

WAGNER CALIXTO DE CASTRO MORAIS

**REPRODUÇÃO E OVOGÊNESE DE *Palmistichus elaeisis*
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

M827r
2016

Morais, Wagner Calixto de Castro, 1984-
Reprodução e ovogênese de *Palmistichus elaeisis*
(Hymenoptera: Eulophidae) / Wagner Calixto de Castro Morais.
– Viçosa, MG, 2016.
ix, 31f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: José Cola Zanuncio.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Pragas agrícolas - Controle biológico. 2. Pragas agrícolas
- Reprodução. 3. *Palmistichus elaeisis*. 4. Criação massal.
5. Entomopatígeno. 6. Relação hospedeiro-parasito.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Entomologia. Programa de Pós-graduação em Entomologia.

II. Título.

CDD 22. ed. 636.96

WAGNER CALIXTO DE CASTRO MORAIS

**REPRODUÇÃO E OVOGÊNESE DE *Palmistichus elaeisis*
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 26 de julho de 2016.

Luis Carlos Martínez Castrillón

Pedro Guilherme Lemes Alves

Rosenilson Pinto

Rosa Angelica Plata-Rueda
(Coorientadora)

José Cola Zanuncio
(Orientador)

Aos meus pais, Joaquim e Ana do Carmo, e às minhas irmãs, Juliana e Thais.

OFEREÇO

À Ludimila Soares Silva e meus filhos Victor e Luísa, amores da minha vida, pois nada disso teria sido possível sem o seu carinho, incentivo e paciência, principalmente, nos momentos mais difíceis.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me mantém firme em meus propósitos e forte, especialmente em momentos de atribulação.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) que, por meio do Programa de Pós-graduação em Entomologia, tornou possível a realização desta pesquisa e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

Ao orientador Professor José Cola Zanuncio e aos coorientadores Dr. Rosa Angelica Plata Rueda e o Professor José Eduardo Serrão, pelas sugestões e correções que ajudaram a aperfeiçoar este trabalho. Ao Dr. Luis Carlos Martínez, pela disponibilidade, sugestões e pelo enorme incentivo. Aos professores Pedro Guilherme Lemes e Rosenilson Pinto pelas correções e sugestões.

Aos colegas do Laboratório de Controle Biológico de Insetos, Ancidériton Castro, Bárbara Monteiro, Bruno Brügger, Douglas Parreira, Francisco Dimaté, Gabriela Rolim, Isabel Moreira, Juliana Mendonça, Júlio Poderoso, Leonardo Guio, Pedro Lemes, Rafael Guañabens, Rafael Ribeiro, Tiago Pikart, Tony Mariano e Valdeir Celestino, que, de alguma forma, estiveram presentes nessa longa caminhada.

Aos colegas do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas, especialmente a Elizeu Farias, pela grande colaboração.

Aos companheiros do Programa de Pós-graduação em Entomologia, pela convivência agradável e pelas amizades conquistadas.

As secretárias do Programa de Pós-graduação em Entomologia, Eliane e Silvânia, pela dedicação, eficiência e paciência infinita.

Aos funcionários do Insetário e do Laboratório de Controle Biológico de Insetos da UFV, José Milton Milagres, Antônio Cipriano, Manuel Ferreira e Moacir, pela

amizade, bom humor e dedicação.

Aos meus pais, Joaquim e Ana do Carmo, pelo amor, carinho e paciência quando mais precisei e pelos ensinamentos. Às minhas irmãs, Juliana e Thais, e demais familiares, pelo companheirismo e apoio incondicional.

À minha esposa e inseparável companheira, Ludimila Soares Silva, pelo amor, pelo apoio na busca por meus sonhos e objetivos e por compreender as minhas ausências. Aos sogros, Vicente e Elisa, e toda a família Silva, pela convivência e incentivo.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

WAGNER CALIXTO DE CASTRO MORAIS, filho de Joaquim Calixto Morais e Ana do Carmo Castro Morais, nasceu no dia 9 de outubro de 1984, na cidade de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Casado com Ludimila Soares Silva, pai de Victor Silva Morais e Luísa Silva Morais.

Iniciou a graduação em Engenharia Florestal em março de 2003, na Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Minas Gerais, finalizando-o em janeiro de 2009.

Durante a graduação foi bolsista de Iniciação Científica nas áreas de Tecnologia da Madeira e Entomologia pela UFRV.

Em agosto de 2010, iniciou o Mestrado no Programa de Pós-graduação em Entomologia no Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Minas Gerais, defendendo a dissertação em julho de 2012.

Em novembro de 2012, iniciou o Doutorado no Programa de Pós-graduação em Entomologia no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Minas Gerais, sob orientação do Professor José Cola Zanuncio, submetendo-se a defesa de tese em 26 de julho de 2016.

SUMÁRIO

Resumo	viii
Abstract.....	ix
Introdução Geral.....	1
Referências Bibliográficas.....	3

1º CAPÍTULO

Parasitismo e qualidade da prole de <i>Palmistichus elaeisis</i> (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiros alternativos	5
Resumo	5
Introdução.....	6
Material e Métodos.....	8
Resultados.....	10
Discussão.....	11
Referências Bibliográficas.....	14

2º CAPÍTULO

Morfologia e ultraestrutura dos ovários e ovogênese em <i>Palmistichus elaeisis</i> (Hymenoptera: Eulophidae) criado com hospedeiros alternativos.....	20
Resumo	20
Introdução.....	21
Material e Métodos.....	22
Resultados.....	24
Discussão.....	25

Referências Bibliográficas.....	27
Conclusões Gerais	31

RESUMO

MORAIS, Wagner Calixto de Castro, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2016. **Reprodução e ovogênese de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae)**. Orientador: José Cola Zanuncio. Coorientadores: José Eduardo Serrão e Rosa Angelica Plata-Rueda.

A redução dos prejuízos causados por insetos-praga é fundamental para o aumento da produtividade agrícola e florestal. O controle biológico de pragas emprega inimigos naturais para a redução de populações de pragas. Parasitoides são inimigos naturais que se desenvolvem em hospedeiros, levando-os à morte. Hospedeiros alternativos são usados para criação massal de parasitoides em laboratório e a escolha do hospedeiro adequado é essencial para aumentar a eficiência dos parasitoides em programas de controle biológico. A vespa *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) parasita espécies de importância agrícola e florestal. Neste trabalho, aspectos da biologia reprodutiva desse parasitoide foram avaliados com os hospedeiros *Diaphania hyalinata* (Linnaeus, 1767) (Lepidoptera: Crambidae) e *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae). No primeiro capítulo, o parasitismo, a emergência e parâmetros reprodutivos de *P. elaeisis* foram comparados entre hospedeiros. Ambos hospedeiros foram parasitados e promoveram a emergência do parasitoide. Indivíduos de *P. elaeisis*, emergidos de *T. molitor*, foram maiores que aqueles de *D. hyalinata*, com ciclo biológico menor. O tamanho da prole, a razão sexual e a longevidade dos adultos do parasitoide foram semelhantes entre hospedeiros. No segundo capítulo, a estrutura do aparelho reprodutor feminino e o desenvolvimento de ovos de *P. elaeisis* criado nos diferentes hospedeiros foram avaliados. A anatomia do aparelho reprodutor desse parasitoide foi semelhante em indivíduos criados em ambos os hospedeiros. O desenvolvimento dos ovos do parasitoide foi mais rápido para fêmeas emergidas de *T. molitor*, completamente formados 24 horas após a emergência. Este trabalho contribui para aumentar o conhecimento da reprodução de *P. elaeisis* em hospedeiros alternativos para a criação massal e fornece informações sobre o desenvolvimento dos ovos, que auxiliam na produção e liberação desse parasitoide em programas de controle biológico.

ABSTRACT

MORAIS, Wagner Calixto de Castro, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2016. **Reproduction and oogenesis of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae)**. Adviser: José Cola Zanuncio. Co-advisers: José Eduardo Serrão and Rosa Angelica Plata-Rueda.

The reduction of losses caused by insect pests is essential for increasing agricultural and forest productivity. Biological pest control uses natural enemies to reduce pest populations. Parasitoids are natural enemies that develop in hosts, causing them to death. Alternative hosts are used for mass rearing of parasitoids in the laboratory and the choice of suitable host is essential to increase the efficiency of parasitoids in biological control programs. The wasp *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) parasites species of agricultural and forestry importance. In this work, aspects of reproductive biology of this parasitoid were evaluated with the hosts *Diaphania hyalinata* (Linnaeus, 1767) (Lepidoptera: Crambidae) and *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae). In the first chapter, the parasitism, emergence and reproductive parameters of *P. elaeisis* were compared between hosts. Both hosts were parasitized and promoted the emergence of the parasitoid. Individuals of *P. elaeisis*, emerged from *T. molitor*, were higher than those of *D. hyalinata* with lower life cycle. The size of the offspring, sex ratio and longevity of parasitoid adults were similar between hosts. In the second chapter, the ultrastructure of the female reproductive system and the development of *P. elaeisis* eggs reared in different hosts were evaluated. The anatomy of the reproductive system of this parasitoid was similar in adults raised in both hosts. The development of the parasitoid eggs was faster for females emerged from *T. molitor*, completely formed 24 hours after emergence. This work contributes to increase knowledge of *P. elaeisis* reproduction in alternative hosts for mass rearing and provides information on the eggs development, which help in production and release of this parasitoid in biological control programs.

INTRODUÇÃO GERAL

A redução dos prejuízos causados por insetos-praga é fundamental para o aumento da produtividade agrícola e florestal (Coyle et al. 2005, Popp et al. 2013). Insetos herbívoros podem causar perdas na produção e qualidade do produto se suas populações não forem mantidas sob controle (Rezende et al. 2016). O combate a esses organismos é feito, principalmente, com inseticidas químicos. O uso excessivo de agrotóxicos tem impactos negativos no ambiente, como a promoção de insetos resistentes e o risco de contaminação, além do desequilíbrio causado pela redução de populações de organismos benéficos, como inimigos naturais e polinizadores (Li et al. 2016, Turchen et al. 2016). A diminuição do uso de inseticidas sintéticos vem sendo alvo de pesquisas (Sharma & Peshin 2016), seja pela substituição dos princípios ativos sintéticos de amplo espectro por substâncias naturais (Morais et al. 2015) ou com técnicas de baixo impacto ambiental que desfavoreçam a ocorrência de surtos (Reilly & Elder 2014).

O controle biológico de insetos é uma técnica do Manejo Integrado de Pragas (MIP), que utiliza inimigos naturais para reduzir populações desses organismos daninhos (Smith et al. 1997). Inimigos naturais podem ser importados e introduzidos em áreas com ocorrência de pragas exóticas para se estabelecerem e reduzirem populações de pragas (controle biológico clássico) (Roberts 2016), ou serem multiplicados e liberados para aumentar sua população no campo (controle biológico aumentativo) (Hajek et al. 2016).

Parasitoides colocam seus ovos em hospedeiros que servem de alimento para suas larvas. Esses inimigos naturais são empregados no controle biológico e a alimentação de suas larvas resulta na morte do hospedeiro, controlando a população. A multiplicação dos parasitoides, em laboratório, é feita em hospedeiros naturais ou

alternativos (Pereira et al. 2010). A escolha de hospedeiros adequados é fundamental para a criação de parasitoides e o sucesso de programas de controle biológico (Mawela et al. 2013). Hospedeiros adequados devem possibilitar o desenvolvimento completo de parasitoides, originando indivíduos capazes de sobreviver e se reproduzir. Entender as relações entre parasitoides e seus hospedeiros é fundamental para a produção de inimigos naturais, e o conhecimento da reprodução desses organismos é essencial em programas de controle biológico (Andrade et al. 2012).

Palmistichus elaeisis (Hymenoptera: Eulophidae) parasita e se desenvolve em hospedeiros de importância agrícola e florestal (Delvare & LaSalle, 1993). Esse inimigo natural tem potencial para programas de controle biológico e sua reprodução em vários hospedeiros aumenta sua importância (Pereira et al. 2009, Zanuncio et al. 2015, Rodriguez-Dimaté et al. 2016).

Conhecer a dinâmica de desenvolvimento e maturação de ovos em parasitoides é importante para o controle biológico, pois permite determinar o período ideal para liberação em campo de fêmeas aptas a ovipositar no hospedeiro (Andrade et al. 2012, Hegazi et al. 2013).

O objetivo deste trabalho foi estudar a reprodução e o desenvolvimento de ovos de *P. elaeisis* em hospedeiros alternativos. O primeiro capítulo abordou o parasitismo e a qualidade da prole do parasitoide com *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae) e *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). No segundo capítulo, o sistema reprodutor feminino e o processo de ovogênese do parasitoide criado com esses hospedeiros foram avaliados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade GS., Sousa AH., Santos JC., Gama FC., Serrão JE., Zanuncio JC. 2012. Oogenesis pattern and type of ovariole of the parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84 (3): 767-774.
- Coyle DR., Nebeker TE., Hart ER., Mattson WJ. 2005. Biology and management of insect pests in North American intensively managed hardwood forest systems. *Annual Review of Entomology*, 50 (1): 1-29.
- Delvare G., LaSalle J. 1993. A new genus of Tetrastichinae (Hymenoptera, Eulophidae) from the neotropical region, with the description of a new species parasitic on key pests of oil palm. *Journal of Natural History*, 27 (2): 435-444.
- Hajek AE., Hurley BP., Kenis M., Garnas JR., Bush SJ., Wingfield MJ., van Lenteren JC., Cock MJW. 2016. Exotic biological control agents: a solution or contribution to arthropod invasions? *Biological Invasions*, 18 (4): 953-969.
- Hegazi E., Khafagi W., Schlyter F. 2013. Egg maturation dynamics of the parasitoid *Microplitis rufiventris*: starvation speeds maturation in early life. *Physiological Entomology*, 38 (3): 233-240.
- Li Z., Zalucki MP., Yonow T., Kriticos DJ., Bao H., Chen H., Hu Z., Feng X., Furlong MJ. 2016. Population dynamics and management of diamondback moth (*Plutella xylostella*) in China: the relative contributions of climate, natural enemies and cropping patterns. *Bulletin of Entomological Research*, 106 (2): 197-214.
- Mawela KV, Kfir R, Krüger K. 2013. Effect of temperature and host species on parasitism, development time and sex ratio of the egg parasitoid *Trichogrammatoidea lutea* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biological Control*, 64: 211-216.
- Morais WCC., Lima MAP., Zanuncio JC., Oliveira MA., Braganca MAL., Serrao JE., Della Lucia TMC. 2015. Extracts of *Ageratum conyzoides*, *Coriandrum sativum* and *Mentha piperita* inhibit the growth of the symbiotic fungus of leaf-cutting ants. *Industrial Crops and Products*, 65 (1): 463-466.
- Pereira FF., Zanuncio JC., Pastori PL., Chichera RA., Andrade GS., Serrão JE. 2010. Reproductive biology of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) with alternative and natural hosts. *Zoologia*, 27 (6): 887-891.
- Pereira FF., Zanuncio JC., Serrão JE., Pastori PL., Ramalho FS. 2009. Reproductive performance of *Palmistichus elaeisis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) with previously refrigerated pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). *Brazilian Journal of Biology*, 69 (3): 865-869.
- Popp J., Peto K., Nagy J. 2013. Pesticide productivity and food security: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33 (1): 243-255.
- Reilly JR., Elderd BD. 2014. Effects of biological control on long-term population dynamics: identifying unexpected outcomes. *Journal of Applied Ecology*, 51 (1): 90-

Rezende D., Melo JWS., Oliveira JEM., Gondim MGC. 2016. Estimated crop loss due to coconut mite and financial analysis of controlling the pest using the acaricide abamectin. *Experimental and Applied Acarology*, 69 (3): 297-310.

Roberts DE. 2016. Classical biological control of the cereal leaf beetle, *Oulema melanopus* (Coleoptera: Chrysomelidae), in Washington State and role of field insectaries, a review. *Biocontrol Science and Technology*, 26 (7): 877-893.

Rodríguez-Dimaté FA., Poderoso JCM., Ribeiro RC., Brügger BP., Wilcken CF., Serrão JE., Zanuncio JC. 2016. *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing pupae of the passion fruit pest *Agraulis vanillae vanillae* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Florida Entomologist*, 99 (1): 130-132.

Sharma R., Peshin R. 2016. Impact of integrated pest management of vegetables on pesticide use in subtropical Jammu, India. *Crop Protection*, 84 (1): 105-112.

Smith JW., Wiedenmann RN., Gilstrap FE. 1997. Challenges and opportunities for biological control in ephemeral crop habitats: an overview. *Biological Control*, 10 (1): 2-3.

Turchen LM., Golin V., Butnariu AR., Guedes RNC., Pereira MJB. 2016. Lethal and sublethal effects of insecticides on the egg parasitoid *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygasteridae). *Journal of Economic Entomology*, 109 (1): 84-92.

Zanuncio JC., Vinha GL., Ribeiro RC., Fernandes BV., Kassab SO., Wilcken CF., Zanuncio, TV. 2015. *Psorocampa denticulata* (Lepidoptera: Notodontidae) pupae as an alternative host for *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Florida Entomologist*, 98 (3): 1003-1005.

CAPÍTULO 1

Parasitismo e qualidade da prole de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiros alternativos

RESUMO

Palmistichus elaeisis Delvare & LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) é uma vespa endoparasitoide de pragas agrícolas e florestais. Seu hábito polífago permite seu desenvolvimento em hospedeiros naturais e alternativos. Hospedeiros alternativos podem reduzir custos de criação massal de inimigos naturais. *Diaphania hyalinata* (Linnaeus, 1767) (Lepidoptera: Crambidae) e *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) são de criação fácil e econômica, promissoras para a criação massal desse parasitoide. O objetivo deste estudo foi testar a adequabilidade de *D. hyalinata* e *T. molitor* como hospedeiros para a criação de *P. elaeisis* em laboratório, avaliando parâmetros de sua biologia reprodutiva. Fêmeas de *P. elaeisis* foram expostas aos hospedeiros e o percentual de parasitismo e emergência, o tamanho da prole, tempo de desenvolvimento, razão sexual e longevidade da prole foram determinados. Os comprimentos do corpo e da tibia posterior e larguras da capsula cefálica e do abdômen foram medidos. *Palmistichus elaeisis* parasitou 100% das pupas dos dois hospedeiros com emergência de 60%. O período de desenvolvimento do parasitoide foi menor em *D. hyalinata*. O tamanho da prole, a razão sexual e a longevidade foram semelhantes entre hospedeiros. *Tenebrio molitor* produziu indivíduos de *P. elaeisis* maiores que *D. hyalinata*. O sucesso reprodutivo, elevado parasitismo, completo desenvolvimento e maior proporção de fêmeas na prole de *P. elaeisis* confirmam o potencial de uso de *T. molitor* e *D. hyalinata* para a criação massal desse inimigo natural.

1. INTRODUÇÃO

O controle biológico utiliza inimigos naturais como vírus, bactérias, fungos, nematoides e artrópodes para reduzir populações de pragas e danos. Essa abordagem visa à sustentabilidade do agroecossistema com alternativas com impacto ambiental mínimo (Smith et al. 1997, Pearson & Callaway 2003, Tschumi et al. 2015). Neste contexto, o controle biológico é parte indispensável de programas sustentáveis de manejo de pragas com a propagação, manipulação e liberação de inimigos naturais com baixa relação custo-benefício e preservação de ecossistemas nativos e cultivados (Bottrell et al. 1998, Thompson 1999, Cortesero et al. 2000). O entendimento das interações entre planta-herbívoro e inimigos naturais é importante para o controle biológico de insetos-praga (Lalonde et al. 1999, Eubanks & Denno 1999).

Parasitoides são utilizados no controle de pragas (Favero et al. 2015, Ferreira Filho et al. 2015, Fischbein & Corley 2015). Esses organismos ovipositam no hospedeiro e suas larvas se alimentam dos tecidos, levando-o à morte (Zhang et al. 2016). A oviposição pode ocorrer no interior do hospedeiro (endoparasitoides) ou na superfície do tegumento (ectoparasitoides) (Yang et al. 2012). Parasitoides idiobiontes paralizam o desenvolvimento do hospedeiro logo após a oviposição, enquanto os coenobiontes permitem que seus hospedeiros continuem se alimentando e desenvolvendo, durante algum tempo (Yang et al. 2013). Inimigos naturais são criados em laboratório em hospedeiros naturais ou alternativos, esses últimos com maior frequência por serem de criação mais fácil e econômica (Pereira et al. 2010).

Palmistichus elaeisis (Delvare & LaSalle, 1993) (Hymenoptera: Eulophidae), nativa da região neotropical, parasita pupas de pragas de culturas agrícolas e florestais (Delvare & LaSalle 1993, Pereira et al. 2010, Zache et al. 2013). Esse endoparasitoide é polífago, se desenvolvendo em hospedeiros da ordem Lepidoptera como *Diatraea*

saccharalis (Fabricius, 1794) (Crambidae) (Bittencourt & Berti-Filho 2004), *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) (Pereira et al. 2010), *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Noctuidae) (Pereira et al. 2013) e *Psorocampa denticulata* Schaus, 1901 (Notodontidae) (Zanuncio et al. 2015), além de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) (Zanuncio et al. 2008).

O hospedeiro mais adequado é vital para aumentar a eficiência da criação massal de parasitoides polífagos (Mawela et al. 2013). A qualidade do parasitoide varia com o hospedeiro (Ueno 2015), e pode ser avaliada por características comportamentais, como a capacidade de voo (Dias-Pini et al. 2014, Soares et al. 2014), e biológicas, como o tamanho do corpo, período de desenvolvimento, longevidade, tamanho da prole e razão sexual (Silva-Torres & Matthews 2003, Duan & Oppel 2012). O tamanho do corpo é utilizado no controle de qualidade de parasitoides, com indivíduos maiores sendo mais fecundos e produzindo maior número de descendentes fêmeas (Kasamatsu & Abe 2015). Medições diretas do comprimento do corpo podem ser imprecisas, devido a deformações abdominais e retração de tecidos após a morte. Por isso, o tamanho do corpo pode ser inferido, indiretamente, por medição de órgãos esclerotizados, como a capsula cefálica e a tíbia posterior (Ameri et al. 2013).

Diaphania hyalinata (Linnaeus, 1767) (Lepidoptera: Crambidae), a principal praga de plantas da família Cucurbitaceae (Pratissoli et al. 2007), e *T. molitor*, praga importante em grãos e farelos armazenados são espécies de criação fácil e econômica, promissoras para a criação massal desse parasitoide. *Diaphania hyalinata* e *T. molitor* como hospedeiros alternativos podem aumentar a reprodução e a qualidade da prole e diminuir os custos de criação massal desse parasitoide. Hospedeiros adequados devem promover o completo desenvolvimento das formas jovens e a emergência dos parasitoides adultos (Vinson & Iwantsch 1980).

O objetivo deste estudo foi testar a adequabilidade de *D. hyalinata* e *T. molitor* como hospedeiros para a criação de *P. elaeisis* em laboratório, avaliando parâmetros da biologia reprodutiva desse parasitoide.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Criação dos insetos

Indivíduos de *P. elaeisis*, *D. hyalinata* e *T. molitor* foram obtidos do Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LCBI) do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Adultos de *P. elaeisis* foram alimentados com mel em tubos de vidro (14,0 x 2,2 cm), em sala com temperatura de 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas. Após 72 horas da emergência quatro fêmeas desse parasitoide foram colocadas por pupa de *T. molitor*.

Adultos e larvas de *T. molitor* foram mantidos separadamente em bandejas de plástico (60 cm de comprimento × 40 cm de largura × 12 cm de altura) com temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e 12 h de fotofase. Esses insetos foram alimentados *ad libitum* com farelo de trigo (12% de proteína, 2% de lipídeos, 75% de carboidratos e 11% de minerais/açúcar), cana-de-açúcar *Saccharum officinarum* L. (Poaceae) e frutos de chuchu *Sechium edule* (Jacq.) Swartz (Cucurbitaceae) (Zanuncio et al 2008). Folhas de papel foram colocadas sobre o substrato para evitar o estresse dos adultos e facilitar a oviposição.

Larvas de *D. hyalinata* foram criadas em sala com temperatura de 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas, em potes plásticos (19 cm de diâmetro e 10 cm de altura) tampados com tecido *voil* e alimentadas *ad libitum* com

folhas de chuchu *S. edule*. Adultos foram transferidos para gaiolas com folhas de abóbora (*Cucurbita pepo*) (Cucurbitaceae) para oviposição.

Pupas de *D. hyalinata* e *T. molitor*, sem amputações ou malformações aparentes, foram utilizadas nos bioensaios.

2.2. Desempenho de *Palmistichus elaeisis*

Quatro fêmeas de *P. elaeisis* com 72 horas de idade, criadas em *T. molitor*, foram expostas por 24 horas a uma pupa de *T. molitor* ou de *D. hyalinata* em tubo de vidro (14,0 x 2,2 cm) com uma gota de mel como alimento e tampado com algodão, em temperatura de 25 ± 2 °C e fotofase de 12 horas, por repetição. Quinze repetições foram realizadas por hospedeiro e os tubos mantidos nessas condições até a emergência do parasitoide ou dos hospedeiros.

As porcentagens de parasitismo e emergência, o número de parasitoides emergidos, período de desenvolvimento (ovo-adulto), razão sexual (número de fêmeas/machos + fêmeas) e longevidade da prole foram determinados. A longevidade de adultos não alimentados foi avaliada diariamente.

2.3. Morfometria

Vinte fêmeas adultas de *P. elaeisis*, originadas de cada hospedeiro, foram selecionadas ao acaso para as análises morfométricas. Os comprimentos do corpo e da tibia posterior e as larguras do abdômen e da capsula cefálica dos adultos desse parasitoide foram medidos em lupa com ocular micrométrica (10x).

2.4. Análises estatísticas

As médias de parasitismo, emergência, período de desenvolvimento, longevidade da prole, número de parasitoides emergidos e razão sexual foram comparadas pelo teste t de Student, a 5% de significância. O teste de Kolmogorov-Smirnov conferiu a normalidade das médias e o número de parasitoides emergidos foi transformado (1/total de indivíduos) para atender as pressuposições de normalidade. Os dados de morfometria foram submetidos à análise discriminante pelo método *Stepwise*.

3. RESULTADOS

Todas as pupas de *D. hyalinata* e *T. molitor* foram parasitadas por *P. elaeisis* e a emergência do parasitoide ocorreu em 60% das mesmas (Figura 1 A).

O período de desenvolvimento do parasitoide (ovo-adulto) foi maior em *T. molitor* ($24,0 \pm 0,4$ dias) que em *D. hyalinata* ($20,0 \pm 0,6$ dias) ($t= 5,506$, $p < 0,05$) (Figura 1 B).

O número de adultos de *P. elaeisis* emergidos de *T. molitor* ($71,0 \pm 8,0$) foi semelhante ao de *D. hyalinata* ($64,0 \pm 12,0$) ($t= -0,688$, $p= 0,509$) (Figura 1 C).

A razão sexual foi, também, semelhante entre hospedeiros, $0,87 \pm 0,30$ em *T. molitor* e $0,87 \pm 0,60$ em *D. hyalinata* ($t= -0,025$, $p= 0,981$) (Figura 1 D).

A longevidade dos adultos de *P. elaeisis* foi semelhante entre hospedeiros, $5,02 \pm 0,06$ dias e $5,16 \pm 0,03$ dias, para indivíduos emergidos de *T. molitor* e *D. hyalinata*, respectivamente ($t= 1,974$, $p= 0,054$) (Figura 1 B).

A análise discriminante das medidas do corpo mostrou diferenças morfométricas entre adultos emergidos dos hospedeiros. Os comprimentos do corpo e da tibia e as

larguras do abdômen e da capsula cefálica de *P. elaeisis* foram maiores para aqueles emergidos de *T. molitor* que de *D. hyalinata* ($p < 0,001$) (Tabela 1). A largura do abdômen e o comprimento do corpo foram as variáveis de *P. elaeisis* melhores classificadas pelo teste discriminante *stepwise* (Tabela 1, Figura 2). O comprimento do corpo, largura do abdômen, largura da capsula cefálica e comprimento da tíbia de *P. elaeisis* foi de 2,29 mm e 1,77 mm, 0,73 mm e 0,47 mm, 0,61 mm e 0,51 mm e 0,65 mm e 0,57 mm nos hospedeiros *T. molitor* e *D. hyalinata*, respectivamente.

4. DISCUSSÃO

O sucesso de parasitoides no controle biológico depende da interação parasitoide-hospedeiro. O desempenho reprodutivo de *P. elaeisis* foi favorável em *T. molitor*, considerado hospedeiro adequado para esse parasitoide, com alto parasitismo, emergência, e qualidade da prole (Zanuncio et al. 2008). *Diaphania hyalinata* também oferece condições favoráveis para a criação do parasitoide, com elevado parasitismo e desenvolvimento completo dos indivíduos.

O parasitismo total de *P. elaeisis* em pupas de *T. molitor* e *D. hyalinata* concorda com resultados para esse parasitoide em outros hospedeiros (Pereira et al. 2010, Zanuncio et al. 2015), ratificando seu hábito generalista. O parasitismo de *P. elaeisis* já foi relatado em hospedeiros de 10 famílias de Lepidoptera: Bombycidae, Geometridae e Noctuidae (Pereira et al. 2010), Crambidae (Chichera et al. 2012), Hesperiiidae (Candelaria & Wilcken 2014), Lymantriidae (Tavares et al. 2012), Notodontidae (Zanuncio et al. 2015), Nymphalidae (Rodriguez-Dimaté et al. 2016, Tavares et al. 2013a), Papilionidae (Tavares et al. 2013b) e Pyralidae (Zache et al. 2013), além de Tenebrionidae (Coleoptera) (Zanuncio et al. 2008). A emergência de 60%, em ambos hospedeiros, foi menor que a observada para *P. elaeisis* em *Methona*

themisto (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Nymphalidae) (Tavares et al. 2013a), provavelmente pelo fato deste último hospedeiro ser maior e oferecer recursos suficientes, diminuindo a competição entre as larvas do parasitoide.

A diferença no período de desenvolvimento entre indivíduos de *P. elaeisis* criados com *D. hyalinata* e *T. molitor* concorda com resultados para o parasitoide *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) (Saadat et al. 2014) e pode ser reflexo da diferença nutricional entre os hospedeiros (Fei et al. 2016, Gao et al. 2016). Hospedeiros mal nutridos podem originar parasitoides em menor tempo, principalmente quando criados em grandes densidades e com recurso limitado (Harvey et al. 1995), onde a competição por alimento entre larvas diminui seu potencial de absorção de nutrientes e crescimento. De fato, a criação de *D. hyalinata* se deu em ambiente competitivo, atingindo 30 larvas por pote. A diminuição dessa densidade poderia favorecer a nutrição individual das larvas e, por consequência, aumentar a qualidade dos parasitoides emergidos. Além disso, os indivíduos de *P. elaeisis* utilizados nesse experimento foram criados, há várias gerações, em pupas de *T. molitor*, e a mudança de hospedeiro pode, inicialmente, reduzir o desempenho do parasitoide, mesmo em novos hospedeiros com maior qualidade, mas os custos associados à mudança diminuem ao longo das gerações (Jones et al. 2015).

O número de adultos de *P. elaeisis* emergidos em *T. molitor* e *D. hyalinata* foi menor que os originados em *Anticarsia gemmatalis* e *Thyrinteina arnobia* (Pereira et al. 2010), provavelmente pela diferença de tamanho entre as espécies, que influencia a quantidade de ovos depositados. Fêmeas de *B. hebetor* depositaram mais ovos no hospedeiro maior *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae), que no menor *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera: Pyralidae) (Ghimire & Phillips 2014).

A semelhante razão sexual de *P. elaeisis* em pupas de *T. molitor* e *D. hyalinata*, bem como em *A. gemmatalis* e *B. mori* (Pereira et al. 2010), sugere que esse parasitoide é capaz de regular a proporção de fêmeas na prole em resposta ao ambiente (Nieuwenhove & Ovruski 2011, Martel et al. 2016). Proles de parasitoides com maior proporção de fêmeas, como os obtidos em *T. molitor* e *D. hyalinata*, são ideais para a multiplicação de inimigos naturais (Costa et al. 2014).

A semelhante longevidade de adultos de *P. elaeisis* emergidos de *T. molitor*, maiores que aqueles emergidos de *D. hyalinata*, não foi influenciada pelo seu tamanho corporal, diferente do ocorrido para o parasitoide *Venturia canescens* (Gravenhorst, 1829) (Hymenoptera: Ichneumonidae) (Eliopoulos et al. 2005).

O maior tamanho corporal apresentado pelos parasitoides adultos emergidos de *T. molitor* em relação aos de *D. hyalinata* sugere que o primeiro hospedeiro seja melhor fonte nutricional para *P. elaeisis*. O tamanho do corpo de parasitoides é diretamente relacionado à qualidade e quantidade dos recursos do hospedeiro (Abram et al. 2016), especialmente em idiobiontes gregários como *P. elaeisis*, cujas larvas competem pelo limitado recurso do hospedeiro. O recurso disponível em pupas se limita à quantidade acumulada em seu período larval (Vinson 1988). Assim, larvas submetidas a dietas mais ricas, resultam em pupas mais nutritivas aos parasitoides. A dieta oferecida às larvas de *T. molitor* é rica em carboidratos e proteína, enquanto larvas de *D. hyalinata* tem uma dieta limitada nesses compostos.

O sucesso reprodutivo de *P. elaeisis* com elevado parasitismo, completo desenvolvimento dos indivíduos e maior proporção de fêmeas na prole confirmam o potencial de uso de *T. molitor* e *D. hyalinata* na criação massal desse inimigo natural.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abram PK., Parent JP., Brodeur J., Boivin G. 2016. Size-induced phenotypic reaction norms in a parasitoid wasp: an examination of life-history and behavioural traits. *Biological Journal of the Linnean Society*, 117 (3): 620-632.

Ameri M., Rasekh A., Michaud JP., Allahyari H. 2013. Morphometric indicators for quality assessment in the aphid parasitoid, *Lysiphlebus fabarum* (Braconidae: Aphidiinae). *European Journal of Entomology*, 110 (3): 519-525.

Bittencourt MAL., Berti-Filho E. 2004. Desenvolvimento dos estágios imaturos de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de Lepidoptera. *Revista Brasileira de Entomologia*, 48 (1): 65-68.

Bottrell DG., Barbosa P., Gould F. 1998. Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy? *Annual Review of Entomology*, 43 (1): 347-367.

Candelaria MC., Wilcken CF. 2014. *Palmistichus elaeisis* (Delvare & LaSalle, 1993) (Hymenoptera: Eulophidae), possible agent for the biological control of *Urbanus proteus* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Hesperiiidae). *SHILAP-Revista de Lepidopterologia*, 42 (167): 379-383.

Chichera RA., Pereira FF., Kassab SO., Barbosa RH., Pastori PL., Rossoni C. 2012. Ability to quest and reproduction of *Trichospilus diatraeae* and *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) in pupae of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Interciencia*, 37 (11): 852-856.

Cortesero AM., Stapel JO., Lewis WJ. 2000. Understanding and manipulating plant attributes to enhance biological control. *Biological Control*, 17 (1): 35-49.

Costa DP., Pereira FF., Kassab SO., Rossoni C., Pastori PL., Zanuncio JC. 2014. *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) in different densities and periods of parasitism on *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) caterpillars. *Annals of the Entomological Society of America*, 107 (5): 961-966.

Delvare G., LaSalle J. 1993. A new genus of Tetrastichinae (Hymenoptera, Eulophidae) from the neotropical region, with the description of a new species parasitic on key pests of oil palm. *Journal of Natural History*, 27 (2): 435-444.

Dias-Pini NS., DaSilva CSB., Penafior MFGV., Parra JRP. 2014. Does host determine short-range flight capacity of trichogrammatids? *Journal of Applied Entomology*, 138 (9): 677-682.

Duan JJ., Oppel C. 2012. Critical rearing parameters of *Tetrastichus planipennis* (Hymenoptera: Eulophidae) as affected by host plant substrate and host-parasitoid group structure. *Journal of Economic Entomology*, 105 (3): 792-801.

Eliopoulos PA., Stathas GJ., Bouras SL. 2005. Effects and interactions of temperature, host deprivation and adult feeding on the longevity of the parasitoid *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *European Journal of Entomology*, 102 (2): 181-187.

- Eubanks M., Denno RF. 1999. The ecological consequences of variation in plants and prey for an omnivorous insect. *Ecology*, 80 (4): 1253-1266.
- Favero K., Pereira FF., Torres JB., Oliveira HN., Kassab SO., Zanuncio JC. 2015. Reproduction of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) in *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) pupae at different temperatures. *Florida Entomologist*, 98 (3): 865-869.
- Fei MH., Gols R., Zhu F., Harvey JA. 2016. Plant quantity affects development and survival of a gregarious insect herbivore and its endoparasitoid wasp. *PLoS ONE*, 11 (3): e0149539.
- Ferreira Filho PJ., Wilcken CF., Lima ACV., Sa LAN., Carmo JB., Guerreiro JC., Zanuncio JC. 2015. Biological control of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) in eucalyptus plantations. *Phytoparasitica*, 43 (2): 151-157.
- Fischbein D., Corley JC., 2015. Classical biological control of an invasive forest pest: a world perspective of the management of *Sirex noctilio* using the parasitoid *Ibalia leucospoides* (Hymenoptera: Ibalidae). *Bulletin of Entomological Research*, 105 (1): 1-12.
- Gao SK., Wei K., Tang YL., Wang XY., Yang ZQ. 2016. Effect of parasitoid density on the timing of parasitism and development duration of progeny in *Sclerodermus pupariae* (Hymenoptera: Bethyridae). *Biological Control*, 97: 57-62.
- Ghimire MN., Phillips TW. 2014. Oviposition and reproductive performance of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) on six different pyralid host species. *Annals of the Entomological Society of America*, 107 (4): 809-817.
- Jones TS., Bilton, AR., Mak L., Sait, SM. 2015. Host switching in a generalist parasitoid: contrasting transient and transgenerational costs associated with novel and original host species. *Ecology and Evolution*, 5 (2): 459-465.
- Kasamatsu E., Abe J. 2015. Influence of body size on fecundity and sperm management in the parasitoid wasp *Anisopteromalus calandrae*. *Physiological Entomology*, 40 (3): 223-231.
- Lalonde RG., McGregor RR., Gillespie DR. 1999. Plant-feeding by arthropod predators contributes to the stability of predator-prey population dynamics. *Oikos*, 87 (3): 603-608.
- Martel V., Shuker DM., Boulton RA., Damiens D., Boivin G. 2016. Sex allocation and the evolution of insemination capacity under local mate competition. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 159 (2): 230-242.
- Mawela KV, Kfir R, Krüger K. 2013. Effect of temperature and host species on parasitism, development time and sex ratio of the egg parasitoid *Trichogrammatoidea lutea* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biological Control*, 64: 211-216.
- Nieuwenhove GAV., Ovruski SM. 2011. Influence of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) larval instars on the production of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) progeny and their sex ratio. *Florida Entomologist*, 94 (4):

863-868.

Pearson DE, Callaway RM. 2003. Indirect effects of host-specific biological control agents. *Trends in Ecology and Evolution*, 18 (9): 456-461.

Pereira FF., Zanuncio JC., Kassab SO., Pastori PL., Barbosa RH., Rossoni C. 2013. Biological characteristics of *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) on refrigerated pupae of *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 73 (2): 117-121.

Pereira FF., Zanuncio JC., Pastori PL., Chichera RA., Andrade GS., Serrão JE. 2010. Reproductive biology of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) with alternative and natural hosts. *Zoologia*, 27 (6): 887-891.

Pratissoli D., Polanczyk RA., Holtz AM., Cocheto JG., Tamanhoni T., Milanez AM. 2007. Development of melonworm on different feeding substrates. *Horticultura Brasileira*, 25 (4): 598-601.

Rodríguez-Dimaté FA., Poderoso JCM., Ribeiro RC., Brügger BP., Wilcken CF., Serrão JE., Zanuncio JC. 2016. *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing pupae of the passion fruit pest *Agraulis vanillae vanillae* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Florida Entomologist*, 99 (1): 130-132.

Saadat D., Bandani AR., Dastranj M. 2014. Comparison of the developmental time of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) reared on five different lepidopteran host species and its relationship with digestive enzymes. *European Journal of Entomology*, 111 (4): 495-500.

Silva-Torres CSA., Matthews RW. 2003. Development of *Melittobia australica* Girault and *M. digitata* Dahms (Parker) (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Neobellieria bullata* (Parker) (Diptera: Sarcophagidae) puparia. *Neotropical Entomology*, 32 (4): 645-651.

Smith JW., Wiedenmann RN., Gilstrap FE. 1997. Challenges and opportunities for biological control in ephemeral crop habitats: an overview. *Biological Control*, 10 (1): 2-3.

Soares MA., Leite GLD., Zanuncio JC., Ferreira CS., Rocha SL., de Sa VGM. 2014. Assessment of *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for biological control in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Acta Scientiarum-Agronomy*, 36 (4): 403-408.

Tavares WS., Zanuncio TV, Hansson C., Serrão JE., Zanuncio JC. 2012. Emergence of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) from pupae of *Thagona tibialis* (Lepidoptera: Lymantriidae) collected in the medicinal plant *Terminalia catappa* (Combretaceae). *Entomological News*, 122 (3): 250-256.

Tavares WS., Hansson C., Mielke OHH., Serrão JE., Zanuncio JC. 2013a. Parasitism of *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle, 1993 on pupae of *Methona themisto* (Hübner, [1818]) reared on two hosts (Lepidoptera: Nymphalidae; Hymenoptera: Eulophidae). *SHILAP-Revista de Lepidopterologia*, 41 (161): 43-48.

- Tavares WS., Soares MA., Mielke OHH., Poderoso JCM., Serrão JE., Zanuncio JC. 2013b. Emergence of *Palmistichus elaeisis* Delvare & Lasalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) from pupae of *Heraclides anchisiades capys* (Hübner, 1809) (Lepidoptera: Papilionidae) in the laboratory. *Folia Biologica*, 61 (3-4): 233-237.
- Thompson SN. 1999. Nutrition and culture of entomophagous insects. *Annual Review of Entomology*, 44 (1): 561-592.
- Tschumi M., Albrecht M., Entling MH., Jacot, K. 2015. High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 282 (1814): 189-196.
- Ueno T. 2015. Effects of host size and laboratory rearing on offspring development and sex ratio in the solitary parasitoid *Agrothereutes lanceolatus* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *European Journal of Entomology*, 112 (2): 281-287.
- Vinson SB., Iwantsch GF. 1980. Host suitability for insect parasitoids. *Annual Review of Entomology*, 25: 397-419.
- Vinson SB. 1988. Physiological studies of parasitoids reveal new approaches to the biological control of insect pests. *ISI Atlas of Science-Animal & Plant Sciences*, 1 (1): 25-32.
- Yang S., Duan JJ., Lelito J., Driesche RV. 2013. Multiparasitism by *Tetrastichus planipennisi* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Spathius agrili* (Hymenoptera: Braconidae): Implication for biological control of the emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae). *Biological Control*, 65 (1): 118-123.
- Yang S., Duan JJ., Watt T., Abell KJ., Driesche RV. 2012. Responses of an idiobiont ectoparasitoid, *Spathius galinae* (Hymenoptera: Braconidae), to host larvae parasitized by the koinobiont endoparasitoid *Tetrastichus planipennisi* (Hymenoptera: Eulophidae): Implications for biological control of emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae). *Environmental Entomology*, 41 (4): 925-932.
- Zache B., Costa RR., Zanuncio JC., Wilcken CF. 2013. *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing pupae of *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Florida Entomologist*, 96 (3): 1207-1208.
- Zanuncio JC., Pereira FF., Jacques GC., Tavares MT., Serrão JE. 2008. *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae), a new alternative host to rear the pupae parasitoid *Palmistichus elaeisis* Delvare & Lasalle (Hymenoptera: Eulophidae). *The Coleopterists Bulletin*, 62 (1): 64-66.
- Zanuncio JC., Vinha GL., Ribeiro RC., Fernandes BV., Kassab SO., Wilcken CF., Zanuncio TV. 2015. *Psorocampa denticulata* (Lepidoptera: Notodontidae) pupae as an alternative host for *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Florida Entomologist*, 98 (3): 1003-1005.
- Zhang Q., Zhang J., Feng Y., Zhang H., Wang B. 2016. An endoparasitoid Cretaceous fly and the evolution of parasitoidism. *The Science of Nature*, 103 (1-2): 2.

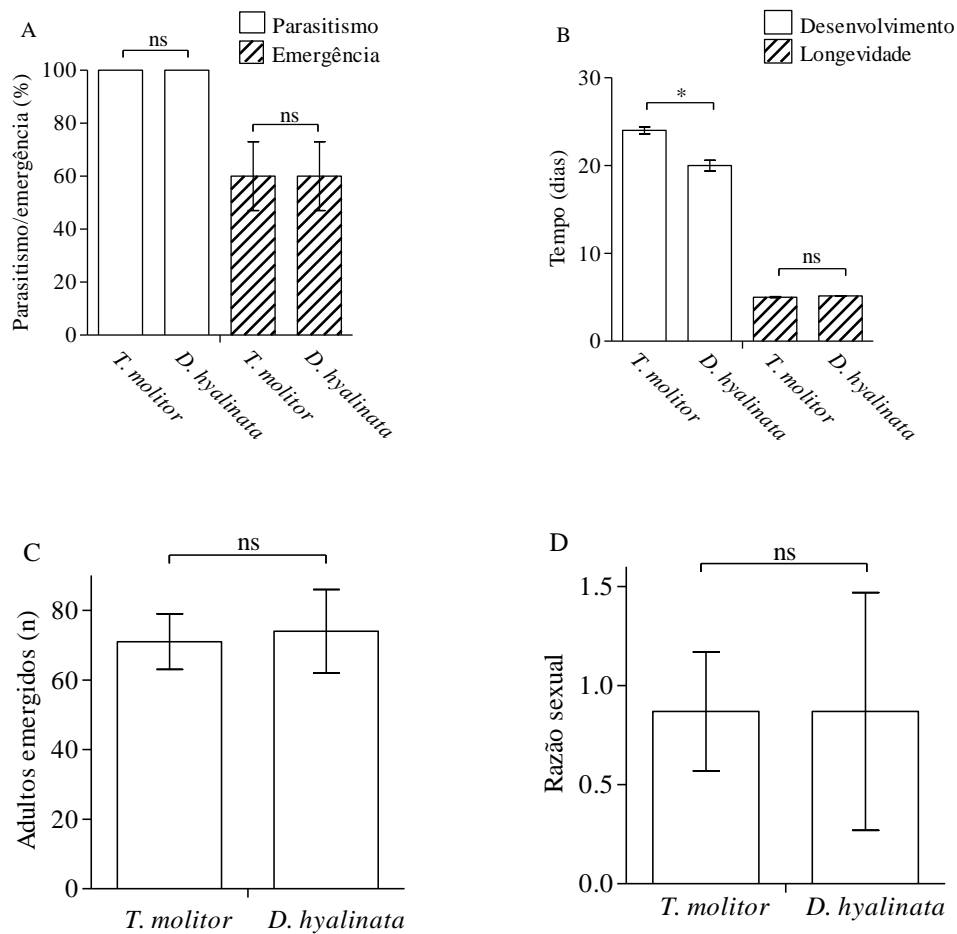


Figura 1: Parasitismo, emergência e aspectos reprodutivos de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) nos hospedeiros alternativos *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae). A) Porcentagens de parasitismo e emergência. B) Períodos de desenvolvimento e longevidade de adultos. C) Número de adultos emergidos. D) Razão sexual (número de fêmeas/total de adultos). Média \pm erro padrão da média. * = Diferença entre médias, ns = diferença não significativa (Teste t, $\alpha=5\%$)

Tabela 1. Análise discriminante *stepwise* das estruturas morfológicas de adultos de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) emergidos em *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae)

Variáveis	R-quadrado	F calculado	Pr > F	Tolerância
Largura do abdômen	0,8697	253,55	<0,0001	1,0000
Comprimento do corpo	0,8089	160,87	<0,0001	1,0000
Largura da capsula cefálica	0,6582	73,16	<0,0001	1,0000
Comprimento da tíbia	0,4017	25,51	<0,0001	1,0000

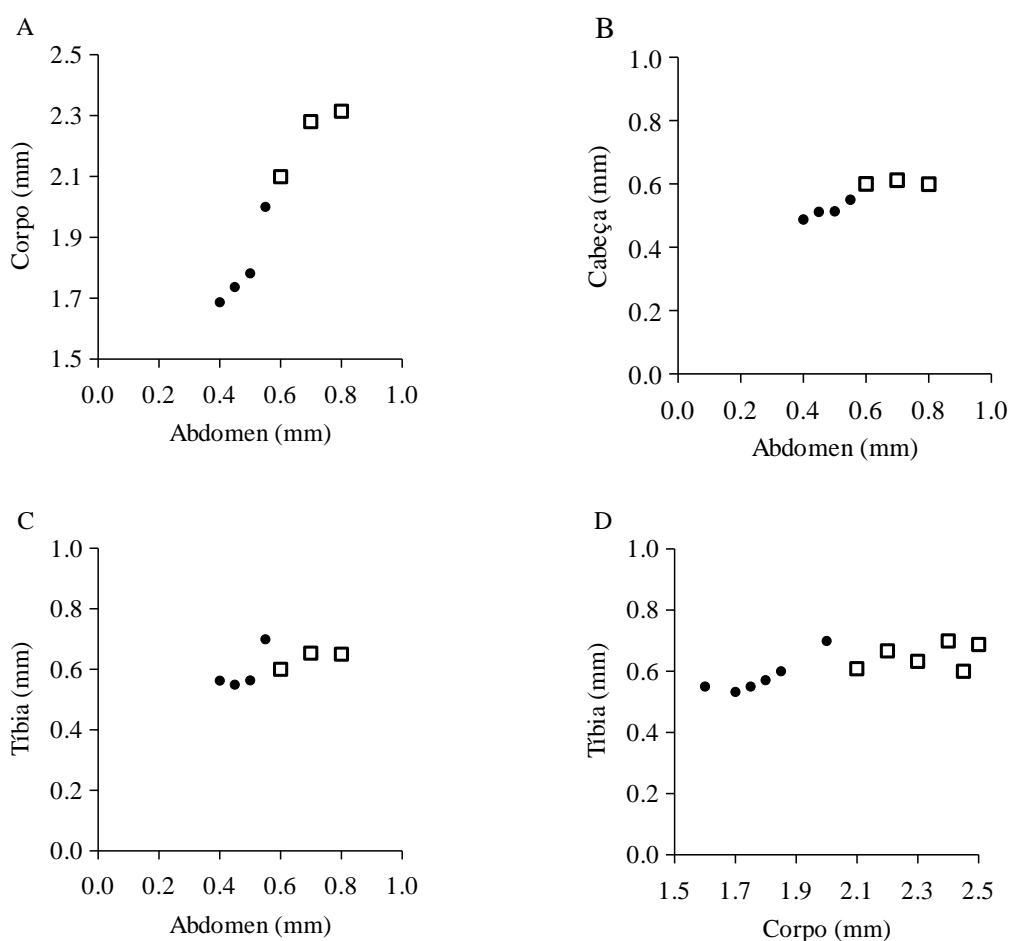


Figura 2: Variáveis discriminantes de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) criado em *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) (□) e *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae) (•). A) comprimento do corpo *versus* largura do abdômen. B) largura da cabeça *versus* largura do abdômen. C) comprimento da tíbia *versus* largura do abdômen. D) comprimento da tíbia *versus* comprimento do corpo.

CAPÍTULO 2

Morfologia e ultraestrutura dos ovários e ovogênese em *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) criado com hospedeiros alternativos

RESUMO

Palmistichus elaeisis Delvare & LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) parasita espécies da ordem Lepidoptera e é multiplicada em laboratório com hospedeiros alternativos. O conhecimento das relações entre parasitoides e hospedeiros, incluindo sua biologia reprodutiva, é importante em programas de controle biológico. O objetivo deste trabalho foi comparar a morfologia e a ultraestrutura do aparelho reprodutor feminino e a ovogênese de *P. elaeisis* criado nos hospedeiros *Diaphania hyalinata* (Linnaeus, 1767) (Lepidoptera: Crambidae) e *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae). O aparelho reprodutor de fêmeas de *P. elaeisis* após seis, 12 e 24 horas da emergência em *D. hyalinata* e *T. molitor* foi dissecado e preparado para análise em microscopia de luz. O aparelho reprodutor deste parasitoide, completamente formado e funcional logo nas primeiras horas da vida adulta apresentou um par de ovários, um par de glândulas acessórias, ovidutos laterais e comum e espermateca. Os ovaríolos foram do tipo meroístico politrófico. O desenvolvimento dos ovos foi mais rápido em adultos criados com *T. molitor* que com *D. hyalinata*. A diferença no desenvolvimento dos ovócitos deve-se, provavelmente, à qualidade dos hospedeiros como fonte nutricional para o parasitoide. O conhecimento da biologia reprodutiva do parasitoide é importante para a criação massal e para a determinação do tempo de liberação do mesmo em campo.

1. INTRODUÇÃO

Palmistichus elaeisis Delvare & LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) é um endoparasitoide generalista de pupas de lepidópteros desfolhadores de culturas agrícolas e florestais e nativo da região Neotropical (Delvare & LaSalle 1993, Pereira et al. 2010). O uso de inimigos naturais em programas de controle biológico depende do conhecimento das relações entre o parasitoide e seu hospedeiro (Zumoffen et al. 2016), e da interação desses organismos com o ambiente (Bonsignore et al. 2015).

Parasitoides são criados com hospedeiros alternativos em laboratório. O hospedeiro afeta a qualidade do parasitoide (Ueno 2015) que, além de promover o completo desenvolvimento das formas jovens e a emergência dos adultos (Vinson & Iwantsch 1980), deve oferecer condições para o sucesso reprodutivo do inimigo natural. A compreensão da relação entre parasitoides e seus hospedeiros envolve estudos comportamentais e biológicos (Chen et al. 2016, Saadat et al. 2016) e o conhecimento do processo reprodutivo de inimigos naturais é importante para o controle biológico (Togashi & Itabashi 2005, Andrade et al. 2012, Hegazi et al. 2013).

O sistema reprodutivo feminino de insetos é composto, basicamente, por um par de ovários, ovidutos laterais e comum, espermateca e glândulas acessórias (Nacro et al. 2008, Andrade et al. 2012, Liu et al. 2014), embora variações ocorram em alguns grupos (Paoli et al. 2014). O ovário é constituído por ovaríolos, estruturas responsáveis pela formação e desenvolvimento dos ovócitos, e que variam em número, nos diferentes grupos de espécies (Togashi & Itabashi 2005). Ovaríolos são meroísticos, com células nutridoras associadas aos ovos em desenvolvimento, ou panoísticos, com o desenvolvimento dos ovos não dependendo dessas células (Irles & Piulaks 2014). A maioria das ordens de insetos, incluindo Hymenoptera, possui ovaríolos meroísticos que podem ser telotróficos, com células nutridoras se concentrando no ápice do ovaríolo e se

comunicando com os ovócitos por cordões; ou politróficos, quando cada ovócito se associa diretamente com essas células nos folículos (Büning 2005).

A formação dos ovos em parasitoides inicia-se em suas formas imaturas, antes da emergência dos adultos, e esses organismos apresentam duas estratégias de maturação dos ovos. Parasitoides pro-ovigênicos tem ovos, completamente, desenvolvidos na emergência dos adultos e os sinovigênicos apresentam ovos em processo de maturação durante a fase adulta (Jervis et al. 2008, Pourian et al. 2015). Fatores externos, como o acesso à alimentação ou ao hospedeiro para oviposição, podem afetar a taxa de maturação de ovos (Hegazi et al. 2013, Zhang et al. 2014). No entanto, a influência do hospedeiro na ovogênese de parasitoides precisa ser melhor estudada.

O objetivo deste trabalho foi comparar a morfologia e a ultraestrutura do aparelho reprodutivo feminino e a ovogênese de *P. elaeisis* criado nos hospedeiros *Diaphania hyalinata* (Linnaeus, 1767) (Lepidoptera: Crambidae) e *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Criação dos insetos

Indivíduos de *P. elaeisis*, *D. hyalinata* e *T. molitor* foram obtidos do Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LCBI) do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Adultos de *P. elaeisis* foram alimentados com mel em tubos de vidro (14,0 x 2,2 cm), em sala com temperatura de 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas. Após 72 horas da emergência quatro fêmeas desse parasitoide foram colocados

por pupa de *T. molitor*.

Adultos e larvas de *T. molitor* foram mantidos separadamente em bandejas de plástico (60 cm de comprimento × 40 cm de largura × 12 cm de altura) com temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e 12 h de fotofase. Esses insetos foram alimentados *ad libitum* com farelo de trigo (12% de proteína, 2% de lipídeos, 75% de carboidratos e 11% de minerais/açúcar), cana-de-açúcar *Saccharum officinarum* L. (Poaceae) e frutos de chuchu *Sechium edule* (Jacq.) Swartz (Cucurbitaceae) (Zanuncio et al 2008). Folhas de papel foram colocadas sobre o substrato para evitar o estresse dos adultos e facilitar a oviposição.

Larvas de *D. hyalinata* foram criadas em sala com temperatura de 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas, em potes plásticos (19 cm de diâmetro e 10 cm de altura) tampados com tecido *voil* e alimentadas *ad libitum* com folhas de chuchu *S. edule*. Adultos foram transferidos para gaiolas com folhas de abóbora (*Cucurbita pepo*) (Cucurbitaceae) para oviposição. Pupas de *D. hyalinata* e *T. molitor*, sem amputações ou malformações aparentes, foram utilizadas nos bioensaios.

2.2. Geração de *Palmistichus elaeisis* nos diferentes hospedeiros

Quatro fêmeas de *P. elaeisis* com 72 horas de idade, criadas em *T. molitor*, foram expostas por 24 horas a uma pupa de *T. molitor* ou de *D. hyalinata* em tubo de vidro (14 x 2,2 cm) com uma gota de mel como alimento e tampado com algodão, em sala com temperatura de 25 ± 2 °C e fotofase de 14 horas, por repetição. Quinze repetições foram realizadas por hospedeiro. Os tubos foram mantidos nessas condições até a emergência do parasitoide ou do hospedeiro.

2.3. Microscopia de Luz

Ovários de 30 fêmeas de *P. elaeisis*, emergidas de *D. hyalinata* e 30 de *T. molitor*, foram dissecados em solução salina para insetos (0,1 M NaCl + 0,1 M KH₂PO₄ + 0,1 M Na₂HPO₄) e transferidas para solução fixadora de Zamboni (Stefanini et al. 1967) por 12 h à 5 °C, após seis, 12 e 24 horas da emergência dos adultos. A seguir, as amostras foram desidratadas em série crescente de etanol (70, 80, 90, e 95%) e embebidas em historesina JB4 (Electron Microscopy Sciences, Fort Washington, PA, USA) por 24 horas. Os cortes (3 µm de espessura) foram realizados em micrótomo, as seções coradas com hematoxilina e eosina e analisadas em microscópio de luz Olympus BX-60 (Olympus Corporation, Tokyo, Japan).

3. RESULTADOS

O aparelho reprodutor feminino de *P. elaeisis*, criado em *D. hyalinata* e em *T. molitor*, é composto por um par de ovários com quatro ovariolos cada um, um par de ovidutos laterais que convergem para o oviduto comum, um par de glândulas acessórias e uma espermateca. Os ovários são do tipo meroístico politrófico, com células nutridoras que se comunicam com os ovócitos por pontes intercelulares (Figura 1F).

Fêmeas de *P. elaeisis*, recém-emergidas de *D. hyalinata* e *T. molitor*, seis horas após a emergência, apresentaram folículos com células nutridoras bem desenvolvidas e ovócitos com deposição de vitelo (Figura 1A, B). Ovócitos de fêmeas originadas de *T. molitor* foram maiores que as células nutridoras em todos os intervalos de tempo avaliados. Por outro lado, a diferença de tamanho entre ovócitos e células nutridoras em fêmeas originadas de *D. hyalinata* foi menor. Os ovócitos aumentam de tamanho e se tornam mais alongados com o processo de maturação (12 horas) (Figura 1 C, D). O desenvolvimento dos ovos foi mais rápido em fêmeas originadas de *T. molitor* que, após

24 horas da emergência, apresentaram ovos completamente desenvolvidos, com córion formado (Figura 1E). Por outro lado, fêmeas adultas originadas de *D. hyalinata* tinham seus ovócitos em processo de coriogênese e células nutridoras ainda em desenvolvimento (Figura 1F).

4. DISCUSSÃO

O conhecimento do processo reprodutivo de inimigos naturais é fundamental para programas de controle biológico. A estratégia de maturação dos ovos e o desenvolvimento ovariano são importantes para o planejamento da liberação dos parasitoides em campo (Liu et al. 2014, Hegazi et al. 2007).

O aparelho reprodutivo de *P. elaeisis*, composto por um par de ovários meroísticos politróficos é típico de Eulophidae (Liu et al. 2014). A anatomia do aparato reprodutivo com quatro ovaríolos por ovário reforça resultados anteriores para esse parasitoide criado em *T. molitor* (Andrade et al. 2012) e sugere que sua estrutura não dependa do hospedeiro. No entanto, o número de ovaríolos pode variar por grupo de insetos e, mesmo, entre indivíduos da mesma espécie. *Venturia canescens* (Gravenhorst, 1829) (Hymenoptera: Ichneumonidae) e *Dastarcus helophoroides* (Fairmaire, 1881) (Coleoptera: Colydiidae) apresentaram variação no número de ovaríolos proporcional ao tamanho do corpo da fêmea (Eliopoulos et al. 2003, Togashi & Itabashi 2005). No entanto, o tamanho do corpo parece não afetar o número de ovaríolos em *P. elaeisis*, pois suas fêmeas foram menores quando emergidas de *D. hyalinata* e maiores de *T. molitor* (Cap. 1 – dados não publicados), mesmo com quatro ovaríolos cada uma.

O maior tamanho dos ovócitos em relação às células nutridoras em fêmeas de *P. elaeisis* criadas com *T. molitor* indica que o desenvolvimento dos ovos foi mais rápido nesses indivíduos, em relação àqueles criados com *D. hyalinata*. Ovócitos são menores

que as células nutridoras, no início da ovogênese, e se tornam maiores no decorrer do processo com a deposição de vitelo (Caperucci et al. 2007, Yamani et al. 2014). A diferença no desenvolvimento dos ovócitos de *P. elaeisis* criado com *D. hyalinata* e *T. molitor* não foi relacionada à alimentação das fêmeas adultas do parasitoide, que receberam a mesma dieta com mel. O desenvolvimento dos ovos em insetos é um processo com síntese e alocação intensa de proteínas (Maruyama et al. 2015). Além da vitelogenina, principal fonte proteica para o ovócito, produzida no corpo gorduroso e levada pela hemolinfa aos ovócitos (Yang et al. 2014), as células do epitélio folicular sintetizam a casca do ovo, formada basicamente por proteínas (Irles & Piulaks 2011). Essas macromoléculas são obtidas pelos parasitoides durante a alimentação e fontes maiores de proteína favorecem o desenvolvimento mais rápido de ovos. Além disso, o suprimento proteico, como do hospedeiro *T. molitor*, grande fonte de proteína (Józefiak et al. 2016), pode melhorar o desempenho reprodutivo de parasitoides sinovigênicos (Soyelu & Waladde 2013). A dieta de *T. molitor*, com cana-de-açúcar, farelo de trigo e chuchu é rica em proteína (Miranda et al. 2015, Ertl et al. 2016), enquanto as folhas de chuchu oferecidas às larvas de *D. hyalinata* são limitadas nesse composto orgânico (Rao et al. 1990). Portanto, a alta disponibilidade de proteínas em *T. molitor* parece favorecer o desenvolvimento, acelerando a maturação dos ovos de *P. elaeisis*, completamente formados 24 horas após a emergência.

O aparelho reprodutivo de fêmeas de *P. elaeisis* com um par de ovários, quatro ovariolos meroísticos politróficos, glândulas acessórias, ovidutos laterais e comum e espermateca está, completamente, formado e funcional nas primeiras horas da vida adulta das fêmeas. O desenvolvimento e maturação dos ovos, mais rápido em adultos criados em *T. molitor* que em *D. hyalinata*, é importante para a criação massal e para determinação do período ideal de liberação desse parasitoide em campo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade GS., Sousa AH., Santos JC., Gama FC., Serrão JE., Zanuncio JC. 2012. Oogenesis pattern and type of ovariole of the parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84 (3): 767-774.
- Bonsignore CP., Manti F., Castiglione E. 2015. Interactions between pupae of the pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa*) and parasitoids in a *Pinus* forest. *Bulletin of Entomological Research*, 105 (5): 621-628.
- Büning J. 2005. The telotrophic ovary known from Neuropterida exists also in the myxophagan beetle *Hydroscapha natans*. *Development Genes and Evolution*, 215 (12): 597-607.
- Caperucci D., Izabel M., Mathias C. 2007. Female reproductive system of the sugarcane spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Auchenorrhyncha): Vitellogenesis dynamics and protein quantification. *Micron*, 38 (1): 65-73.
- Chen X., Wong SWK., Stansly PA. 2016. Functional response of *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) to densities of its host, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psylloidea). *Annals of the Entomological Society of America*, 109 (3): 432-437.
- Delvare G., LaSalle J. 1993. A new genus of Tetrastichinae (Hymenoptera, Eulophidae) from the neotropical region, with the description of a new species parasitic on key pests of oil palm. *Journal of Natural History*, 27 (2): 435-444.
- Eliopoulos PA., Harvey JA., Athanassiou CG., Stathas GJ. 2003. Effect of biotic and abiotic factors on reproductive parameters of the synovigenic endoparasitoid *Venturia canescens*. *Physiological Entomology*, 28 (4): 268-275.
- Ertl P., Zebeli Q., Zollitsch W., Knaus W. 2016. Feeding of wheat bran and sugar beet pulp as sole supplements in high-forage diets emphasizes the potential of dairy cattle for human food supply. *Journal of Dairy Science*, 99 (2): 1228-1236.
- Hegazi E., Khafagi W., Schlyter F. 2013. Egg maturation dynamics of the parasitoid *Microplitis rufiventris*: starvation speeds maturation in early life. *Physiological Entomology*, 38 (3): 233-240.
- Hegazi EM., El-Aziz GMA., El-Shazly AY., Khafagi WE. 2007. Influence of host age and host deprivation on longevity, egg load dynamics and oviposition rate in *Microplitis rufiventris*. *Insect Science*, 14 (6): 485-495.
- Irles P., Piulaks MD. 2011. Citrus, a key insect eggshell protein. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 41 (2): 101-108.
- Irles P., Piulaks MD. 2014. Unlike in *Drosophila* meroistic ovaries, Hippo represses notch in *Blattella germanica* panoistic ovaries, triggering the mitosis-endocycle switch in the follicular cells. *PLoS ONE*, 9 (11): e113850.
- Jervis MA., Ellers J., Harvey JA. 2008. Resource acquisition, allocation and utilization

- in parasitoid reproductive strategies. *Annual Review of Entomology*, 53 (1): 361-385.
- Józefiak D., Józefiak A., Kierończyk B., Rawski M., Świątkiewicz S., Długosz J., Engberg RM. 2016. Insects – a natural nutrient source for poultry – a review. *Annals of Animal Science*, 16 (2): 297-313.
- Liu WX., Wang W., Cheng LS., Guo JY., Wan FH. 2014. Contrasting patterns of ovarian development and oogenesis in two sympatric host-feeding parasitoids, *Diglyphus isaea* and *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae). *Applied Entomology and Zoology*, 49 (2): 305-314.
- Maruyama M., Kambara, K., Naka H., Azuma M. 2015. Insect water-specific aquaporins in developing ovarian follicles of the silk moth *Bombyx mori*: Role in hydration during egg maturation. *Biological Bulletin*, 229 (1): 58-69.
- Miranda AS., Domingues FN., Godoy BS., Oaigen RP., Rego AC., Faturi C., Correa RP., Silva F. 2015. *Brazilian Journal of Animal Science*, 44 (11): 384-389.
- Nacro S., Nénon JP. 2008. Female reproductive biology of *Platygaster diplosisae* (Hymenoptera: Platygastridae) and *Aprostocetus procerae* (Hymenoptera: Eulophidae), two parasitoids associated with the African Rice Gall Midge, *Orseolia oryzivora* (Diptera: Cecidomyiidae). *Entomological Science*, 11 (2): 231-237.
- Paoli F., Gottardo M., Marchini D., Dallai R., Roversi PF. 2014. Ultrastructure of the female reproductive apparatus of the egg parasitoid *Gryon pennsylvanicum* (Ashmead) (Hymenoptera, Platygastridae). *Micron*, 61 (1): 28-39.
- Pereira FF., Zanuncio JC., Pastori PL., Chichera RA., Andrade GS., Serrão JE. 2010. Reproductive biology of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) with alternative and natural hosts. *Zoologia*, 27 (6): 887–891.
- Pourian HR., Talaei-Hassanloui R., Ashouri A., Lotfalizadeh HA., Nozari J. 2015. Ontogeny and reproductive biology of *Diadegma semiclausum* (Hym.: Ichneumonidae), a larval endoparasitoid of Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (Lep.: Plutellidae). *Arthropod Structure & Development*, 44 (1): 69-76.
- Saadat D., Seraj AA., Goldansaz SH., Williams, L. 2016. Factors affecting reproductive success and life history parameters of *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) from three host-associated populations. *Biological Control*, 96 (1): 86-92.
- Soyelu OJ., Waladde SM. 2013. Effect of beebread on the reproductive performance of *Cotesia vestalis*. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 41 (2): 78-85.
- Stefanini M., Martino C., Zamboni L. 1967. Fixation of ejaculated spermatozoa for electron microscopy. *Nature* 216: 173-174.
- Rao KS., Dominic R., Singh K., Kaluwin C., Rivett DE., Jones GP. 1990. Lipid, fatty-acid, amino-acid, and mineral compositions of 5 edible plant-leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38 (12): 2137-2139.
- Togashi K., Itabashi M. 2005. Maternal size dependency of ovariole number in *Dastarcus helophoroides* (Coleoptera: Colydiidae). *Journal of Forest Research*, 10 (5):

373-376.

Ueno T. 2015. Effects of host size and laboratory rearing on offspring development and sex ratio in the solitary parasitoid *Agrothereutes lanceolatus* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *European Journal of Entomology*, 112 (2): 281-287.

Vinson SB., Iwantsch GF. 1980. Host suitability for insect parasitoids. *Annual Review of Entomology*, 25: 397-419.

Yamany A., Adham FK., Mehlhorn H. 2014. Structural changes of the follicular cells during developmental stages of the malaria vector mosquitoes *Anopheles pharoensis* (Diptera: Culicidae) in Egypt. *Parasitology Research*, 113 (11): 4233-4241.

Yang CW., Lin Y., Shen GW., Chen EX., Wang YX., Luo J., Zhang HY., Xing RM., Xia QY. 2014. Female qualities in males: Vitellogenin synthesis induced by ovary transplants into the male silkworm, *Bombyx mori*. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 453 (1): 31-36.

Zhang YB., Zhang HL., Yang NW., Wang JJ., Wan FH. 2014. Income resources and reproductive opportunities change life history traits and the egg/time limitation trade-off in a synovigenic parasitoid. *Ecological Entomology*, 39 (6): 723-731.

Zumoffen L., Tavella J., Signorini M., Salvo A. 2016. Laboratory and field studies to evaluate the potential of an open rearing system of *Lysiphlebus testaceipes* for the control of *Aphis craccivora* in Argentina. *Biocontrol*, 61 (1): 23-33.

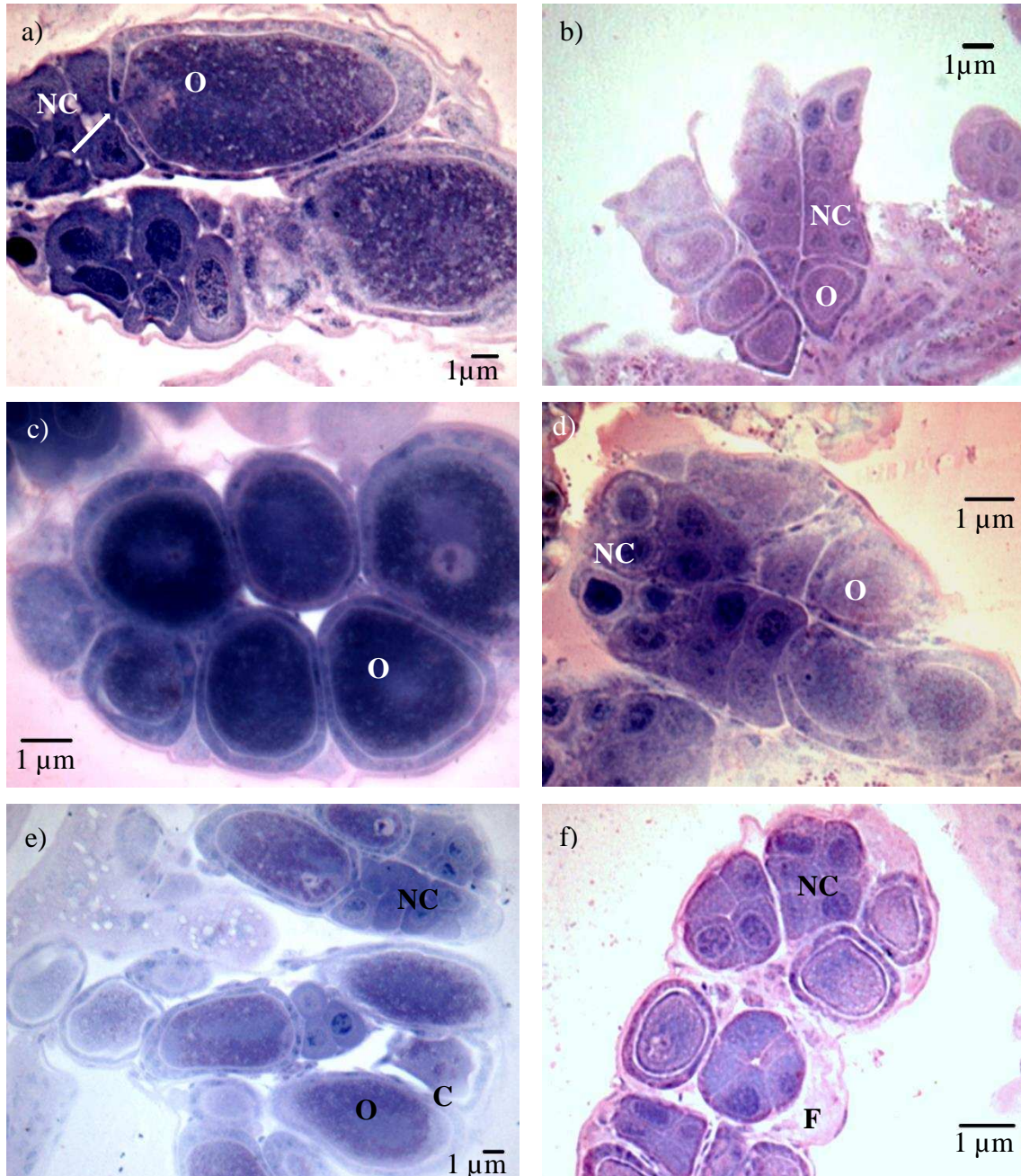


Figura 1: Ovocênese de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) criado com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) (a,c,e) e *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Crambidae) (b,d,f) após 6 (a,b), 12 (c,d) e 24 (e,f) horas da emergência dos adultos. Folículo (F), células nutridoras (NC), ovócito (O), ponte intercelular (seta), córion (C).

CONCLUSÕES GERAIS

Fêmeas de *P. elaeisis* com 72 horas idade ovipositaram em todas as pupas de *D. hyalinata* e *T. molitor*. A emergência foi semelhante entre ambos hospedeiros, que promoveram o completo desenvolvimento do parasitoide. O tamanho do corpo dos indivíduos de *P. elaeisis* criados com *T. molitor* foi maior que aqueles criados com *D. hyalinata*, que possibilitou a emergência dos adultos em menor tempo. O tamanho da prole, a razão sexual e a longevidade dos adultos não diferiram entre os hospedeiros.

A estrutura do aparelho reprodutivo feminino de *P. elaeisis* com um par de ovários e de glândulas acessórias, ovidutos laterais e comum e espermateca, foi semelhante entre indivíduos criados com *D. hyalinata* e *T. molitor*. Cada ovário apresentou quatro ovaríolos do tipo meroístico politrófico. O desenvolvimento dos ovos do parasitoide foi mais rápido em fêmeas criadas com *T. molitor*, completamente formados 24 horas após a emergência dos mesmos.

Este trabalho contribuiu para aumentar o conhecimento da reprodução de *P. elaeisis* em hospedeiros alternativos para a criação massal e forneceu informações sobre o desenvolvimento dos ovos, que auxiliam no planejamento da liberação desse parasitoide em programas de controle biológico.