diatraeae* foi mantida em temperatura de 25°C, UR de 70% e fotofase 12 horas. Os parasitoides adultos são mantidos em tubos de fundo chato (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de comprimento), vedados com tecido tipo “voil” através do ofereceu-se gotículas de mel puro para alimentação.

### **2.3 Efeito da idade e do sexo das pupas**

A fim de determinar a melhor idade de pupa para parasitismo em *H. armigera* por *T. diatraeae*, além do desenvolvimento do parasitoide em pupas fêmea e macho, individualizou-se pupas de 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas acondicionadas em tubos de fundo chato, vedado com tecido tipo “voile”, com uma fêmea de 48 horas do parasitoide para cada pupa e 20 repetições para cada tratamento, sendo um com parasitoides criados em pupas de *H. armigera* e o outro com parasitoides criados em pupas de *D. saccharalis*, ambos criados por pelo menos três gerações respectivamente nas espécies citadas. Durante 48 horas permitiu-se a exposição das pupas ao parasitoide, tendo estas sido removidas após esse período. Realizou-se o experimento em condições controladas, de 25°C, 70% de UR e fotofase 12 horas, assim como a testemunha, composta por pupas não parasitadas.

### **2.4 Avaliação da idade do parasitoide**

Com base nos resultados obtidos no experimento anterior, pupas fêmeas de *H. armigera* de 96 horas foram individualizadas em tubos de fundo chato, juntamente com uma fêmea de 24, 48 ou 72 horas, por um período de 48 horas, após o qual os parasitoides são removidos. Experimento realizado nas mesmas condições laboratoriais do experimento anterior, porém com 15 repetições para cada tratamento. Na testemunha pupas não foram oferecidas ao parasitoide, e mantidas nas mesmas condições de temperatura, umidade e fotoperíodo.

## **2.5 Influência da densidade dos parasitoides por pupa**

Com base nos resultados obtidos nos ensaios anteriores (item 2.3), individualizou-se pupas fêmeas de *H. armigera* de 96 horas em tubos de fundo chato, juntamente com 0, 1, 2 ou 3 parasitoides de 48 horas (Item 2.4), por um período de 48 horas, após o qual os parasitoides são removidos. Manteve-se o experimento nas mesmas condições laboratoriais dos experimentos anteriores, porém com 15 repetições para cada tratamento. Também nas mesmas condições laboratoriais, a testemunha compôs-se de pupas não parasitadas.

## **2.6 Interferência do tempo de parasitismo**

Com base nos resultados obtidos anteriormente, pupas fêmeas de *H. armigera* de 96 horas, acondicionadas individualmente, juntamente com 1 parasitoide de 48 horas de idade, permitiu-se o parasitismo por 24, 48 ou 72 horas, após o qual os parasitoides foram descartados. O experimento e a testemunha, composta por pupas não parasitadas, mantiveram-se nas mesmas condições laboratoriais que os demais, com 15 repetições para cada tratamento.

## **2.7 Delineamento experimental e análise dos dados**

Os parâmetros avaliados, em todos os experimentos, foram o peso das pupas, que não apresentou diferença estatística entre os tratamentos e manteve amplitude entre 0,37 a 0,31 g, o tempo de desenvolvimento dos parasitoides, o número de parasitoides emergidos e a mortalidade das pupas. O primeiro ensaio citado teve delineamento estatístico inteiramente casualizado, com esquema fatorial 7x2 (seis idades de pupa e testemunha x sexo da pupa). Os demais tiveram delineamento inteiramente casualizado.

Os dados foram submetidos às análises exploratórias para avaliar as pressuposições de normalidade dos resíduos, a homogeneidade de variância dos tratamentos e a aditividade do modelo para permitir a aplicação da ANOVA.

Posteriormente, comparou-se as médias pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) utilizando o programa Sisvar.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A idade e o sexo das pupas influenciaram no tempo de desenvolvimento e no número de parasitoides emergidos nas duas espécies avaliadas com melhor produção de progênie em pupas fêmeas de 96 horas. Entretanto, o número de parasitoides emergidos foi maior quando mantido em pupas de *H. armigera* (Tabela 1 e 2). Em machos, o melhor desenvolvimento ocorre em pupas de 120 e 144 horas, com parasitoides criados em *H. armigera* e *D. saccharalis*, respectivamente. Não houve diferença no peso da pupa em nenhuma das avaliações (Tabela 1 e 2).

O resultado difere daqueles encontrados no também eulofídeo *Palmistichus elaeises* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de diferentes idades de *Bombyx mori* Linnaeus (Lepidoptera: Bombycidae), em que houve maior emergência de progênie em pupas de 72 horas e menores em pupas de 24 e 96 horas (Pereira et al., 2009). A explicação para a diferença entre os resultados dos trabalhos em relação a pupas de 96 horas se deve ao fato do hospedeiro estar em estágio avançado de desenvolvimento, mudando drasticamente os tecidos, afetando a qualidade nutricional e por consequência, reduzindo a taxa de desenvolvimento do parasitoide, como relatado para *Pediobius furvus* Gahan (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Chilo partellus* Swinhoe (Lepidoptera: Pyralidae) (Mohyuddin, 1968). A causa do resultado encontrado ter sido contrária a esses dados da literatura é o tempo de desenvolvimento das pupas de *H. armigera*, que levam em média 13,2 dias para pupas fêmea e 15,4 para pupas macho (Nasreen e Mustafa, 2000), enquanto o desenvolvimento de *B. mori* tem duração média de 7,89 dias (Shukla et al., 2014) e *C. partellus* de 10 dias (Mohyuddin, 1968).

Verificou-se que independente do hospedeiro a quantidade de parasitoides emergidos das pupas fêmeas foi superior aos machos (Tabela 1 e 2). A causa dessa diferença pode estar relacionada ao maior conteúdo proteico das pupas fêmeas em relação ao gênero oposto, fornecendo maior qualidade de alimento para as larvas do parasitoide. Em *B. mori*, pupas fêmea apresentam no total de gordura corporal, 60% de proteínas estocadas, enquanto em machos este valor corresponde a 20%. Esse valor é maior

por as fêmeas possuírem uma proteína exclusiva ao gênero (SP-1), o que não ocorre em machos, e outra que ocorrem em ambos (SP-2). Em fêmeas, essas proteínas correspondem a 23 mg/inseto e 3 mg/inseto em machos, totalizando 23 e 4% do total de proteínas respectivamente (Ogawa e Tojo, 1981).

Pupas parasitadas por parasitoides criados em *H. armigera* (Tabela 1) proporcionaram maior número de descendentes em relação àqueles criados em *D. saccharalis* (Tabela 2). A hipótese mais provável para explicar esses números está relacionada ao tamanho do parasitoide. Os parasitoides emergidos de pupas de *D. saccharalis* eram menores do que os emergidos de *H. armigera*, uma vez que as pupas de *D. saccharalis* são menores e, logo, oferecem menos alimento para as larvas de *T. diatraeae*. Esse fato fica evidenciado quando se compara o peso de pupas da broca-da-cana-de-açúcar, com média de peso de 0,167 g (Glaeser et al., 2014), com pupas de *H. armigera*, que neste trabalho apresentaram amplitude variando de 0,360 a 0,420 g (Tabela 1).

A mortalidade de pupas chegou próxima a 100% em todos os tratamentos, sem apresentar diferença estatística, exceto em pupas macho de 24 horas com parasitoides oriundos de *H. armigera*, totalizando 83% de mortalidade. Todas as pupas da testemunha emergiram, demonstrando que a mortalidade registrada nos tratamentos foi ocasionada pelo parasitoide (Tabela 1 e 2). A inviabilização das pupas provavelmente ocorreu em virtude da capacidade de alguns parasitoides injetarem toxinas durante a oviposição, com o objetivo de superar a resposta imune por encapsulação do hospedeiro (Schmid-Hempel, 2005). A capacidade de *T. diatraeae* suplantar a defesa do hospedeiro também foi evidenciada em pupas de *Diaphania hyalinata* Linnaeus (Lepidoptera: Crambidae), apresentando mortalidade de 100% das pupas (Silva et al., 2014).

A idade de *T. diatraeae* interferiu no número de parasitoides emergidos, com maior média em parasitoides de 48 horas (Tabela 3), divergente do encontrado para *T. diatraeae* parasitando pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), em que parasitoides de 0-24 horas apresentaram maior progênie, embora o resultado fosse satisfatório em parasitoides de até 96 horas (Pastori et al., 2012), sendo que a redução na emergência dos parasitoides foi atribuída à diminuição da capacidade de parasitismo e do número de ovos em função do envelhecimento (Jacas et al., 2005; Uçan e Güllü, 2002). Os parâmetros peso de pupa, tempo de desenvolvimento do

parasitoide e mortalidade de pupas não apresentaram diferença estatística. Todas as pupas da testemunha tiveram emergência de mariposa.

Avaliando a densidade de parasitoides por pupa e tempo de parasitismo, não houve diferença estatística, evidenciando que 1 parasitoide por pupa (Tabela 4) e 24 horas de parasitismo (Tabela 5) são suficientes para promover resultados satisfatórios. Menores densidades de *T. diatraeae* parasitando pupas de *D. hyalinata* apresentaram maior número de parasitoides emergidos que altas densidades (Pastori et al., 2012). Isso ocorre pela disponibilidade de recursos alimentares disponibilizados pelo hospedeiro ao parasitoide, indicando que fatores como a competição por espaço afeta a oviposição do parasitoide, que pode distinguir o tamanho do hospedeiro por palpação da superfície da mesma, com a ponta das antenas antes de realizar a postura (Ghimire e Phillips, 2010; Goubault et al., 2004; Karamaouna e Copland, 2009; Soares et al., 2009;; Van Alphen e Visser, 1990). A evidência de que apenas um indivíduo tenha capacidade de parasitar satisfatoriamente uma pupa tem relevante importância para programas de controle biológico.

Em relação ao tempo de exposição das pupas ao parasitoide, não houve diferença entre os tratamentos, divergente dos encontrados em *T. diatraeae* parasitando pupas de *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae), em que, a partir de 48 a 72 horas de exposição o tempo de parasitismo passou a decrescer em relação aos tratamentos de 12 e 24 horas (Zaché, 2012). A diferença ocorreu devido à densidade de parasitoides utilizados, pois ao contrário do trabalho citado que utilizou 28 parasitoides para uma pupa, neste estudo foi utilizada a densidade 1:1. Todas as pupas da testemunha tiveram emergência de mariposa, demonstrando que a mortalidade das pupas foi ocasionada pela ação do parasitoide.

#### 4. CONCLUSÕES

*T. diatraeae* parasita pupas de *H. armigera*. Apresentam melhores resultados em pupas fêmeas de 96 horas, parasitoides de 48 horas de idade que tiveram *H. armigera* como hospedeira, 24 horas de parasitismo e densidade de 1 parasitoide por pupa.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

## 5. REFERÊNCIAS

- Baskar, K., Ignacimuthua, S, 2012. Antifeedant, larvicidal and growth inhibitory effects of ononitol monohydrate isolated from *Cassia tora* L. against *Helicoverpa armigera* (Hüb.) and *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Chemosphere*. 88, 384-388.
- Bueno, R. C. O. F., Yamamoto, P. T., Carvalho, M. M., Bueno, N. M, 2014. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) on citrus in the state of Sao Paulo, Brazil. *Rev. Bras. Frutic.* 36, 520-523.
- Czepak, C., Albernaz, K. C., Vivan, L. M., Guimarães, H. O., Carvalhais, T, 2013. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. *Pesq. Agropec. Trop.* 43, 110-113.
- Forrester, N. W., Cahill, M., Bird, L. J., Layland, J. K, 1993. Management of Pyrethroid and Endosulfan resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera, Noctuidae) in Australia. *Bull. Ent. Res.* R1-132.
- Ghimire, M. N., Phillips, T. W, 2010. Mass rearing of *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) on larvae of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae): effects of host density, parasitoid density, and rearing containers, *J. Stored. Prod. Res.* 46, 214-220.
- Glaeser, D. F., Pereira, F. F., Vargas, E. L., Calado, V. R. F., Favero, K, 2014. Reprodução de *Trichospilus diatraeae* em *Diatraea saccharalis* após três gerações em *Tenebrio molitor*. *Pesq. Agropec. Trop.* 44, 213-218.
- Goubault, M., Krespi, L., Boivin, G., Poinot, D., Nenon, J. P., Cortesero, A. M, 2004. Intraspecific variations in host discrimination behavior in the pupal parasitoid *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani (Hymenoptera: Pteromalidae). *Environ. Entomol.* 33, 362-369.
- Greene, G. L., Leppla, N. C., Dickerson, W. A, 1976. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. *Jour. Econ. Ent.* 69, 487-488.
- Guo, Y. Y, 1997. Progress in the research on migration regularity of *Helicoverpa armigera* and relationships between the pest and its host plants. *Acta Entomol. Sin.* 40, 1-6.



- Hemati, S. A., Naseri, B., Nouri Ganbalani, G., Rafiee Dastjerdi, H., Golizadeh, A, 2012. Effects of different plants on nutritional indices of the pod borer *Helicoverpa armigera*. J. Ins. Scien. 12, 1-15.
- Jacas, J. A., Peña, J. E., Duncan, R. E, 2005. Successful oviposition and reproductive biology of *Aprostocetus vaquitarum* (Hymenoptera: Eulophidae): a predator of *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae), Biol. Cont. 33, 352-359.
- Joußen, N., Agnolet, S., Lorenz, S., Schone, S. E., Ellinger, R., Schneiderb, B, 2012. Resistance of Australian *Helicoverpa armigera* to fenvalerate is due to the chimeric P450 enzyme CYP337B3. Proc. Nation. Acad. Scien. Unit. Stat. Amer. 109, 15206-15211.
- Karamaouna, F., Copland, M. J. W, 2009. Conspecific and heterospecific host discrimination in two parasitoid species of the mealybug *Pseudococcus viburni*, the solitary *Leptomastix epona* and the gregarious *Pseudophycus flavidulus*. Entomol. Hell. 18, 17-34.
- Mohyuddin, A. I, 1968. Notes on the distribution and biology of the *Pediobius furvus* (Gah.) (Hym., Eulophidae), a parasite of graminaceous stem-borers. Bull Entomol Res. 59, 681-689.
- Nasreen, A., Mustafa, G, 2000. Biology of *Helicoverpa armigera* (Hubner) reared in laboratory on natural diet. Pakist. J. Biolog. Scie. 3, 1668-1669.
- Ogawa, K., Tojo, S, 1981. Quantitative changes of storage proteins and vitellogenin during the pupal-adult development in the silkworm, *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). Appl. Ent. Zool. 16, 288-296.
- Paron, M. R., Berti-Filho, E, 2000. Capacidade reprodutiva de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de diferentes hospedeiros (Lepidoptera). Scient. Agri. 57, 353-358.
- Parra, J. R. P, 2001. Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico. Esalq/Fealq. 134.
- Pastori, P. L., Zanuncio, J. C., Silva, R. O., Pereira, F. F., Azambuja, R., Pereira, J. M. M, 2012. Reprodução de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) em relação à idade do parasitoide e hospedeiro. EntomoBrasilis. 5, 37-42.
- Pereira, F. F., Zanuncio, J. C., Serrão, J. E., Oliveira, H. N., Fávero, K., Grance, E. L. V, 2009. Progenie de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) de diferentes idades. Neotrop. Entomol. 38, 660-664.
- Ribeiro, R. C., Lemos, W. P., Castro, A. A., Poderoso, J. C. M., Serrão, J. E. Zanuncio, J. C, 2013. *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae): a potential biological control agente of lepidopteran pests of oil palm in the Brazillian amazon. Flor. Entomol. 96, 676-675.

- Shukla, S., Prasad, S., Upadhyay, V. B, 2014. Biotechnological importance of cocoon refrigeration on the pupal performance of multivoltine mulberry silkworm (*Bombyx mori* Linn). Pinn. Biotechnol. 1, 1-6.
- Silva, I. M., Zanuncio, T. V., Pereira, J. M. M., Wilcken, C. F., Pereira, F. F., Serrão, J. E., Zanuncio, J. C, 2014. Density of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae) pupae. Ann. Entomol. Soc. Amer. 107, 826-831.
- Soares, M. A., Torres, G. C., Zanuncio, J. C., Pedrosa, A. R. P., Lorenzon, A. S, 2009. Superparasitism by *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) and defense behaviours of two hosts. Rev. Colomb. Entomol. 35, 62-65.
- Tay, W. T., Soria, M. F., Walsh, T., Thomazoni, D., Silvie, P., Behere, F. T., Anderson, C., Downes, S, 2013. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. PloS ONE. 8: e80134.
- Ubaidillah, R, 2006. Eulophine parasitoids of the genus *Trichospilus* in Indonesia, with the description of two new species (Hymenoptera: Eulophidae). Entomol. Scie. 9, 217-222.
- Uçan, F., Gulel, A, 2002. Age-related fecundity and sex ratio variation in *Apanteles galleriae* (Hym., Braconidae) and host effect on fecundity and sex ratio of its hyperparasitoid *Dibrachys boarmiae* (Hym., Pteromalidae). J. Appli. Entomol. 126, 534-537.
- Van Alphen, J. J. M., Visser, M. E, 1990. Superparasitism as an adaptative strategy for insect parasitoids. Annu. Rev. Entomol. 35, 59-79.
- Widmer, M.W., Schofield, P, 1983. *Heliothis* dispersal and migration. Trop. Develop. And Res. Inst. London.
- Zaché, B., Wilcken, C. F., Da Costa, R. R., Soliman, E. P, 2010. *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), a new parasitoid of *Melanolophia consimilaria* (Lepidoptera: Geometridae). Phytoparas. 38, 355-357.
- Zaché, B., Zaché, R. R. C., Souza, N. M., Dias, T. K. R., Wilcken, C. F, 2011. New record of *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Sarsina violascens* Herrich-Schaeffer, 1856 (Lepidoptera: Lymantriidae) in Brazil. J. Plant Prot. Res. 51, 420-422.
- Zaché, B., Wilcken, C. F., Zaché, R. R. C., Souza, N. M, 2012. New occurrence of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as a parasitoid of *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. Biota Neot. 12, 1-4.
- Zaché, B, 2012. Técnicas de criação em laboratório e dispersão do parasitoide de pupas *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) no campo. Tese de doutorado. 107 p. Botucatu-SP.

Zalucki, M. P., Darglish, G., Firempong, S., Twine, P., 1986. The biology and ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know?. *Austr. J. Zool.* 34, 779-814.

Tabela 1. Características biológicas de *Trichospilus diatraeae* criados em *Helicoverpa armigera* no parasitismo de *Helicoverpa armigera* (Temperatura de 25°C,

Idade das Pupas <sup>(1)</sup>	Peso Pupa (mg)		Desenvolvimento do parasitoide (dias)				Número de parasitoide/pupa				Mortalidade de pupas	
	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho		
<b>144 horas</b>	0,39 ± 0,01	0,38 ± 0,01	25,75 ± 0,50 cA	25,45 ± 0,37 eA	147,33 ± 19,17 bA	93,36 ± 4,02 bcB	1,00 ± 0,00 bA	1,00 ± 0,00 cA				
<b>120 horas</b>	0,40 ± 0,03	0,36 ± 0,02	24,85 ± 0,59 cA	24,25 ± 0,33 deA	191,54 ± 15,13 bcA	134,08 ± 17,21 cB	1,00 ± 0,00 bA	1,00 ± 0,00 cA				
<b>96 horas</b>	0,39 ± 0,01	0,39 ± 0,01	23,36 ± 0,23 bA	23,62 ± 0,38 cdA	198,93 ± 22,76 cA	120,08 ± 18,34 bcB	1,00 ± 0,00 bA	1,00 ± 0,00 cA				
<b>72 horas</b>	0,39 ± 0,02	0,39 ± 0,01	23,00 ± 0,50 bA	22,87 ± 0,46 bcA	180,93 ± 17,25 bcA	98,67 ± 20,33 bcB	1,00 ± 0,00 bA	1,00 ± 0,00 cA				
<b>48 horas</b>	0,38 ± 0,02	0,39 ± 0,02	21,50 ± 0,30 aA	22,29 ± 0,54 bB	153,00 ± 3,50 bA	84,94 ± 12,74 bB	1,00 ± 0,00 bA	1,00 ± 0,00 cA				
<b>24 horas</b>	0,38 ± 0,02	0,38 ± 0,01	20,79 ± 0,48 aA	20,50 ± 0,42 aA	147,86 ± 24,15 bA	79,33 ± 3,50 bB	1,00 ± 0,00 bA	0,83 ± 0,14 bB				
<b>Testemunha</b>	0,38 ± 0,01	0,38 ± 0,02	-	-	-	-	0,00 ± 0,00 aA	0,00 ± 0,00 aA				
<b>CV (%)</b>	2,61		5,62				19,20				8,74	

70% de umidade relativa e fotofase 12 horas) Botucatu, 2015.

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Características biológicas de *Trichospilus diatraeae* criados em pupas de *Diatraea saccharalis* no parasitismo de pupas de *Helicoverpa armigera* (Temperatura de 25°C, 70% de umidade relativa e fotofase 12 horas) Botucatu, 2015.

Idade das pupas <sup>(1)</sup>	Peso (mg)		Desenvolvimento do parasitoide (dias)				Número de parasitoide/pupa				Mortalidade de pupas	
	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho
<b>144 horas</b>	0,39 ± 0,01	0,38 ± 0,01	26,68 ± 0,25 bA	26,80 ± 0,25 dA	115,32 ± 16,50 aA	99,60 ± 16,50 bB	1,00 ± 0,00 bA	0,93 ± 0,00 bB				
<b>120 horas</b>	0,40 ± 0,02	0,37 ± 0,02	26,91 ± 0,67 bA	26,29 ± 0,67 cdA	125,09 ± 24,60 abA	57,00 ± 24,60 aB	1,00 ± 0,00 bA	1,00 ± 0,00 bA				
<b>96 horas</b>	0,38 ± 0,02	0,42 ± 0,02	26,88 ± 0,80 bA	26,10 ± 0,80 cdA	161,50 ± 7,31 cA	57,40 ± 7,31 aB	1,00 ± 0,00 bA	1,00 ± 0,00 bA				
<b>72 horas</b>	0,37 ± 0,02	0,39 ± 0,02	24,67 ± 0,50 aA	24,57 ± 0,50 bcA	145,50 ± 5,58 bcA	56,29 ± 5,58 aB	1,00 ± 0,00 bA	1,00 ± 0,00 bA				
<b>48 horas</b>	0,37 ± 0,04	0,41 ± 0,04	23,11 ± 0,30 aA	22,90 ± 0,30 abA	138,67 ± 6,59 abcA	56,10 ± 6,59 aB	1,00 ± 0,00 bA	1,00 ± 0,00 bA				
<b>24 horas</b>	0,38 ± 0,01	0,38 ± 0,01	23,57 ± 0,76 aA	22,17 ± 0,76 aB	121,00 ± 3,14 abA	53,50 ± 3,14 aB	1,00 ± 0,00 bA	1,00 ± 0,00 bA				
<b>Testemunha</b>	0,38 ± 0,01	0,39 ± 0,01	---	---	---	---	0,00 ± 0,00 aA	0,00 ± 0,00 aA				
<b>CV (%)</b>	11,76		7,08				13,17				3,77	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Parâmetros biológicos de *Trichospilus diatraeae* de diferentes idades em pupas de *Helicoverpa armigera* (Temperatura de 25°C, umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas) Botucatu, 2015.

Tratamento <sup>1</sup>	Peso	Tempo de desenvolvimento do parasitoide	Número de parasitoides	Mortalidade de pupas
<b>24 horas</b>	0,35 ± 0,00	23,09 ± 0,47	116,27 ± 0,97 B	1,00 ± 0,00 A
<b>48 horas</b>	0,34 ± 0,01	23,17 ± 0,74	133,38 ± 1,88 A	0,87 ± 0,09 A
<b>72 horas</b>	0,35 ± 0,01	23,60 ± 0,65	79,40 ± 1,19 C	1,00 ± 0,00 A
<b>Testemunha</b>	0,34 ± 0,01	--- ± ---	--- ± ---	0,00 ± 0,00 B
<b>CV (%)</b>	6,33	8,86	4,81	24,55

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Parâmetros biológicos de *Trichospilus diatraeae* em diferentes densidades parasitando pupas de *Helicoverpa armigera* (Temperatura de 25°C, umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas) Botucatu, 2015.

Tratamento <sup>1</sup>	Peso	Tempo de desenvolvimento do parasitoide	Número de parasitoides	Mortalidade de pupas
<b>1 parasitoide</b>	0,36 ± 0,01	22,50 ± 0,61	122,90 ± 4,32	0,93 ± 0,07 A
<b>2 parasitoide</b>	0,36 ± 0,01	21,46 ± 0,36	124,38 ± 3,15	1,00 ± 0,00 A
<b>3 parasitoide</b>	0,35 ± 0,01	21,33 ± 0,54	122,63 ± 2,90	0,80 ± 0,11 A
<b>Testemunha</b>	0,34 ± 0,01	--- ± ---	--- ± ---	0,00 ± 0,00 B
<b>CV (%)</b>	9,99	8,86	11,68	18,4

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Parâmetros biológicos de *Trichospilus diatraeae* em diferentes tempos de parasitismos em pupas de *Helicoverpa armigera* (Temperatura de 25°C, umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas) Botucatu, 2015.

Tratamento <sup>1</sup>	Peso	Tempo de desenvolvimento do parasitoide	Número de parasitoides	Mortalidade de pupas
<b>24 horas</b>	0,34 ± 0,01	21,90 ± 0,55	101,00 ± 3,76	0,93 ± 0,07 A
<b>48 horas</b>	0,36 ± 0,01	22,88 ± 0,67	100,00 ± 1,58	0,87 ± 0,09 A
<b>72 horas</b>	0,36 ± 0,01	22,25 ± 0,53	101,75 ± 2,82	0,87 ± 0,09 A
<b>Testemunha</b>	0,34 ± 0,01	--- ± ---	--- ± ---	0,00 ± 0,00 B
<b>CV (%)</b>	11,17	17,59	11,32	13,79

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

**CAPÍTULO 2 – Desenvolvimento de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas**

(Baseado nas normas da revista Journal of Applied Entomology)

1 **Desenvolvimento de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de**  
2 ***Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas**

3  
4 **Resumo**

5 Durante a safra 2013/2014, espécimes do gênero *Helicoverpa* spp. foram encontrados  
6 alimentando-se de diversas culturas de importância econômica no Brasil, posteriormente,  
7 identificados como *H. armigera*, causando grandes perdas de produtividade. Diante da  
8 elevada capacidade de dispersão e apresentar características de alta adaptabilidade  
9 (capacidade de entrar em diapausa e ser resistente a vários inseticidas) de acordo com o  
10 Manejo Integrado de Pragas, devem ser adotados. Entre eles, o controle biológico por meio  
11 de parasitoides se mostra uma tática promissora, pois os inimigos naturais conseguem  
12 manter as populações das pragas abaixo do nível de dano econômico sem trazer  
13 desequilíbrio ambiental. Dessa forma, espécies que apresentam polifagia, como por  
14 exemplo, *Trichospilus diatraeae*, um endoparasitoide pupal, podem ser agentes  
15 promissores em programas de controle biológico. Sendo assim o objetivo deste trabalho foi  
16 avaliar o desenvolvimento *T. diatraeae* em pupas fêmea e macho de *H. armigera* em  
17 diferentes temperaturas, bem como a longevidade das fêmeas que realizaram o parasitismo.  
18 Concluiu-se que o melhor desempenho de *T. diatraeae* ocorreu em pupas fêmeas a 25°C. A  
19 longevidade do parasitoide apresentou relação inversa ao aumento da temperatura, com  
20 maior duração a 15°C e menor a 35°C. Não houve emergência de progênie nas temperaturas  
21 15, 30 e 35°C.

22 \_\_\_\_\_  
23 **Palavras-chave:** Parasitoide de pupas; controle biológico; Eulophidae; Heliothinae.



30       **Development of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) in *Helicoverpa***  
31       ***armigera* (Lepidoptera: Noctuide) pupae in different temperatures**

32

33   Abstract

34   During the 2013/2014 growing season, specimens of *Helicoverpa* genus were found  
35   feeding on several economically important crops in Brazil. Subsequently, the insects were  
36   identified as a new species in the country, *H. armigera*, which caused major yield and  
37   economic losses. Faced with the ability of this pest to disperse over long distances and  
38   highly adaptable characteristics, such as the ability to enter diapause and be resistant to  
39   many insecticides, other methods of control, according to the Integrated Pest Management,  
40   should be adopted. Among them, biological control using parasitoids has shown a  
41   promising tactic because natural enemies can keep pest populations below the economic  
42   injury level without resultin in environmental imbalance. Thus, polyphagous species, for  
43   example, *Trichospilus diatraeae*, a pupae endoparasitoid, may be promising agents for  
44   biological control programs. Thus, the aim of this study was to evaluate *T. diatraeae*  
45   development in female and male *H. armigera* pupae at different temperatures, as well as  
46   the longevity of females that have oviposited. It was concluded that the best performance of  
47   *T. diatraeae* occurred in female pupae at 25°C. The parasitoids longevity showed an inverse  
48   relation to the increasing temperature with longer duration at 15°C and shorter at 35°C.  
49   There was no offspring emergency at 15°C, 30°C and 35°C.

50

---

51   Key words: Eulophidae; Biological Control; Integrated Pest Management; Heliothinae.

52

53

54

55

56

57

## 1. INTRODUÇÃO

*Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga polífaga, encontrada em diversas plantas hospedeiras de importância econômica, tais como soja, algodão, trigo, milho, citros e sorgo (Fitt, 1989; Czepak et al., 2013; Bueno et al., 2014), com alta capacidade de dispersão em campo (Pedgley, 1985), apresentando ampla distribuição geográfica, com registros na Europa, Ásia, África e Oceania (Zalucki et al., 1986; Guo, 1997).

Recentemente, na safra 2012/2013, a ocorrência dessa praga foi registrada pela primeira vez no Brasil, em Goiás, Mato Grosso, São Paulo e nos estados cuja região é conhecida como MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), elevando os gastos com produtos fitossanitários em mais de 15%, com queda de 35% da produtividade. Os custos na produção do algodão dobraram, passando de US\$ 400/ha para US\$ 800/ha e nas lavouras de soja o prejuízo estimado foi R\$ 140/ha (Czepak et al., 2013; Bueno et al., 2014; Mastrangelo et al., 2014).

É considerada a mais importante e impactante praga nas regiões em que ocorre, fator atribuído pelas características inerentes a essa espécie, como a capacidade de dispersar em até 2000 km de distância, as pupas apresentarem diapausa facultativa em condições desfavoráveis e a resistência a diversos inseticidas (Czepak et al., 2013; Widmer e Schofield, 1983). Outra evidência é a elevada quantidade de inseticida utilizado para controle de *H. armigera*, quase 30% de todo inseticida utilizado a nível mundial (Joußen et al., 2012).

O uso contínuo e incorreto de produtos fitossanitários resulta em ressurgimento da praga, eliminação de inimigos naturais e seleção de indivíduos resistentes (Baskar e Ignacimutha, 2012), causando desequilíbrio nos agroecossistemas. Visando restabelecer o equilíbrio natural, o ideal é optar por um conjunto inter e multidisciplinar de táticas de controle, como é a proposta do Manejo Integrado de Pragas (MIP). Diante da dificuldade apresentada de controlar *H. armigera* com produtos fitossanitários, outros meios de controle devem ser priorizados, como por exemplo, o controle biológico. Dentre os inimigos naturais, *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) apresenta potencial de utilização no controle de lepidópteros, por ser altamente polífago.

90 *Trichospilus diatraeae* é um endoparasitoide pupal, gregário e  
91 primário. Tem provável origem asiática e foi registrado no Brasil parasitando pupas de  
92 diferentes espécies da ordem Lepidoptera, como Arctiidae (Paron e Berti-Filho, 2000),  
93 Geometridae (Zaché et al., 2010), Erebidae (Zaché et al., 2011), Nymphalidae (Ribeiro et  
94 al., 2013) e Noctuidae (Zaché et al., 2012). Todavia, é de fundamental importância  
95 conhecer as características biológicas nos hospedeiros-alvo de controle. Sendo assim, o  
96 objetivo deste trabalho foi determinar a biologia de *T. diatraeae* em pupas de *H. armigera*  
97 em diferentes temperaturas e a longevidade das fêmeas após o parasitismo nas mesmas  
98 temperaturas.

99

## 100 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### 101 **2.1 Criação do hospedeiro**

102

103 A criação de *H. armigera* iniciou-se a partir de coletas de lagartas  
104 em pomares comerciais em Botucatu, SP, e mantida em condições de laboratório, a  
105 temperatura de 25°C, umidade relativa a 70% e fotofase 14 horas. As lagartas foram  
106 mantidas em dieta artificial desenvolvida por Greene; Leppa; Dickerson, 1976 e  
107 metodologia de Parra (2001), até empuparem, momento em que foram transferidas para  
108 gaiolas confeccionadas em tubo de PVC até a emergência, e os adultos foram alimentados  
109 com mel a 30%.

110

### 111 **2.2 Criação do parasitoide**

112

113 A criação foi mantida em temperatura de 25°C, UR 70% e fotofase  
114 12 horas. Os parasitoides foram mantidos em tubos de fundo chato (2,5 cm de diâmetro e  
115 8,5 cm de comprimento), vedados com tecido tipo “voil” através do qual foram oferecidas  
116 gotículas de mel puro para alimentação.

### 117 **2.3 Efeito da temperatura no desenvolvimento de *T. diatraeae* em pupas de 118 *H. armigera* e longevidade das fêmeas do parasitoide**

119

120                                    Para a execução do ensaio, com base em experimentos preliminares,  
121 20 pupas fêmeas e machos de 96 horas de *H. armigera* foram individualizadas e  
122 acondicionadas em tubos de fundo chato, juntamente com uma fêmea de *T. diatraeae* de 48  
123 horas de idade, alimentadas com mel puro. O parasitismo ocorreu por 24 horas, em  
124 temperatura de 25°C, UR 70% e fotofase 12 horas. Após esse período, pupa e parasitoide  
125 foram separados e mantidos em tubos individuais e posteriormente foram transferidos para  
126 câmaras climatizadas nas temperaturas 15, 20, 25, 30 e 35°C, UR 70% e fotofase 14 horas.  
127 Analisou-se a longevidade das fêmeas diariamente, momento no qual era oferecido  
128 alimento (mel puro), além disso, foram observadas as pupas, visando verificar a  
129 emergência de mariposa ou parasitoides. O delineamento estatístico foi inteiramente  
130 casualizado, com esquema fatorial 5x2 (cinco temperaturas x sexo da pupa). Os dados  
131 foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de  
132 Tukey a 5%.

133

### 134                    **3. RESULTADOS**

135

#### 136                    **3.1    Tempo de desenvolvimento**

137

138                                    O parasitoide desenvolveu-se apenas nas temperaturas 20 e 25°C,  
139 levando em média 30 e 21 dias respectivamente, não apresentando diferença entre os sexos  
140 da pupa (Tabela 1).

141

#### 142                    **3.2    Emergência de progênie**

143

144                                    A maior média de parasitoides por pupa foi encontrada em pupas  
145 fêmeas a 25°C, com média de 145 indivíduos, enquanto em pupas machos nessa  
146 temperatura a média foi de 95 parasitoides. A 20°C, esse número não apresentou diferença  
147 estatística entre pupas machos e fêmeas, com média de 86 e 98 parasitoides  
148 respectivamente (Tabela 2).

149

### 3.3 Mortalidade de pupas de *H. armigera*

A mortalidade das pupas variou de 75 a 100%, entretanto sem diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 3).

### 3.4 Longevidade das fêmeas de *T. diatraeae*

A longevidade dos parasitoides apresentou relação inversa à elevação da temperatura, sendo maior a 15°C e menor a 35°C (Tabela 4).

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Tempo de desenvolvimento

Os resultados apresentados para desenvolvimento de *T. diatraeae* em pupas de *H. armigera* são semelhantes aos encontrados no estudo utilizando pupas de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). Assim como no hospedeiro utilizado no presente trabalho, em *D. saccharalis* o parasitoide não se desenvolveu em temperaturas acima de 28°C, embora tenha ocorrido desenvolvimento a 16°C (Rodrigues et al., 2013). A população de *T. diatraeae* utilizada neste experimento é proveniente de Botucatu-SP, cidade que apresenta média anual de temperatura de 20,6°C. Dessa forma, a população do parasitoide pode não ser adaptada a extremos de temperatura, como demonstrado pelo não desenvolvimento a 15, 30 e 35°C. Da mesma forma que os resultados avaliados para o hospedeiro *D. saccharalis* a 31°C, neste trabalho também foi observado a presença de indivíduos mortos de *T. diatraeae* na fase de pré-pupa dentro das pupas do hospedeiro a 15 e 30°C, indicando que estes sejam os limites térmicos para desenvolvimento do parasitoide.

Altas temperaturas afetando negativamente o desenvolvimento de parasitoides também foram avaliadas para *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle

179 (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Thyrintina arnobia* Stoll (Lepidoptera:  
180 Geometridae), em que o parasitoide não se desenvolveu completamente em temperatura  
181 acima de 31°C, embora indivíduos mortos em pré-pupa tenham sido encontrados em todas  
182 as repetições (Pereira et al., 2011). O mesmo limite termal de desenvolvimento a 30°C foi  
183 avaliado para *Tetrastichus howardi* Olliff (Hymenoptera: Eulophidae) (Kishore et al.,  
184 1994).

185 O número de parasitoides emergidos em pupas fêmea a 25°C foi  
186 superior do que em pupas macho. A possível causa para essa diferença está relacionada ao  
187 maior conteúdo proteico presente em pupas fêmea, que oferece maior qualidade de  
188 alimento para as larvas de *T. diatraeae*. Na espécie *Bombyx mori* Linnaeus (Lepidoptera:  
189 Bombycidae), as pupas fêmeas apresentam 60% de proteínas estocadas na gordura  
190 corporal, valor três vezes maior do que a encontrada em pupas macho. Isso ocorre porque  
191 as fêmeas possuem uma proteína exclusiva ao gênero, a SP-1, que não ocorre em machos,  
192 além da SP-2, que ocorre em ambos. Essas proteínas correspondem a 23 mg/inseto e 3 mg/  
193 inseto em fêmeas e machos, respectivamente (Ogawa e Tojo, 1981).

194 Entretanto, a mesma diferença não foi encontrada na temperatura  
195 20°C, que não apresentou diferença estatística entre o número de parasitoides emergidos de  
196 pupas fêmea e macho. Da mesma forma que *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis*  
197 (Rodrigues et al., 2013) e *P. elaeisis* em *T. arnobia* (Pereira et al., 2011), a progênie em  
198 20°C foi menor que em 25°C, demonstrando que esta temperatura é mais apropriada para o  
199 desenvolvimento do parasitoide do que 20°C. Sendo assim, a temperatura mais baixa  
200 influenciou não só na progênie como também no tempo de desenvolvimento do parasitoide  
201 e não sendo propícia para o desenvolvimento de *T. diatraeae* quanto a temperatura  
202 controle.

203 A alta taxa de mortalidade das pupas é explicada pela capacidade que  
204 alguns parasitoides apresentam de injetar toxinas durante a oviposição, com o objetivo de  
205 superar a resposta imune por encapsulação do hospedeiro (Schmid-Hempel, 2005). Embora  
206 não tenha havido emergência de parasitoides nos tratamentos 15, 30 e 35°C, a inviabilização  
207 das pupas foi próxima a 100% em todos os tratamentos, sem diferença estatística entre eles,  
208 assim como os resultados obtidos a 31°C de *P. elaeisis* em pupas de *T. arnobia* (Pereira et  
209 al., 2011), ou seja, é possível concluir que a alta taxa de mortalidade foi obtida por uma  
210 interação da ação do parasitoide com a temperatura.

211 A longevidade das fêmeas do parasitoide após o período de  
212 parasitismo, mesmo demonstrando relação entre aumento da temperatura e diminuição do  
213 período de vida, com médias entre 9 e 10 dias a 15°C e entre 4 e 5 dias a 35°C, não foram  
214 semelhantes a longevidade apresentada por *T. diatraeae* após a emergência de pupas de *D.*  
215 *saccharalis*, que apresentaram longevidade de em média 34 dias a 16°C (Rodrigues et al.,  
216 2013). A menor longevidade de *T. diatraeae* avaliada a 15°C após parasitar pupas de *H.*  
217 *armigera* é explicada pela energia que insetos parasitoides gastam para realizar as posturas  
218 (Pacheco e Côrrea-Ferreira, 1998), fator acentuado, ainda, pelo uso de apenas uma fêmea  
219 do parasitoide para cada pupa de *H. armigera*, considerada relativamente grande, com peso  
220 médio de 0,360g cada (Tabela 5), quando comparada ao hospedeiro natural *D. saccharalis*,  
221 que apresenta peso médio de 0,167g cada (Glaeser et al., 2014).

222 Dessa forma, com base nos resultados obtidos, conclui-se que *T.*  
223 *diatraeae* parasitando pupas de *H. armigera* não se desenvolveu em extremos de  
224 temperaturas.

225

## 226 **AGRADECIMENTOS**

227

228 À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
229 (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

230

231

## 232 **5. REFERÊNCIAS**

233

234 Baskar K, Ignacimuthua S, 2012. Antifeedant, larvicidal and growth inhibitory effects of  
235 ononitol monohydrate isolated from *Cassia tora* L. against *Helicoverpa armigera* (Hüb.)  
236 and *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). Chemosphere, 88, 384-388.

237

238 Bueno RCOF, Yamamoto PT, Carvalho MM, Bueno NM, 2014. Occurrence of  
239 *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) on citrus in the state of Sao Paulo, Brazil. Rev. Bras.  
240 Fruticul, 36, 520-523.

241

- 242 Czepak C, Albernaz KC, Vivian LM, Guimarães HO, Carvalhais T, 2013. Primeiro registro  
243 de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. Pesq.  
244 Agrop. Trop, 43, 110-113.  
245
- 246 Fitt GP, 1989. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. Ann. Rev.  
247 Entom., 34, 17-52.  
248
- 249 Glaeser DF, Pereira FF, Vargas EL, Calado VRF, Favero K, 2014. Reprodução de  
250 *Trichospilus diatraeae* em *Diatraea saccharalis* após três gerações em *Tenebrio molitor*.  
251 Pesq. Agropec. Trop.,44, 213-218.  
252
- 253 Greene, G. L., Leppla, N. C., Dickerson, W. A, 1976. Velvetbean caterpillar: a rearing  
254 procedure and artificial medium. Jour. Econ. Ent. 69, 487-488.  
255
- 256 Guo YY, 1997. Progress in the research on migration regularity of *Helicoverpa armigera*  
257 and relationships between the pest and its host plants. Acta Entomol. Sin., 40, 1-6.  
258
- 259 Joußen N, Agnolet S, Lorenz S, Schone SE, Ellinger R, Schneider B, 2012. Resistance of  
260 Australian *Helicoverpa armigera* to fenvalerate is due to the chimeric P450 enzyme  
261 CYP337B3. Proc. Nation. Acad. Scie. Unit. Stat.Amer., 109, 15206-15211.  
262
- 263 Kishore R, Kumar P, Manjunath D, Datta RK, 1994. Effect of temperature on the  
264 developmental period, progeny production and longevity of *Tetrastichus howardi* (Olliff)  
265 (Hymenoptera: Eulophidae). J.Biol. Cont., 8, 10-13.  
266
- 267 Mastrangelo T, Paulo DF, Bergamo LW, Morais EGF, Silva M, Bezerra-Silva G, 2014.  
268 Azevedo-Espin, A. M. L. Detection and genetic diversity of a Heliothinae invader  
269 (Lepidoptera: Noctuidae) from north and northeast of Brazil. J.Econo. Entomol., 107, 1-11.  
270
- 271 Ogawa K, Tojo S, 1981. Quantitative changes of storage proteins and vitellogenin during  
272 the pupal-adult development in the silkworm, *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae).  
273 Appl. Ent. Zool., 16, 288-296.  
274
- 275 Pacheco DJP, Corrêa-Ferreira BS, 1998. Potencial reprodutivo e longevidade do  
276 parasitoide *Telenomus podisi* Ashmead, em ovos de diferentes espécies de percevejos.  
277 Anai. Soc. Entomol. Bras., 27, 585-591.  
278
- 279 Paron MR, Berti-Filho E, 2000. Capacidade reprodutiva de *Trichospilus diatraeae*  
280 (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de diferentes hospedeiros (Lepidoptera). Scient.  
281 Agric., 57, 353-358.  
282
- 283 Parra, J. R. P, 2001. Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico.  
284 Esalq/Fealq. 134.  
285
- 286 Pedgley DE, 1985. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera:  
287 Noctuidae) to the british isles. Entomol. Gaz. 36, 15-20.  
288



- 289 Pereira FF, Zanuncio JC, Oliveira HN, Grance ELV, Pastori PL, Gava-Oliveira MD, 2011.  
290 Thermal requirements and estimate number of generations of *Palmistichus elaeisis*  
291 (Hymenoptera: Eulophidae) in different eucalyptus plantations. Braz. J. Biol., 71.  
292
- 293 Ribeiro RC, Lemos WP, Castro AA, Poderoso JCM, Serrão JE, 2013. Zanuncio, J. C.  
294 *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae): a potential biological control agent of  
295 lepidopteran pests of oil palm in the Brazilian Amazon. Flor. Entomol., 96, 676-675.  
296
- 297 Rodrigues MAT, Pereira FF, Kassab SO, Pastori PL, Glaeser DF, Oliveira HN, Zanuncio  
298 JC, 2013. Thermal requirements and generations estimates of *Trichospilus diatraeae*  
299 (Hymenoptera: Eulophidae) in sugarcane producing regions of Brazil. Flor. Entomol., 96,  
300 154-159.  
301
- 302 Schmid-Hempel P, 2005. Evolutionary ecology of insect immune defenses. Annu Rev  
303 Entomol, 50, 529-551.  
304
- 305 Widmer, M.W., Schofield, P, 1983. *Heliothis* dispersal and migration. Trop. Develop. And  
306 Res. Inst. London.  
307
- 308 Zaché B, Wilcken CF, Da Costa RR, Soliman EP, 2010. *Trichospilus diatraeae* Cherian &  
309 Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), a new parasitoid of *Melanolophia*  
310 *consimilaria* (Lepidoptera: Geometridae). Phytoparasitica, 38, 355-357.  
311
- 312 Zaché B, Zaché RRC, Souza NM, Dias TKR, Wilcken CF, 2011. New record of  
313 *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae)  
314 parasitizing *Sarsina violascens* Herrich-Schaeffer, 1856 (Lepidoptera: Lymantriidae) in  
315 Brazil. J. Plant Prot. Res., 51, 420-422.  
316
- 317 Zaché B, Wilcken CF, Zaché RRC, Souza NM, 2012. New occurrence of *Trichospilus*  
318 *diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as a parasitoid of *Spodoptera cosmioides* Walker,  
319 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. Biota Neot., 12, 1-4.  
320
- 321 Zalucki MP, Daglish G, Firempong S, Twine P, 1986. The biology and ecology of  
322 *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in  
323 Australia: what do we know? , Austr. J. Zool., 34, 779-814.

Tabela 1. Tempo de desenvolvimento de *Trichospilus diatraeae* (Umidade relativa de 70% e fotofase 12 horas) Botucatu, 2015.

Temperatura (°C)	Desenvolvimento do Parasitoide (dias)	
	Pupas Fêmea	Pupas Macho
15	--	--
20	30,10±0,76 bA	29,36±0,45 bA
25	21,78±0,24 aA	21,64±0,30 aA
30	--	--
35	--	--
CV (%)	8,73	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Número de parasitoides emergidos por pupa (Umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas) Botucatu, 2015.

Temperatura (°C)	Parasitoides Emergidos	
	Pupas Fêmea	Pupas Macho
15	--	--
20	98,64±6,76 bA	86,55±2,06 aA
25	145,89±1,55 aA	95,64±5,51 aB
30	--	--
35	--	--
CV (%)	13,94	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Mortalidade das pupas de *Helicoverpa armigera* (Umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas) Botucatu, 2015.

Temperatura (°C)	Mortalidade das Pupas	
	Pupas Fêmea	Pupas Macho
15	0,90±0,07 ns	1,00±0,00 ns
20	0,89±0,07	0,80±0,09
25	0,82±0,09	0,95±0,05
30	0,79±0,09	0,75±0,10
35	0,84±0,08	0,80±0,09
CV (%)	15,86	

<sup>(ns)</sup>Não significativo estatisticamente pelo teste F em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Longevidade das fêmeas de *Trichospilus diatraeae* (Umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas) Botucatu, 2015.

Tempratura (°C)	Longevidade dos Parasitoides	
	Pupas Fêmea	Pupas Macho
15	9,55±0,53 cA	10,40±0,47 cA
20	8,84±0,64 bcA	9,45±0,97 bcA
25	7,06±1,19 abA	8,55±0,56 bcB
30	4,84±0,44 aA	6,30±0,42 abA
35	4,00±0,36 aA	5,40±0,55 aA
CV (%)	23,84	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Peso das pupas de *Helicoverpa armigera* (Umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas) Botucatu, 2015.

Temperatura (°C)	Peso das Pupas	
	Pupas Fêmea	Pupas Macho
15	0,36±0,01 ns	0,36±0,01 ns
20	0,37±0,01	0,36±0,01
25	0,35±0,01	0,34±0,01
30	0,37±0,01	0,36±0,01
35	0,36±0,01	0,35±0,01
CV (%)	9,98	

<sup>(ns)</sup>Não significativo estatisticamente pelo teste F em nível de 5% de probabilidade.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido às dificuldades de controle da *H. armigera* aliada a e a busca por uma agricultura sustentável, táticas de controle devem ser empregadas em conjunto, conforme preconiza o Manejo Integrado de Pragas, englobando o controle biológico com o uso de parasitoides.

Os resultados indicam a capacidade que *T. diatraeae* tem de parasitar pupas de *H. armigera* em condições laboratoriais. O parasitoide teve melhor desempenho com 48 horas de idade, a 25°C, em pupas fêmeas de 96 horas, criados em pupas desta mesma espécie. As densidades e os tempos de parasitismo testados não demonstraram influência no número de parasitoides emergidos e no tempo de desenvolvimento.

Dessa forma, conclui-se que o parasitoide *T. diatraeae* apresenta potencial para ser utilizados como agente de controle biológico de *H. armigera*, embora estudos adicionais, especialmente em condições de campo, sejam necessários para verificar a capacidade de busca no parasitoide nos habitats da praga.

Contudo, mesmo que ainda existam etapas a serem concluídas, os resultados obtidos neste trabalho são inéditos para *T. diatraeae* parasitando pupas de *H. armigera* e poderão auxiliar os programas de controle biológico em diversas culturas.

## 6. CONCLUSÕES

- *H. armigera* é hospedeira de *T. diatraeae*
- O melhor parasitismo de *T. diatraeae* ocorre com fêmeas de 48 horas de idade, a 25°C, em pupas fêmeas de 96 horas de *H. armigera* e parasitoides criados em pupas desta mesma espécie quando comparado com *D. saccharalis* como hospedeira;
- O período de 24 horas de parasitismo e a densidade de um parasitoide por pupa são suficientes para *T. diatraeae* parasitar uma pupa de *H. armigera*;
- A longevidade das fêmeas variou conforme a temperatura, sendo inversamente proporcional.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALI, A.; CHOUDHURY, R. A. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**. v. 4, p. 99-106. 2009.
- 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 agrícola. **Circular Técnica Embrapa**. ISSN 1517-4557. Dourados/MS. 2013.
- BASKAR, K.; IGNACIMUTHUA, S. Antifeedant, larvicidal and growth inhibitory effects of ononitol monohydrate isolated from *Cassia tora* L. against *Helicoverpa armigera* (Hüb.) and *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Chemosphere**, Los Angeles, v. 88, n. 4, p. 384-388. 2012.
- BOUCEK, Z. The african and Asian species of *Trichospilus* and *Cottrellia* (Hymenoptera: Eulophidae). **Bulletin of Entomology Research**. 65: 669-681. 1976.
- BOURNIER, J. P. Sur la reproduction parthénogénétique de *Trichospilus diatraeae* Cher. Et Margab. (Hymenoptera: Chalcidoidea). **Bulletin de la Société Entomologique de France**, v. 80, p. 116-118. 1975.
- 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-SP, v. 36, n. 2, p. 520-523. 2014.
- CALADO, V. R. F.; PEREIRA, F. F.; VARGAS, E. L.; GLAESER, D. F.; OLIVEIRA, F. G. Características biológicas de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) nos hospedeiros *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Biotemas**, 27 (1): p. 71-77. 2014.

- CHERIAN, M. C.; MARGABANDHU, V. A new species of *Trichospilus* (Hymenoptera: Chalcidoidea) from South India. **Indian Journal of Entomology**, v. 4, p. 101-102. 1942.
- 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. 110-113, jan/mar. 2013.
- FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems. **Soybean – pest resistance**. Cairo. p. 231-280. 2013.
- FITT, G. P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 34, n. 1, p. 17-52. 1989.
- 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. **Entomol Ornithol Herpetol**, v. 3, n. 3, p. 1-4. 2014.
- GUO, Y. Y. Progress in the research 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.
- HARDWICK, D. F. The corn earworm complex. Entomological Society of Canada, Ottawa. (**Memoirs of the Entomological Society of Canada**, 40). 1965.
- HEMATI, S. A.; NASERI, B.; NOURI GANBALANI, G.; RAFIEE DASTJERDI, H.; GOLIZADEH, A. Effects of different plants on nutritional indices of the pod borer *Helicoverpa armigera*. **Journal of Insect Science**, 12(55), p. 1-15. 2012.
- 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.
- JOUBEN, N.; AGNOLET, S.; LORENZ, S.; SCHONE, S. E.; ELLINGER, R.; SCHNEIDER, B. Resistance of Australian *Helicoverpa armigera* to fenvalerate is due to the chimeric P450 enzyme CYP337B3. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 109, n. 38, p. 15206-15211. 2012.
- LAMMERS, J. W.; MACLEOD, A. A report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). 2007. Disponível em: <http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/helicoverpa.pdf>. Acesso em: 01 jun 2015.

- LIU, Z.; GONG, P.; LI, DIANMO; WEI, W. Pupal diapause of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) mediated by larval host plants: pupal weight is important. **Journal of Insect Physiology**, v. 56, n. 12, p. 1863-1870. 2010.
- MATTHEWS, M. Heliothinae moths of Australia: a guide to pest bollworms and related Noctuidae groups. **Sciro**, Melbourne, 320 p. 1999.
- 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. **Hort. Bras.**, Brasília, v. 29, n. 2. 2011.
- MURRAY, D.A.H. Investigations into development and survival of *Heliothis* spp. pupae in southesth Queensland. PhD thesis, **University of Queensland**, Brisbane, Australia. 1991.
- NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, 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.
- NOYES, J. S. **Universal Chalcidoidea Database**. Disponível em: <http://www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html>. Acesso em: 01 Jun 2015.
- OLIVEIRA, M. A. S.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ICUMA, I. M.; ALVES, R. T.; OLIVEIRA, J. N. S.; ANDRADE, G. A. Incidência de danos da broca do fruto da gravioleira no Distrito Federal. **Embrapa-CPAC**. Planaltina, p. 1-5. 2001.
- 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 Sciences**, v.1, n. 2, p. 1-9. 2007.
- PARON, M. R. Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitoide de Lepidoptera. Piracicaba, SP: **ESALQ**. (Tese de Doutorado). 1999.
- PARON, M. R.; BERTI-FILHO, E. Capacidade reprodutiva de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de diferentes hospedeiros (Lepidoptera). **Scientia Agricola**. 57: p. 353-358. 2000.
- 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 *Thyrinteina arnobia* in Brazil. **Phytoparasitica** 36(3), p. 304-306. 2008.
- REED, W. *Heliothis armigera* (Hb.) (Noctuidae) in western Tanganyika: II. Ecology and natural chemical control. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 56, n. 1, p. 127-140. 1965.



RIBEIRO, R. C.; LEMOS, W. P.; CASTRO, A. A.; PODEROSO, J. C. M.; SERRÃO, J. E. ZANUNCIO, J. C. *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae): a potential biological control agente of lepidopteran pests of oil palm in the brazillian amazon. **Florida Entomologist**, 96(2), p. 676-675. 2013.

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.

SÁ, L. A. N.; PARRA, J. R. P. Natural parasitism of *Spodoptera frugiperda* and *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in corn by *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. **Florida Entomologist**. v. 77, p. 185-188. 1994.

TAY, W. T.; SORIA, M. F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, F. T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **OloS ONE** 8 (11): e80134, doi: 10.1371/journal.pone.0080134. 2013.

TORRES-BAUZA, J. A. Hymenopterous parasitoids of *Dismorfia spio* (Pieridae: Dismorphiinae). **Journal Lepidoptera Society**, 48: 266. 1994.

UBAIDILLAH, R. Eulophine parasitoids of the genus *Trichospilus* in Indonesia, with the description of two new species (Hymenoptera: Eulophidae). **Entomological Science**, v. 9, p. 217-222. 2006.

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

YANG, Z.; CAO, L.; WANG, C.; WANG, X.; SONG, L. *Trichospilus albiflagellatus* (Hymenoptera: Eulophidae), a new species parasitizing Pupa of *Hyphantria cunea* (Lepidoptera: Arctiidae) in China. **Annals of the Entomological Society of America**, p. 1-7. 2015.

ZACHÉ, B.; WILCKEN, C. F.; DA COSTA, R. R.; SOLIMAN, E. P. *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), a new parasitoid of *Melanolophia consimilaria* (Lepidoptera: Geometridae). **Phytoparasitica**, v. 38, p. 355-357. 2010a.

ZACHÉ, B.; WILCKEN, C. F.; ZACHÉ, R. R. C.; SOLIMAN, E. P.; SAN ROMAN, M. L. *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), un Nuevo parasitoide de *Hypsila grandella* (Zeller, 1848) (Lepidoptera: Pyralidae). **Idesia** (Arica, Impresa), v. 28, p. 111-114. 2010b.

ZACHÉ, B.; ZACHÉ, R. R. C.; SOLIMAN, E. P.; WILCKEN, C. F. Evaluation of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as parasitoid of the eucalyptus

defoliator *Euselasia eucerus* (Lepidoptera: Riodinidae). **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 20, p. 1-5. 2011a.

ZACHÉ, B.; ZACHÉ, R. R. C.; SOUZA, N. M.; DIAS, T. K. R.; WILCKEN, C. F. New record of *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Sarsina violascens* Herrich-Schaeffer, 1856 (Lepidoptera: Lymantriidae) in Brazil. **Journal of Plant Protection Research**, v. 51, p. 420-422. 2011b.

ZACHÉ, B.; ZACHÉ, R. R. C.; SOUZA, N. M.; DALPOGETTO, M. H. F. A.; WILCKEN, C. F. Evaluation of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as a parasitoid of the eucalyptus defoliator *Eupseudosoma aberrans* Schaus, 1905 (Lepidoptera: Arctiidae), **Biocontrol Science and Technology**, v. 22, p. 363-366. 2012a.

ZACHÉ, B.; WILCKEN, C. F.; ZACHÉ, R. R. C.; SOUZA, N. M. New occurrence of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as a parasitoid of *Spodoptera cosmioides* Walker, 1858 (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Biota Neotropical**, v. 12, p. 1-4. 2012b.

ZALUCKI, M. P.; DAGLISH, G.; FIREMPONG, S.; TWINE, P. The biology and ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? , **Australian Journal of Zoology**, Melbourne, v. 34, n. 6, p. 779-814. 1986.