

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal**

**Daniel Júnior Martins**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DO PARASITOIDE *Palmistichus elaeisis***  
**(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS**

**DIAMANTINA - MG**  
**2016**

**DANIEL JÚNIOR MARTINS**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DO PARASITOIDE *Palmistichus elaeisis*  
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, área de concentração em Silvicultura e Manejo Florestal, para obtenção do título de “Mestre”.

**Orientador: Sebastião Lourenço de Assis Júnior**

**DIAMANTINA - MG  
2016**

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM  
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

M386a	<p>Martins, Daniel Júnior Aspectos biológicos do parasitoide <i>Palmistichus elaeisis</i> (Hymenoptera: Eulophidae) em diferentes hospedeiros / Daniel Júnior Martins. – Diamantina, 2016. 78 p. : il.</p> <p>Orientador: Sebastião Lourenço de Assis Júnior</p> <p>Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p>1. Controle biológico. 2. Parasitismo. 3. Dieta artificial. 4. Hospedeiro alternativo. I. Título. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p style="text-align: right;"><b>CDD 632.96</b></p>
-------	--

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Daniel Júnior Marins**

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DO PARASITOIDE *Palmistichus elaeisis*  
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM DIFERENTES HOSPEDEIROS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Sebastião Lourenço de Assis Júnior

Data de Aprovação 19 / 08 / 2016

---

Prof. Dr. Marcelo Luiz Laia

---

Prof. Dr. Marcus Alvarenga Soares

---

Prof. Dr. Thiago Santos

---

Prof. Dr. Sebastião Lourenço de Assis Júnior

**DIAMANTINA - MG  
2016**

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,  
mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre  
aquilo que todo mundo vê.”  
(Arthur Schopenhauer)

Aos meus pais, Adão e Auxiliadora.  
Ao meu irmão Diego

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me capacitar e me dar forças nos momentos difíceis.

Aos meus pais Adão e Auxiliadora que acreditaram na minha escolha e me ajudaram a trilhar esse caminho.

A Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), ao Departamento de Engenharia Florestal e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela oportunidade de realização desta pesquisa e pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Sebastião Lourenço de Assis Júnior, a quem muito admiro, pelos valiosos ensinamentos, pela oportunidade oferecida durante o mestrado, pela paternidade acadêmica e pela eficiência na orientação desse trabalho.

Ao Dr. Marcus Alvarenga Soares, professor do Departamento de Agronomia, pelos ensinamentos na área de Entomologia que me despertou interesse a trabalhar com controle biológico de insetos e pela oportunidade de monitoria durante a graduação.

A Embrapa Milho e Sorgo de Sete lagoas-MG na pessoa do Dr. Fernando Hercos Valicente pela oportunidade de estágio e disponibilidade de material biológico para realização desse trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, em especial ao Dr. Marcelo Luiz de Laia, Dr. Evandro Machado, e ao Dr. Márcio Leles Romarco de Oliveira e ao Professor do Programa de Pós-graduação em Biologia Animal Thiago Santos pelos ensinamentos nas disciplinas.

A Dra. Nísia Villela, professora do Departamento de Nutrição pela disponibilidade e pelas contribuições a esse trabalho nas análises bromatológicas no laboratório de Biomassa do Cerrado e também aos técnicos Maiara e Alexandre pelas constantes contribuições nestas análises.

Aos amigos do Laboratório de Controle Biológico que tanto me ajudaram nas criações e pela amizade: Euler, Diulia, Zaira, Ludmila, Elizangela, Gilson, Douglas, Paulo André, Rodrigo, Thiago, Carol, Débora e Gabriela.

Aos amigos que conheci no mestrado e levarei sempre comigo, pelos aprendizados juntos nas disciplinas e pelas confraternizações: Denise, Tarcísio, Keila, Any e Tatiane.

Aos amigos do ministério de música Roga, que sempre estiveram comigo nos momentos mais difíceis do desenvolvimento deste trabalho em especial a Janaina e Josiane.

Aos amigos do GOU Anjos de Resgate que sempre pude contar com a verdadeira amizade e orações.

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a execução desta pesquisa.



## RESUMO

MARTINS, Daniel Júnior: **Aspectos biológicos do parasitoide *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em diferentes hospedeiros**, 2016. 62p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

A incidência de lepidópteros desfolhadores é um dos fatores ambientais que podem regular a produtividade dos maciços florestais. O parasitoide *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) se destaca pela eficiência no parasitismo de pupas desses lepidópteros e auxiliam na manutenção do equilíbrio biológico. Esses podem ser criado em diferentes hospedeiros alternativos. Com isso, uma pesquisa foi conduzida no laboratório de Controle Biológico de Insetos do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri em Diamantina, Minas Gerais. Objetivou-se neste trabalho, avaliar a eficiência de diferentes hospedeiros para a criação de *Palmistichus elaeisis* e estudar desempenho deste parasitoide em pupas de *Tenebrio molitor* criado em diferentes dietas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), em sala climatizada temperatura variando ente 23 e 27°C, umidade relativa entre 60 e 80% e fotoperíodo de 12 horas. O primeiro ensaio constituiu-se seis tratamentos e nove repetições. Pupas de *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, *Thyrinteina arnobia*, *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea* e *Diatraea saccharalis* foram individualizadas em potes plásticos e expostas ao parasitismo por seis fêmeas durante 72h. Foi observado a porcentagem de parasitismo e emergência, número de indivíduos emergidos, razão sexual, longevidade e morfometria de *P. elaeisis*. Os dados foram submetidos a ANOVA e quando significativos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), ou teste kruskal Wallis ( $p \leq 0,05$ ) quando não-paramétrico. A porcentagem de parasitismo variou de 88,8 a 100%. O número da prole e tamanho do parasitoide foi influenciado pela biomassa do hospedeiro. A razão sexual variou de  $0,76 \pm 0,04$  a  $0,94 \pm 0,01$ , e os maiores ciclos de desenvolvimento do parasitoide produziram prole mais longa. Pupas de *A. diaperinus* não permitiram um bom desempenho de *P. elaeisis* na densidade testada. O segundo ensaio constituiu-se seis tratamentos e 10 repetições. Pupas de *T. molitor* geradas em seis dietas (farelo de trigo, fubá de milho, ração peletizada para coelhos, ração para aves poedeiras: farelada, peletizada e triturada) foram individualizadas em potes plásticos e expostas ao parasitismo por seis fêmeas de *P. elaeisis* durante 72h. Foram observados os mesmos parâmetros do primeiro estudo para o parasitoide. Além disso, foi realizada uma análise

bromatológica das pupas de *T. molitor* e das dietas. A porcentagem de parasitismo e emergência foi de 100% em todos os tratamentos. Não houve diferença no ciclo de vida, número da prole e longevidade do parasitoide. Pupas formadas com fubá de milho geraram prole com menor razão sexual e menor comprimento da tibia. A dieta a base de fubá de milho não foi adequada para o desenvolvimento de *P. elaeisis*.

**Palavras chaves:** Controle biológico, Parasitismo, dieta para insetos.

## ABSTRACT

MARTINS, Daniel Júnior: **Biological aspects of parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae)**, 2016. 62p. (Dissertation - Master of Forest Science) - Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys, Diamantina, 2016.

The incidence of defoliating lepidoptera is one of the factors that can regulate the production of forest stands. The parasitoid *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) stands out for the efficiency in the parasitism of pupae of these lepidoptera and helps in maintaining the biological balance. These can be created in different alternative hosts. With this, a research was developed in the laboratory of Biological Control of Insects of the Department of Forestry Department of the Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys in Diamantina, Minas Gerais. The objective of this work was to evaluate the efficiency of different hosts for the creation of *Palmistichus elaeisis* and to study the performance of this parasitoid in pupae of *Tenebrio molitor* grown on different diets. The experimental design was completely randomized (CRD), in a heated room with temperature ranging from 23 and 27°C, relative humidity between 60 and 80 % and photoperiod of 12 hours. The first assay consisted of six treatments and nine replications. Pupae of *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, *Thyreoxena arnobia*, *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea* e *Diatraea saccharalis* they were individually placed in plastic pots and exposed to parasitism by six females during 72h. It was observed percentage of parasitism and emergence, number of emerged individuals, sexual ratio, longevity and morphometry *P. elaeisis*. Data were analyzed by ANOVA and when significant means were compared by Tukey test ( $p \leq 0,05$ ) or Kruskal Wallis test ( $p \leq 0,05$ ) when nonparametric. The percentage of parasitism ranged from 88,8 to 100 %. The number of offspring and parasitoid size was influenced by the biomass of the host, the sex ratio varied from  $0,76 \pm 0,04$  a  $0,94 \pm 0,01$ , and the more parasitoid development cycles produced more offspring longeva. Pupae of *A. diaperinus* did not allow a good performance *P. elaeisis* tested in density. The second assay consisted of six treatments and 10 repetitions. Pupae of *T. molitor* generated in six different diets (wheat bran, cornmeal, pelleted feed for rabbits, for laying birds: farewell pelleted and crushed) they were individually placed in plastic pots and exposed to parasitism by six females during 72h. Were observed the same parameters of the first study for parasitoid furthermore, we carried out a bromatological analysis of *T. molitor* pupae and diets. The percentage of parasitism and emergency was 100 % in both treatments there was no difference the life cycle of the offspring number and longevity of the parasitoid.

Pupae formed with corn meal generated offspring less sex reason and shorter length of the tibia.  
A diet based on corn meal was not suitable for development *P. elaeisis*.

**Keywords:** Biological control, parasitism, diet for insects.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	
LISTA DE TABELAS .....	
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	17
2.1 Eucaliptocultura no Brasil .....	17
2.2 Lepidópteros pragas na eucaliptocultura .....	18
2.3 Controle Biológico com parasitoides .....	18
2.4 <i>Palmistichus elaeisis</i> Delvare e LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) .....	19
2.5 Hospedeiros Alternativos .....	20
2.5.1 <i>Alphitobius diaperinus</i> (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae).....	21
2.5.2 <i>Tenebrio molitor</i> Linnaeus, 1785 (Coleoptera: Tenebrionidae).....	21
2.5.3 <i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius,1794) (Lepidoptera: Crambidae) .....	22
2.5.4 <i>Helicoverpa zea</i> (Boddie, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) .....	22
2.5.5 <i>Spodoptera frugiperda</i> (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).....	22
3.OBJETIVOS .....	23
3.1 Objetivo Geral: .....	23
3.2. Específicos:.....	23
REFERÊNCIAS .....	24
CAPÍTULO I - Desenvolvimento e reprodução de <i>Palmistichus elaeisis</i> (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiros alternativos .....	30
RESUMO .....	31
ABSTRACT .....	32
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAL E MÉTODOS.....	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
CONCLUSÕES .....	41
REFERÊNCIAS .....	42
CAPÍTULO II - <i>Palmistichus elaeisis</i> (Hymenoptera: Eulophidae) criado em <i>Tenebrio molitor</i> (Coleoptera: Tenebrionidae) submetido a diferentes dietas .....	50
RESUMO .....	51
ABSTRACT .....	52
INTRODUÇÃO.....	53
MATERIAL E MÉTODOS.....	54

RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	56
CONCLUSÕES .....	62
REFERÊNCIAS .....	63
CONCLUSÕES GERAIS .....	76

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1** Porcentagem de parasitismo e emergência de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) e emergência adultos dos hospedeiros (23 a 27°C, 60 a 80% UR e fotoperíodo de 12h). 47

### CAPÍTULO II

- Figura 1** Fêmea de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupa de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) (A), pupa de *T. molitor* antes e pós-parasitismo (B), larvas de *P. elaeisis* se alimentando de *T. molitor* (C) e pupas de *P. elaeisis* em *T. molitor* (D). 72
- Figura 2** Prole de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) emergidos das Pupas de *Tenebrio molitor* alimentados com seis dietas (23 a 27°C, 60 a 80% UR e fotoperíodo de 12h). 73
- Figura 3** Morfometria da cápsula cefálica, comprimento do corpo e tíbia posterior de machos e fêmeas de *Palmistichus elaeisis* (23 a 27°C, 60 a 80% UR e fotoperíodo de 12h). 75

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1** Tabela 1- Média  $\pm$  erro padrão (EP) do ciclo de desenvolvimento, prole, razão sexual, longevidade das fêmeas e longevidade dos machos da progênie de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) (23 a 27°C, 60 a 80% UR e fotoperíodo de 12h). 48
- Tabela 2** Tabela 2- Média  $\pm$  erro padrão (EP) do comprimento do corpo, largura da cápsula cefálica e comprimento da tíbia posterior de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) (23 a 27°C, 60 a 80% UR e fotoperíodo de 12h). 49

### CAPÍTULO II

- Tabela 1** Biomassa corporal das pupas de *Tenebrio molitor* formadas por diferentes dietas (23 a 27°C, 60 a 80% UR e sem fotoperíodo). 69
- Tabela 2** Porcentagem da composição centesimal de dietas fornecidas às larvas de *Tenebrio molitor*. 70
- Tabela 3** Porcentagem da composição centesimal de pupas de *Tenebrio molitor* formadas pelas diferentes dietas. 71
- Tabela 4** Parasitismo (%), emergência (%), média  $\pm$  erro padrão (EP) do ciclo de desenvolvimento, razão sexual, longevidade das fêmeas e longevidade dos machos da progênie de *Palmistichus elaeisis* (23 a 27°C, 60 a 80% UR e fotoperíodo de 12h). 74



## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O Setor Florestal tem sido valorizado pela variedade de produtos madeireiros e não madeireiros que representam importantes recursos socioeconômicos (SANTOS *et al.*, 2003).

A implementação de florestas homogêneas com espécies exóticas tomou grande impulso com o advento dos incentivos fiscais. No entanto, o estabelecimento de monoculturas pode favorecer o desenvolvimento de pragas e doenças, causando perdas na produtividade (SANTOS *et al.*, 1982).

Dezenas de espécies de lepidópteros desfolhadores foram identificadas em plantios de eucalipto. Várias delas causam danos severos e são tidas como pragas chave para essa cultura, como a lagarta parda do eucalipto *Thyrintina arnobia* (Stoll, 1782) (Geometridae) (ANJOS *et al.*, 1986).

O controle químico de pragas florestais pode apresentar eficiência a curto prazo, mas suas limitações incluem redução de populações de inimigos naturais, contaminação ambiental, aumento dos custos e surgimento de insetos resistentes (ZANUNCIO *et al.*, 1994). Além disso empresas florestais têm buscado reduzir o uso de produtos químicos, para obterem a certificação florestal. Esta baseia-se em reconhecer oficialmente as empresas e proprietários de terra que voluntariamente manejam as florestas de forma sustentável. O objetivo da certificação é de dirimir as dúvidas sobre a origem da matéria-prima e reforçar no público a percepção de que os produtos ofertados embutem valor ambiental real (CWC, 2005).

Metodologias alternativas, para o controle de espécies de Lepidoptera no setor florestal, podem ter eficiência satisfatória, com destaque para o controle biológico com predadores e parasitoides (ZANUNCIO *et al.*, 1994; BRAGANÇA *et al.*, 1998).

Os parasitoides da ordem Hymenoptera são importantes em povoamentos florestais pela diversidade e altos níveis de parasitismo, auxiliando na manutenção do equilíbrio biológico (DALL'OGGIO *et al.*, 2003). Parasitam, principalmente, ovos, larvas e pupas das ordens Coleoptera, Lepidoptera, Diptera e Hemiptera (SOARES *et al.*, 2007).

A família Eulophidae apresenta 297 gêneros e 4.472 espécies, distribuída em cinco subfamílias: Entiinae, Eulophinae, Entedoninae, Tetrastichinae e Opheliminae (NOYES, 2013). Está presente em regiões tropicais e temperadas, como endo ou ectoparasitoides, solitários ou gregários, especialistas ou generalistas. Muitas dessas espécies têm sido estudadas e utilizadas com sucesso em programas de controle biológico (GAUTHIER *et al.*, 2000; HANSSON, 2004).

*Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) parasita uma variedade de pupas de hospedeiros das ordens Lepidoptera e Coleoptera (DELVARE;

LASALLE, 1993) provocando a morte ao final do seu desenvolvimento (BITTENCOURT; FILHO, 2004). O alto número de hospedeiros o torna um promissor agente de controle de lepidópteros desfolhadores de eucalipto (ZANUNCIO *et al.*, 2003). Essa característica permite seu desenvolvimento em laboratório utilizando-se hospedeiros alternativos. Isso justifica o desenvolvimento de pesquisas para maximizar sua produção massal visando sua utilização em programas de controle biológico aplicado (PEREIRA *et al.*, 2009a).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento e a reprodução de *Palmistichus elaeisis* em diferentes hospedeiros e sobre *Tenebrio molitor* submetido a diferentes dietas.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Eucaliptocultura no Brasil**

O eucalipto pertence à família Myrtaceae e é nativo da Oceania, com mais de 700 espécies. Essa grande variedade permite sua adaptação a praticamente todas as condições climáticas (MARTINI, 2004). Foi introduzido no Brasil no início do século XX com a finalidade de produzir dormentes e lenha para abastecimento da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, no Estado de São Paulo (GUERRA, 1995).

Os incentivos fiscais ao reflorestamento (Lei 5.106) podem ser considerados um divisor no desenvolvimento da eucaliptocultura no Brasil. Até 1966, haviam sido plantados apenas 470.000 ha, dos quais 80% situavam-se no Estado de São Paulo. Durante a vigência da lei, que durou até 1986, foram plantados 3,2 milhões de hectares (PEREIRA *et al.*, 2000).

O eucalipto adaptou-se bem às condições climáticas do país apresentando alto potencial de crescimento. O uso de sua principal matéria prima, a madeira, vem aumentando consideravelmente, destacando-se as áreas de energia, celulose e papel, construção civil e movelaria (SBS, 2005).

Empresas brasileiras do setor florestal têm priorizado a manutenção de investimentos em pesquisas e desenvolvimento, buscando principalmente a melhoria genética dos plantios e das técnicas de manejo. O melhor exemplo do sucesso dessa estratégia foi o desenvolvimento da produtividade do eucalipto no Brasil, que alcançou 5,7% ao ano no período de 1970 a 2008, em comparação aos 2,6% da América Latina, 0,9% dos países desenvolvidos e 1,9% para o conjunto de países em desenvolvimento (IBÁ, 2015).

Atualmente os plantios de eucalipto no Brasil ultrapassam 7 milhões de hectares de área plantada no País, o que representa 71,9% do total. E nesse último ano manteve sua liderança no ranking global de produtividade florestal, atingindo 39 m<sup>3</sup>/ha.ano em média (IBÁ, 2015)

## 2.2 Lepidópteros pragas na eucaliptocultura

No Brasil, os insetos estão entre os organismos daninhos mais importantes para o Setor Florestal (SANTOS *et al.*, 2008). Com a implantação de grandes áreas plantadas com eucalipto, formou-se um sistema de monocultura, com oferta quase ilimitada de alimento e uma reduzida área de vegetação natural (SANTOS *et al.*, 1982). Essas condições reduzem o número de inimigos naturais e favorecem o aumento de insetos-praga (DALL'OGGIO *et al.*, 2003).

Muitas espécies nativas de lepidópteros podem ocorrer em surtos e provocar elevados danos econômicos na eucaliptocultura, podendo causar redução no rendimento destes maciços florestais (SANTOS *et al.*, 1982; ZANUNCIO *et al.*, 1993; ZANUNCIO *et al.*, 2003). Tais estudos já foram realizados com *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782), cuja desfolha de 100% pode reduzir em 60% o volume de madeira, causando 6% de mortalidade das árvores e, ainda, gerar uma perda de 40,4% de seu volume no ano seguinte (ANJOS *et al.*, 1987).

A *T. arnobia* é conhecida como lagarta parda do eucalipto e é a mais estudada no Brasil (ZANUNCIO *et al.*, 1997). Outros lepidópteros desfolhadores, também, foram relatados causando danos ao eucalipto como: *Thyriniteina arnobia*, *Thyriniteina leucocerae*, *Glena spp.*, *Oxydia apidania*, *Oxydia vesulia*, *Sabulodes caberrata*, *Fugoroides sartinaria*, (Geometridae); *Sarsina violascens* (Lymantriidae); *Euselasia apisaon* (Riodinidae); *Eupseudosoma aberrans* e *Eupseudosoma involuta* (Arctiidae); *Apatelodes sericea* (Eupterotidae); *Psorocampa denticulata* e *Blera varana* (Notodontidae); *Automeris spp.* *Eacles magnifica* (Sphingidae) e *Oiketicus Kirbyi* (Psychidae) (ZANUNCIO *et al.*, 1990; MENEZES *et al.*, 2013).

O controle biológico é uma alternativa para o controle de lagartas desfolhadoras do eucalipto, principalmente, em um momento que se discute muito a produção integrada rumo a uma agricultura sustentável (PARRA *et al.*, 2002).

## 2.3 Controle Biológico com parasitoides

O controle biológico é uma técnica que utiliza inimigos naturais no controle populacional de pragas, tornando-as menos abundantes e reduzindo os danos associados a estas (VAN DRIESCHE; BELLOWS, 1996). Os inimigos naturais usados no controle biológico

podem ser parasitoides, predadores, patógenos ou competidores, uma vez que limitam a sobrevivência de insetos pragas (DEBACH, 1968).

O controle biológico aplicado representa a liberação de agentes de controle biológico oriundas de criações massais em laboratório, visando à redução das populações de pragas a fim de mantê-las em baixas densidades populacionais (PIRES *et al.*, 2009). Os lepidópteros desfolhadores têm, entre os principais inimigos naturais, os parasitoides, das ordens Hymenoptera e Diptera (VAN DRIESCHE; BELLOWS, 1996). Esses desempenham importante papel na regulação de populações de seus hospedeiros, devido suas larvas se alimentarem de ovos, lagartas, pupas ou adultos causando a sua morte (PENNACCHIO; STRAND, 2006; PEREIRA *et al.*, 2008).

A produção de parasitoides é importante para permitir o controle de pragas, sendo necessária a criação de duas espécies de insetos, a do hospedeiro e a do inimigo natural. É indispensável conhecer o ciclo de vida e o hábito alimentar de ambas as espécies, a fim de proporcionar condições adequadas para o desenvolvimento do inimigo natural em laboratório (VACARI *et al.*, 2012).

Dentre os parasitoides mais abundantes em povoamentos de eucalipto, destacam-se os da ordem Hymenoptera pertencentes às famílias Ichneumonidae, Braconidae, Scelionidae Trichogrammatidae e Eulophidae (DALL'OGGIO *et al.*, 2003; BRUN *et al.*, 1985). Parasitam ovos, larvas, pupas ou adultos, principalmente de Coleoptera, Lepidoptera, Diptera e Hemiptera (BERTI FILHO, 1985).

#### **2.4 *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae)**

*Palmistichus elaeisis* é um endoparasitoide gregário de pupas de lepidópteros com hábito generalista. Por isso é um agente promissor para ser utilizado no controle de lepidópteros desfolhadores em plantios de eucalipto (PEREIRA *et al.*, 2009a). Foi descrito em pupas de *Eupseudosoma involuta* e *E. eucerus* (DELVARE; LASALLE, 1993), *Sabulodes* sp. (BITTENCOURT; BERTI FILHO, 1999), *T. arnobia* e *T. leucoceraea* (PEREIRA *et al.*, 2008) entre outras pragas de importância florestal e agrícola (ZACHÉ *et al.*, 2012; BITTENCOURT; BERTI FILHO 1999; PEREIRA *et al.*, 2009a; PEREIRA *et al.*, 2008).

Os ovos de *P. elaeisis* são hialinos, lisos, com a região anterior mais estreita. O período de incubação dura em média 48 horas em pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794), *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818, *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781), *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) e *T. arnobia* (Stoll, 1782). O estágio larval nesses hospedeiros, à 25

°C é de  $8,04 \pm 0,17$  dias (BITTECOURT; BERTI FILHO, 2004). As larvas de 1º estágio de *P. elaeisis* são ápodas e apresentam cutícula transparente, com 12 segmentos. As do 2º, 3º e 4º diferem das mais jovens quanto à coloração, tamanho e volume do corpo (BITTECOURT; BERTI FILHO, 2004).

A pré-pupa de *P. elaeisis* é branca, com pigmentação na formação dos apêndices. Os estágios de pré-pupa e pupa duram um e  $9,8 \pm 0,17$  dias, respectivamente. Pupas de fêmeas são maiores em comprimento que as de machos. A partir do 14º dia de desenvolvimento ocorre escurecimento do tegumento e dos olhos. Nesta fase é possível verificar o dimorfismo sexual, em que ocorre escurecimento do ovipositor nas fêmeas e na placa ventral do escapo, nos machos (BITTECOURT; BERTI FILHO, 2004).

## 2.5 Hospedeiros Alternativos

Um hospedeiro alternativo ou de substituição é aquele que o parasitoide naturalmente não parasita, mas que é adequado para promover seu desenvolvimento em laboratório (PARRA *et al.*, 2002). A escolha de um hospedeiro adequado pode viabilizar o sistema de criação massal de parasitoides, sendo decisiva na implantação do controle biológico (RAMALHO; DIAS, 2003).

Diversos fatores influenciam a eficiência do parasitismo de parasitoides. Entre eles destaca-se a qualidade do hospedeiro: tamanho, idade, sexo, e estado nutricional (BRODEUR; BOIVIN, 2004).

O tamanho do hospedeiro determina a quantidade de recursos disponíveis para o desenvolvimento do parasitoide. Em geral, hospedeiros maiores contem mais recursos e podem ser considerados de qualidade superior, já que podem influenciar a sobrevivência e o tamanho quando adulto (GODFRAY, 1994). A idade e o sexo do hospedeiro, também, podem afetar o número de indivíduos da progênie. Já o estado nutricional deste, pode influenciar na determinação do tamanho, sexo e na sobrevivência do parasitoide (MATOS NETO *et al.*, 2004; VINSON; BARBOSA, 1987).

Características como idade e densidade do parasitoide podem influenciar na produção massal desse inimigo natural. A idade apresenta grande importância no seu desempenho (REZNIK; VAGHINA, 2007), podendo afetar fatores como a capacidade de parasitismo (AMALIN *et al.*, 2005), a duração do ciclo (SILVA-TORRES; MATTHEWS, 2003), a progênie (COOPERBAND *et al.*, 2003), razão sexual (GUNDUZ; GULEL, 2005) e o tamanho da capsula cefálica (SAMPAIO *et al.*, 2001). Além disso, densidade de parasitoides por

hospedeiro pode afetar a produção de descendentes (MATOS NETO *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2010).

A variação causada por fatores inerentes ao hospedeiro e parasitoide demonstra a importância do aprimoramento das técnicas de criações massais em laboratório a fim de maximizar sua produção (SAGARRA *et al.*, 2000).

### **2.5.1 *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)**

O cascudinho, *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797), é um inseto comum nos aviários de corte, onde encontram condições favoráveis ao seu desenvolvimento, como alta temperatura, abrigo e alimento abundante (KHAN *et al.*, 1998).

Durante a fase larval, o cascudinho vive em meio à cama-de-galinha, buscando o solo para o desenvolvimento da fase pupal e oviposição. Comumente é ingerido pelas aves, no lugar da ração balanceada, reduzindo a ingestão de nutrientes necessários, afetando o desenvolvimento das aves (DESPINS; AXTEL, 1994, 1995). Além disso, adultos e larvas podem perfurar a pele das aves e se alimentar de exsudado sanguíneo, ou, ainda provocar ferimentos no trato digestivo (papo e moela), podendo leva-las à morte (CHERNAKI-LEFFER, 2004).

O cascudinho passou a ser considerado importante agente causador de prejuízos econômicos e sanitários na produção avícola. Suas características comportamentais e hábitos biológicos que dificultam seu controle, o caracterizam como “transportador e disseminador” de patógenos (BATES *et al.*, 2004).

Em criações no laboratório esses insetos podem ser mantidos em serragem, farelo de trigo e ração para frangos de corte ou ração para coelhos (SILVA *et al.*, 2005).

### **2.5.2 *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1785 (Coleoptera: Tenebrionidae)**

O Coleoptera *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1785 ocorre frequentemente associado a grãos armazenados e farináceos, onde o alimento em abundância e condições amenas de temperatura e umidade favorecem a sua reprodução e proliferação (VARGAS, 1992). A dieta à base de farelo de trigo é a mais utilizada para a sua criação (ZAMPERLINI *et al.*, 1992). Colmos de cana de açúcar (*Saccharum* spp. L.) ou fatias de chuchu (*Sechium edule*) podem ser usadas para complementar à alimentação e fornecer líquidos essenciais (FRAENKEL *et al.*, 1950).

O parasitoide *P. elaeisis* tem sido criado e mantido em laboratório com pupas de *T. molitor*, mostrando-se uma alternativa eficiente para multiplicação e liberação em campo visando o controle de lagartas desfolhadoras de eucalipto (PEREIRA *et al.*, 2009b; ZANUNCIO *et al.*, 2008).

### **2.5.3 *Diatraea saccharalis* (Fabricius,1794) (Lepidoptera: Crambidae)**

A broca da cana-de-açúcar, a *Diatraea saccharalis* (Fabricius,1794) é considerada a principal praga da cultura da cana-de-açúcar (OLIVEIRA, 2008). Seu hábito alimentar ocasiona prejuízos diretos mediante quebra dos colmos ou morte de plantas mais jovens provocando o sintoma “coração morto”, além de prejuízos indiretos pela ação de fungos que causam a podridão no colmo (SEGATO *et al.*, 2006).

A broca da cana destaca-se pela facilidade de criação e por ser encontrada comercialmente devido uso na criação de parasitoides. Sua alta suscetibilidade ao parasitoide *P. elaeisis* favorece seu uso como hospedeiro alternativo, pois pode alcançar 82,13% de parasitismo (BITTENCOURT; BERTI FILHO, 1999).

### **2.5.4 *Helicoverpa zea* (Boddie, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae)**

A lagarta da espiga do milho *Helicoverpa zea* (Boddie, 1808) é um inseto polífago, tendo como hospedeiros, além do milho, outras gramíneas, solanáceas, leguminosas, frutíferas e hortaliças (CARVALHO, 1980).

O inseto adulto de *H. zea* é uma mariposa com cerca de 40mm de envergadura. A fêmea fecundada põe em média 1.000 ovos nos estilo-estigmas. O período de incubação é de três a quatro dias e após a eclosão as lagartas começam a se alimentar imediatamente. À medida que elas se desenvolvem, penetram no interior da espiga e iniciam a destruição dos grãos em formação. A fase larval varia entre 13 e 25 dias dependendo da temperatura. Próximo ao final deste período, as lagartas saem da espiga e vão para o solo, onde se transformam em pupa que dura de 10 a 15 dias (CRUZ, 1995; 1997).

### **2.5.5 *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**

A lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) é a principal praga desta cultura. Ocasiona perdas na produção que variam de 15% a 34% culminando em

grandes prejuízos aos agricultores (CRUZ *et al.*, 1996). Além disso, alimenta-se, também, de mais de 80 espécies de plantas, incluindo, milho, soja e algodoeiro (POGUE, 2002; CAPINERA, 2008).

Na cultura do milho e milho, a lagarta de *S. frugiperda* inicialmente alimenta-se de folhas e posteriormente ataca o catucho. Um ataque tardio pode danificar as espigas (CRUZ; MONTEIRO 2004). Na soja, as lagartas alimentam-se inicialmente das folhas, passando depois a consumir também vagens na fase inicial de formação (BARROS *et al.*, 2010), enquanto no algodoeiro, alimentam-se de folhas, botões florais e, principalmente, de maçãs em formação (LUTTRELL; MINK 1999).

A *S. frugiperda* tem sido criada com sucesso a mais de três décadas em dietas artificiais (PANTOJA *et al.*, 1987). E apresentou 100% de parasitismo quando expostas ao *P. elaeisis* (BITTENCOURT e BERTI FILHO, 1999).

### **3.OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral:**

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento e a reprodução de *Palmistichus elaeisis* em hospedeiros alternativos e sobre *Tenebrio molitor* submetidos a diferentes dietas.

#### **3.2. Específicos:**

- Avaliar a porcentagem de parasitismo, emergência longevidade e razão sexual de *P. elaeisis*;
- Determinar parâmetros morfométricos (tamanho da tíbia posterior, cápsula cefálica e o corpo);
- Caracterizar a composição nutricional das dietas fornecidas a *T. molitor*, bem como as pupas desse inseto;



## REFERÊNCIAS

- ANJOS, N.; SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, J.C. **A lagarta-parda, *Thyrintina arnobia* Stoll, 1782 (Lepidoptera: Geometridae) desfolhadora de eucaliptos.** (EPAMIG. Boletim técnico, 25), p.56, 1987.
- ANJOS, N.; SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C. Pragas de eucalipto e seu controle. **Informe Agropecuário**, v.12, p.50-58, 1986.
- BARROS, E.M.; TORRES, J.B.; RUBERSON, J.R.; OLIVEIRA, M.D. Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.137, p.237-245, 2010.
- BATES, C.; HIETT, K.L.; STERN, N.J. Relationship of *Campylobacter* isolated from poultry and from darkling beetles in New Zealand. **Avian Diseases**, v.48, p.138-147, 2004.
- BITTENCOURT, M.A.L.; BERTI FILHO, E. Desenvolvimento dos estágios imaturos de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de Lepidoptera. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.48, p.65-68, 2004.
- BERTI FILHO, E. O parasitismo no controle integrado de pragas florestais. **Silvicultura**, v.10, p.7-10, 1985.
- BITTENCOURT, M.A.L.; BERTI FILHO, E. Preferência de *Palmistichus elaeisis* por pupas de diferentes lepidópteros pragas. **Scientia Agricola**, v. 56, p.1281-1283, 1999.
- BRAGANÇA, M.A.L.; ZANUNCIO, J.C; PICANÇO, M.; LARANJEIRO, A. Effects of environmental heterogeneity on Lepidoptera and Hymenoptera populations in *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.103, p.287-292, 1998.
- BRODEUR, J.; BOIVIN, G. Functional ecology of immature parasitoids. **Annual Review of Entomology**. v.49, p.27-49, 2004.
- BRUN, P.G.; MORAES, G.W.G.; SOARES, L.A. Três espécies novas de Trichogrammatidae parasitoides de lepidópteros desfolhadores da mandioca e do eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, p.805-810,1984.
- CAPINERA, J.L. **Encyclopedia of entomology**. 2nd ed., v. 1-4. Springer, Dordrecht, The Netherlands. p. 4346, 2008.
- CARVALHO, R.L.P. Pragas do milho, In Paterniani, E. (ed.), **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Fundação Cargill, 1980, p. 505-570.
- CHERNAKI-LEFFER, A.M. **Dinâmica populacional, estimativa da resistência a inseticidas e alternativas de controle para o cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae)**. 123f. 2004. Tese (Doutorado em Ciências) - Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

COOPERBAND, M.F.; MATTEWS, R.W.; VINSON, S.B. Factors affecting the reproductive biology of *Melittobia digitata* and failure to meet the sex ratio predictions of Hamilton's local mate competition theory. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.109, p.1-12, 2003.

CRUZ, I. Manejo de pragas na cultura de milho. In: FANCELLI, A.; DOURADO-NETO, D. (Ed.). **Tecnologia da produção de milho**. Publique, 1997, p.18-39.

CRUZ, I., ALVARENGA, C.D.; FIGUEIREDO, E.P.E.F. 1995. Biologia de *Doru luteipes* (Scudder) e sua capacidade predatória de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.24, p.273-278, 1995.

CRUZ, I.; MONTEIRO, M.A.R. **Controle biológico da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum***. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo (Comunicado Técnico 98) p.4, 2004.

CRUZ, I.; OLIVEIRA, L.J.; OLIVEIRA, A.C.; VASCONCELOS, C.A. Efeito do nível de saturação de alumínio em solo ácido sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) em milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.25, p.293-297, 1996.

\_\_\_\_\_. **Certified wood products**. Ottawa: CWC, 2005, Quick Facts Sustainable Building Series n. 10. PDF disponível em [www.cwc.ca](http://www.cwc.ca), acesso em 28.mar.2005.

DALL'OGGIO, O.T.; ZANUNCIO, J.C.; FREITAS, F.A.; PINTO, R. Himenópteros parasitoides coletados em povoamentos de *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, estado de Minas Gerais. **Ciência Florestal**, v.13, p.123-129, 2003.

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

DELVARE, G.; LASALLE, J.A. new genus of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae) from the Neotropical region, with the description of a new species Parasitica on key pests of oil palm. **Journal of Natural History**, v.27, p.435-444, 1993.

DESPINS, J.L.; AXTELL, R.C. Feeding behavior and growth of broiler chicks fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. **Poultry Science**, v.74, p.331-336, 1995.

DESPINS, J.L.; AXTELL, R.C. Feeding behavior and growth of Turkey poults fed larvae of the darkling beetle, *Alphitobius diaperinus*. **Poultry Science**, v.73, p.1526-1533, 1994.

FRAENKEL, G.; BLEWETT, M.; COLES, M. The nutrition of the mealworm, *Tenebrio molitor* L. (Tenebrionidae, Coleoptera). **Physiological Zoology**, v.23, p.92-108, 1950.

GAUTHIER, N.; LASSALE, J. QUICKE, D.L.J.; GODFRAY, H.C.J. Phylogeny of Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea), with a reclassification of Eulophinae and the recognition that Elasmidae are derived eulophids. **Systematic Entomology**, v.25, p. 521-539, 2000.

GODFRAY, H.C.J. **Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology**. Princeton: Waage J.K., Greathead D. (eds.) Insect Parasitoids. Academic Press, p.488, 1994.

GUERRA, C. **Meio ambiente e trabalho no mundo do eucalipto**. 2.ed. Associação Agência Terra p.142, 1995.

GUNDUZ, E.A.; GULEI, A. Investigation of fecundity and sex ratio in the parasitoid *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) in relation to parasitoid age. **Turkish Journal of Zoology**, v.29, p.291-294, 2005.

HANSSON, C. Eulophidae of Costa Rica, 2. **Memoirs of the American Entomological Institute**, v.75, p.537, 2004.

IBÁ. INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Disponível em: <[http://iba.org/images/shared/iba\\_2015.pdf](http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf)> Acesso em: 24 jun. 2016.

KHAN, B.A.; DAY, P.A.; GOONEWARDENE, L.A.; ZUIDHOF, M.J.; HAWKINS, G. Efficacy of tetrachlorvinphos insecticide dust against darkling beetles in commercial broiler chicken barns. **Canadian Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, p.723-725, 1998.

LUTTRELL, R.G.; MINK, J.S. Damage to cotton fruiting structures by the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal Cotton Science**, v.3, p.35-44, 1999.

MARTINI, A.J. **O plantador de eucaliptos: a questão da preservação florestal no Brasil e o resgate documental do legado de Edmundo Navarro de Andrade**. 332f. 2004. Dissertação (Mestrado em História Social) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

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

MENEZES, C.W.G.; ASSIS JÚNIOR, S.L.; SOARES, M.A.; COSTA, V.H.D.; PIRES, E.M. Primeiro registro de *Fulgoroidea sartinaria* (Lepidoptera: Geometridae) em plantas de *Eucalyptus cloeziana* (Myrtaceae) (Nota científica). **Revista do Instituto Florestal**, v.25, p. 31-235, 2013.

NOYES, J. S. 2013. Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication. Disponível em :<<http://www.nhm.ac.uk/chalcidoidea>> Acessado em 20 mar de 2016.

OLIVEIRA M.A.P.; MARQUES E.J.; TEIXEIRA V.W.; BARROS, R. Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. Sobre características biológicas de *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.3 p.36-27. 2008.

PANTOJA, A.; SMITH, C.M.; ROBINSON, J.F. Development of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), strains from Louisiana and Puerto Rico. **Environmental Entomology**, v.16, p.116-119, 1987.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, p.325-342, 2002.

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

PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E.; OLIVEIRA, H.N.; FAVERO, K.; GRANCE, E.L.V. Progeny of *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) of different ages. **Neotropical Entomology**, v.38, p.660-666, 2009a.

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

PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, T.V.; PRATISSOLI, D.; PASTORI, P.L. The density of females of *Palmistichus elaeisis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) affects their reproductive performance on pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.82, p.323-331, 2010.

PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; PRATISSOLI, D.; TAVARES, M.T. (2008) Species of Lepidoptera defoliators of Eucalyptus as new host for the parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51 p.259-262.

PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, p.113, 2000.

PIRES, E.M.; PINTO, R.; SOARES, M.A.; SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C. **Produção de Percevejos Predadores**. 1. ed. Visconde do Rio Branco, MG: Ed. Suprema, v.1, p.56, 2009.

POGUE, G.M. **A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae)**. Memoirs of the American Entomological Society, 2002, v.43, p.1-202.

RAMALHO, F.S.; DIAS, J.M. Efeitos dos hospedeiros alternativos na biologia de *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae), parasitoide de *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, v.32, p.305-310, 2003.

REZNIK, S.Y.; VAGHINA, N.P.; Effect of photoperiod on parasitization by *Trichogramma principium* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **European Journal of Entomology**, v.104, p.705-713, 2007.

SAGARRA, L.A.; PETERKIN, D.D.; VINCENT, C.; STEWART, R.K. Immune response of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Homoptera: Pseudococcidae), to oviposition of the parasitoid *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae). **Journal of Insect Physiology**, v. 46, p. 47-653, 2000.

SAMPAIO, M.V.; BUENO, V.H.P; PEREZ-MALUF, R. Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) em diferentes densidades de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v.30, p.81-87, 2001.

SANTOS, A.J.; HILDEBRAND, E.; PACHECO, C.H.P.; PIRES, P.T.L.; ROCHADELLI, R. Produtos não madeireiros: conceituação, classificação, valoração e mercados. **Revista Floresta**, v.33, p.215-224, 2003.

SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, J.C.; ANJOS, N. Novos resultados sobre a biologia de *Psorocampa denticulata*. Schaus (Lepidoptera: Notodontidae), desfolhadora de eucalipto. **Revista Árvore**, v.2, p.121-132, 1982.

SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, J.C.; ZANUNCIO, T.V.; PIRES, E.M. **Pragas do eucalipto**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.29, p.47-70, 2008.

SBS. SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Estatísticas**. 2005. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/estatisticas.htm>> Acesso em: 20 mar. 2015.

SEGATO, S.V.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Alexandre de Sene Pinto, 2006, p.415.

SILVA A.S.; HOFF, G.; DOYLE, R.L.; SANTURIO, J. M.; MONTEIRO, S. G. Ciclo biológico do cascudinho *Alphitobius diaperinus* em laboratório. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.33, p.177-181, 2005.

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

SOARES, M.A.; LEITE, G.L.D.; ZANUNCIO, J.C.; ROCHA, S.L.; DE SÁ, V.G.M.; SERRÃO J.E. Flight capacity, parasitism and emergence of five *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species from forest areas in Brazil. **Phytoparasitica**, v.35, p.314-318, 2007.

VACARI, A.M.; GENOVEZ, G.S.; LAURENTIS, V.L.; BORTOLI, S.A. Fonte proteica na criação de *Diatraea Saccharalis* e seu reflexo na população e no controle de qualidade de *Cotesia flavipes*. **Bragantia**, v.71, p.355-361, 2012.

VAN DRIESCHE, R.G.V.; BELLOWS, T.S. **Biological Control**. New York: Chapman & Hall, 1996, p.539.

VARGAS, C.H.B.; ALMEIDA A.A. Influência da temperatura no desenvolvimento de *Gnathocerus cornutus* (Coleóptera: Tenebrionidae). I. Fases Imaturas. **Acta Biológica Paranaense**, v.21, p.149-159, 1992.

VINSON, S.B.; BARBOSA, P. Interrelationships of nutritional ecology of parasitoids. In: SLANSKY JR., F.; RODRIGUES, J.G. (Ed.) **Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates**. New York: John Wiley, 1987, cap.21, p.673-695.

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

ZAMPERLINI, B.; ZANUNCIO, J.C.; LEITE, J.E.M.; BRAGANÇA, M.A.L. Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Árvore**, v.16, p.224-203, 1992.

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

ZANUNCIO, J.C.; BRAGANÇA, M.A.L.; LARANJEIRO, A.J.; FAGUNDES, M. Coleópteros associados a eucaliptocultura nas regiões de São Mateus e Aracruz, Espírito Santo. **Revista Ceres**, v.41, p.584-590, 1993.

ZANUNCIO, J.C.; FAGUNDES, M.; ANJOS, N.; ZANUNCIO, T.V.; CAPITANI, L.C. Levantamento e flutuação populacional de lepidópteros associados a eucaliptocultura – V: Região de Belo Oriente, MG, junho de 1986 a maio de 1987. **Revista Árvore**, v.1, p.35-44, 1990.

ZANUNCIO, J.C.; PEREIRA, F.F.; JACQUES, G.C.; TAVARES, M.T.; SERRÃO, J.E. *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae), a new alternative host to rear the pupae parasitoid *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae). **The Coleopterists Bulletin**, v.62, p.64-66, 2008.

ZANUNCIO, J.C.; ZANUNCIO, T.V.; FREITAS, F.A.; PRATISSOLI, D. Population density of Lepidoptera in a plantation of *Eucalyptus urophylla* in the state of Minas Gerais, Brazil. **Animal Biology**, v.53, p.17-26, 2003.

ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; GONÇALVES, R.C.; OLIVEIRA, A.C. Morfologia e bionomia de *Thyriniteina leucoceraea* Rindge (Lepidoptera, Geometridae) alimentadas com *Eucalyptus urophylla*. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.41, p.5-8, 1997.

## **CAPÍTULO I**

### **Desenvolvimento e reprodução de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em diferentes hospedeiros**

Normas da Revista Ciência Rural  
(ABNT (NBR 6023/2000))

1 **Desenvolvimento e reprodução de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em**  
2 **diferentes hospedeiros**

3 **Development and reproduction of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) on**  
4 **different hosts**

5

6 **Daniel Júnior Martins<sup>1</sup>; Sebastião Lourenço de Assis Júnior<sup>2</sup>**

7

8 **RESUMO**

9 A incidência de lepidópteros desfolhadores é um dos fatores ambientais que regulam a  
10 produtividade das florestas plantadas. O parasitoide *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle  
11 (Hymenoptera: Eulophidae) se destaca pela eficiência no parasitismo de pupas desses  
12 lepidópteros podendo ser criado em diferentes hospedeiros alternativos. Com isso, objetivou-  
13 se neste trabalho, avaliar a eficiência de diferentes hospedeiros para o melhor desenvolvimento  
14 e reprodução de *Palmistichus elaeisis*. O delineamento experimental foi inteiramente  
15 casualizado (DIC), em sala climatizada com temperatura variando ente 23 e 27°C, umidade  
16 relativa entre 60 e 80% e fotoperíodo de 12 horas, com seis tratamentos e nove repetições. Pupas  
17 de *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus* *Thyrinteina arnobia*, *Spodoptera frugiperda*,  
18 *Helicoverpa zea* e *Diatraea saccharalis* foram individualizadas em potes plásticos e expostas  
19 ao parasitismo por seis fêmeas durante 72h. Foi observado a porcentagem de parasitismo e  
20 emergência, número de indivíduos emergidos, razão sexual, longevidade e morfometria para *P.*  
21 *elaeisis*. Os dados foram submetidos a ANOVA e quando significativos as médias foram  
22 comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) ou teste kruskal Wallis ( $p \leq 0,05$ ) quando não-  
23 paramétrico. A porcentagem de parasitismo variou de 88,8 em pupas de *T. arnobia*, a 100%

---

<sup>1</sup>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina, MG, Brasil. E-mail: [danjrm@gmail.com](mailto:danjrm@gmail.com) Autor para correspondência

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), 39100-000, Diamantina, Brasil.



1 para os demais hospedeiros. Pupas de *T. arnobia* produziram maior número de prole, sendo que  
2 o tamanho da progênie do parasitoide foi influenciado pela biomassa do hospedeiro. A razão  
3 sexual variou de  $0,76 \pm 0,04$  a  $0,94 \pm 0,01$ , e os maiores ciclos de desenvolvimento do parasitoide  
4 produziram prole mais longeva. Pupas de *A. diaperinus* não permitiram um bom desempenho  
5 de *P. elaeisis* na densidade testada.

6 **Palavras-chave:** Controle biológico, parasitoides, hospedeiro alternativo.

## 7 **ABSTRACT**

8           The incidence of defoliating lepidoptera is one of the factors that can regulate the  
9 production of planted forest. The parasitoid *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle  
10 (Hymenoptera: Eulophidae) stands out for the efficiency in the parasitism of pupae of these  
11 lepidoptera and can be created in different alternative hosts. With this, the objective of this  
12 study, was to evaluate the efficiency of different hosts for the best development and  
13 reproduction of *Palmistichus elaeisis*. The experimental design was completely randomized  
14 (CRD), in a heated room with temperature ranging from 23 and 27°C relative humidity between  
15 60 and 80 % and photoperiod of 12 hours with six treatments and nine replications. Pupae of  
16 *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus* *Thyrinteina arnobia*, *Spodoptera frugiperda*,  
17 *Helicoverpa zea* e *Diatraea saccharalis* they were individually placed in plastic pots and  
18 exposed to parasitism by six females during 72h. It was observed percentage of parasitism and  
19 emergence, number of emerged individuals, sexual ratio, longevity and morphometry *P.*  
20 *elaeisis*. Data were analyzed by ANOVA and when significant means were compared by Tukey  
21 test ( $p \leq 0,05$ ) or Kruskal Wallis test ( $p \leq 0,05$ ) when nonparametric. The percentage of parasitism  
22 ranged from 88.8% in pupae of *T. arnobia*, to 100% for the other hosts. Pupae of *T. arnobia*  
23 produced a higher number of offspring, and the size of the progeny of the parasitoid was  
24 influenced by host biomass. The sex ratio varied from  $0,76 \pm 0,04$  a  $0,94 \pm 0,01$ , and the more

1 parasitoid development cycles produced more offspring longeva. Pupae of *A. diaperinus* did  
2 not allow a good performance *P. elaeisis* tested in density.

3 **Key words:** Biological control, parasitoid, alternative host.

4

## 5 **INTRODUÇÃO**

6 Monoculturas florestais como as de eucalipto podem contribuir para o aumento de  
7 espécies de insetos-praga em razão da grande oferta de alimento, da menor área ocupada com  
8 vegetação natural e da redução acentuada de inimigos naturais (GARLET et al., 2013).

9 Lepidópteros desfolhadores são importantes em plantios de eucalipto, pois muitas  
10 espécies são responsáveis por surtos frequentes, principalmente a *Thyrintea arnobia* (Stoll  
11 1782) (Lepidoptera: Geometridae) (HOLTZ et al., 2003). O controle químico para esse  
12 desfolhador provoca uma série de problemas ambientais, entre eles o surgimento de insetos  
13 resistentes e a redução das populações de inimigos naturais. Isso tem motivado a busca de  
14 métodos alternativos para o controle desses insetos-praga (SANTOS et al., 2006).

15 A ocorrência de inimigos naturais em áreas de reflorestamento desempenha um papel  
16 fundamental na manutenção dos insetos-praga em uma densidade populacional abaixo daquela  
17 que causaria danos econômicos (FERNANDES et al., 1996).

18 Os parasitoides mais utilizados em programas de controle biológico pertencem à ordem  
19 Hymenoptera nas superfamílias Ichneumonoidea e Chalcidoidea (SILVA & BRITO, 2015).  
20 *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) é um  
21 endoparasitoide gregário, polífago, idiobionte e inviabiliza pupas de Lepidoptera (PEREIRA et  
22 al., 2008) e pode representar uma alternativa para o controle de lagartas desfolhadoras de  
23 eucalipto (PEREIRA; ZANUNCIO, 2005).

24 O custo de criação de parasitoides é um desafio para a comercialização e uso em  
25 programas de manejo integrado de pragas (BORTOLI et al., 2011). Uma opção à dificuldade

1 para criação de hospedeiros naturais é o uso de hospedeiros alternativos ou de substituição.  
2 Esses devem apresentar baixos custos de produção, ocorrer durante todo o ano, ser de fácil  
3 manutenção e fornecer nutrição adequada sem, no entanto, reduzir sua eficiência no campo  
4 (PEREIRA et al., 2009; ZANUNCIO et al., 2008).

5 Insetos das ordens Lepidoptera e Coleoptera podem ser utilizados como hospedeiros  
6 alternativos para o desenvolvimento de parasitoides de pupas (PEREIRA et al., 2008; 2009;  
7 ZANUNCIO et al., 2008).

8 Entre os coleópteros da família Tenebrionidae destaca-se *Tenebrio molitor* Linnaeus,  
9 1785, comumente utilizado para a alimentação de diversos grupos animais (HOFFMANN et  
10 al., 2005) e já é usado, inclusive, como hospedeiro alternativo para *P. elaeisis* (ZANUNCIO et  
11 al. 2008). *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) devido sua fácil criação em laboratório  
12 (HOFFMANN et al., 2005), também pode ter potencial para esse fim.

13 Os lepidópteros *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae),  
14 *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1808) (Lepidoptera:  
15 Noctuidae) podem ser criadas em dieta artificial em laboratório (GREENDE et al., 1976;  
16 PANTOJA et al., 1987; POITOUT & BUES, 1974). Os insetos criados em meios artificiais têm  
17 facilitado uma série de pesquisas, como aquelas ligadas à sua própria biologia, ecologia e  
18 genética, além de contribuir, também, para a multiplicação de inimigos naturais (HOFFMANN-  
19 CAMPO et al., 1985).

20 O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes hospedeiros das ordens  
21 Coleoptera e Lepidoptera para o melhor desenvolvimento e reprodução do parasitoide *P.*  
22 *elaieisis*.

23

24

25

## 1 MATERIAL E MÉTODOS

2 O trabalho foi conduzido no Laboratório de Controle Biológico da Universidade Federal  
3 dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Diamantina - Minas Gerais, em sala  
4 climatizada, com temperatura variando entre 23 e 27°C, umidade relativa entre 60 e 80% e  
5 fotoperíodo de 12 horas. O parasitoide *P. elaeisis* foi obtido da criação desse Laboratório, onde  
6 tem sido mantido em potes plásticos de 500 ml com pupas recém-formadas de *T. molitor* e  
7 gotículas de mel para alimentação dos adultos.

8 Os lepidópteros *D. saccharalis*, *S. frugiperda*, *H. zea* foram criados em potes plásticos  
9 de 100 ml (lagartas) e gaiolas cilíndricas de pvc com diâmetro de 20 cm e altura de 50 cm  
10 (adultos), em sala climatizada nas mesmas condições descritas. As lagartas foram alimentadas  
11 com dieta artificial (GREENE et al., 1976, PANTOJA et al., 1987, POITOUT & BUES 1974)  
12 e os adultos com solução contendo água, glicose de milho, açúcar e ácido ascórbico  
13 (OLIVEIRA et al., 1990). Lagartas de *T. arnobia* foram coletadas em plantios de eucalipto no  
14 município de Couto de Magalhaes de Minas-MG, essas foram confinadas em gaiolas de madeira  
15 com tela de náilon e tampa de vidro, com 30x30x30cm. Foram colocados galhos de *Eucalyptus*  
16 *cloeziana* para alimentação das lagartas até a formação das pupas, as quais foram utilizadas  
17 neste bioensaio.

18 Os coleópteros *T. molitor* e *A. diaperinus* foram criados em bandejas de plástico  
19 (42x26x7cm) e alimentados com farelo de trigo e ração para coelhos, respectivamente. Para a  
20 hidratação tanto de larvas como adultos, foi fornecido uma fatia de chuchu (*Sechium edule*  
21 (Jacq.) Swartz ) ou cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. L.), para ambas as espécies (FRAENKEL  
22 et al., 1950).

23 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e nove  
24 repetições. Cada repetição consistiu de pupas constituindo os seguintes tratamentos, com seus  
25 pesos médios: T1: *T. molitor* (112,42±6,09mg); T2: *A. diaperinus* (15,88±0,6mg); T3: *T.*

1 *arnobia* (547,12±40,78mg), T4: *S. frugiperda* (299,41±16,83); T5: *H. zea* (418,16±15,09mg) e  
2 T6: *D. saccharalis* (109,93±9,35mg), com menos de 24 horas de idade. Cada uma delas foi  
3 individualizada em potes plásticos de 250 ml e exposta ao parasitismo por seis fêmeas de *P.*  
4 *elaeisis* (SOARES et al., 2009). Estas não tiveram experiência prévia de oviposição e  
5 permaneceram com o hospedeiro por 72 horas, sendo alimentadas com uma gota de mel.

6 Foi observada a porcentagem do parasitismo, porcentagem de emergência, número de  
7 indivíduos emergidos, número de fêmeas produzidas por fêmeas e razão sexual, calculada pela  
8 fórmula:  $RS = (n^{\circ}\text{♀}/n^{\circ}\text{♂}+n^{\circ}\text{♀})$ .

9 Para avaliação da longevidade foi utilizado um casal de cada repetição. O sexo dos  
10 indivíduos foi determinado com base nas características morfológicas da antena e do abdome  
11 (DELVARE & LASALLE, 1993). Estes foram acondicionados em tubos de ensaio de  
12 14x2,2cm, tampados com um chumaço de algodão e alimentados com uma gota de mel. Após  
13 a morte, estes foram submetidos à análise das variáveis morfométricas. O tamanho da cápsula  
14 cefálica foi mensurado na altura mediana dos olhos. O comprimento do corpo, na linha mediana  
15 do dorso, da cabeça à extremidade abdominal. Além disso, foi obtido o comprimento da tíbia  
16 posterior. Para estas medições utilizou-se uma câmera Optika OPTIKAM B5 acoplada a um  
17 microscópio estereoscópio com o software Optika Vision Lite 2.1.

18 Um dos hospedeiros proporcionou baixo percentual de emergência do parasitoide,  
19 inviabilizando sua análise estatística devido baixa quantidade de dados. Neste caso, foi feita  
20 análise descritiva. Os demais dados foram submetidos aos testes de homocedasticidade e  
21 normalidade dos resíduos. Não atendido esses pressupostos estes foram transformados, segundo  
22 tendência de distribuição. Foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) e no caso de  
23 normalidade, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Quando isso não  
24 ocorreu, utilizou-se o teste kruskal-Wallis ( $p \leq 0,05$ ). Neste caso, foram realizadas comparações  
25 entre tratamentos, unicaudal e bicaudal.

1 Todos os testes foram conduzidos com auxílio do software R versão 0.99.903 (R CORE  
2 TEAM, 2016), Pacote ExpDes.pt e Pglm (FERREIRA et al., 2013; GIRAUDOUX, 2016).

#### 4 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

5 A porcentagem de parasitismo de *P. elaeisis* variou de 88,8% em pupas *T. arnobia*, a  
6 100% em pupas de *T. molitor*, *A. diaperinus*, *S. frugiperda*, *H. zea* e *D. saccharalis* (Figura 1).  
7 Porcentagens de 100% de parasitismo já foram encontradas sobre pupas de *S. frugiperda* e *T.*  
8 *molitor* (BITTENCOURT & BERTI FILHO, 1999; ZANUNCIO et al., 2008). Pupas de *T.*  
9 *arnobia* apresentaram menor porcentagem de parasitismo, possivelmente, devido à alimentação  
10 das lagartas. A eficiência do parasitismo de *P. elaeisis* nessa espécie foi afetada quando as  
11 lagartas alimentaram-se de *Psidium guajava* ou *Eucalyptus cloeziana* (CAMILO et al., 2015).  
12 Além disso, já foi evidenciado um melhor desempenho de *T. arnobia* em folhas de goiabeira  
13 do que em eucalipto (OLIVEIRA et al., 2005; SANTOS et al., 2000).

14 A porcentagem de emergência de *P. elaeisis* sobre os diferentes hospedeiros foi superior  
15 a 87% (Figura 1). Esse valor pode considerado satisfatório para esse parasitoide  
16 (BITTENCOURT & BERTI FILHO, 1999). Pupas de *A. diaperinus* proporcionaram baixa  
17 porcentagem de emergência com apenas 22,2%. Fêmeas de parasitoides podem regular o  
18 tamanho da postura e distinguir hospedeiros não parasitados, parasitados ou superparasitados  
19 (SAGARRA et al., 2000a). Porém, em confinamento, as pupas de *A. diaperinus* podem ter  
20 sofrido superparasitismo, possivelmente, devido a menor biomassa do hospedeiro em relação à  
21 densidade de parasitoides. A acentuada competição interna das larvas de parasitoide por  
22 alimento, poderia impossibilitar a emergência dos adultos, atuando como um mecanismo de  
23 regulação da população (PARRA et al., 2002). No entanto, estudos envolvendo a densidade do  
24 parasitoide (PASTORI et al., 2012; SAGARRA et al., 2000a) em pupas desta espécie poderiam  
25 ser conduzidos para verificar a sua adequação.

1 Os hospedeiros estudados afetaram a duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *P. elaeisis*  
2 ( $p=0,033$ ;  $gl=4$ ) (Tabela1). Pupas de *T. arnobia* possibilitaram o desenvolvimento do  
3 parasitoide em menor tempo ( $24,6\pm 1,04$  dias). Por outro lado, o desenvolvimento mais longo  
4 foi em pupas de *H. zea* ( $28,9\pm 0,7$  dias). Valores como estes já foram observados em pupas de  
5 *Bombyx mori* (28 dias) quando submetidas ao parasitismo de fêmeas desta espécie de  
6 parasitoide com idade de 24h (PEREIRA et al., 2009). Em pupas dos lepidópteros *D.*  
7 *saccharalis* e *S. frugiperda* a duração do ciclo de vida foi de  $26,6\pm 1,20$  e  $25,9\pm 0,96$  dias,  
8 respectivamente. Bittencourt & Berti Filho, (2004) encontraram valores inferiores para esses  
9 hospedeiros (19,5 e 19,7 dias). Possivelmente essa variação pode ser devido ao uso de diferentes  
10 densidades do parasitoide por pupas (PEREIRA et al., 2009) e o estado nutricional dos  
11 hospedeiros (VINSON & BARBOSA, 1987). A duração de ciclo de *P. elaeisis* em *T. arnobia*,  
12 alimentada com *E. cloeziana* foi de  $25,17\pm 1,45$  dias (CAMILO et al., 2015) próximos aos  
13 encontrados neste trabalho ( $24,6\pm 1,04$ ). É importante salientar que em uma criação massal de  
14 inimigos naturais o desejado é que os insetos possuam uma menor duração no ciclo de vida, o  
15 que possibilitaria a formação de mais gerações em um determinado período. Além disso, uma  
16 possível consequência vantajosa, é que no caso de liberações no campo, o crescimento  
17 populacional do parasitoide pode ser mais rápido que o da praga (CHICHERA et al., 2012).

18 Os parasitoides oriundos de pupas de *A. diaperinus* gastaram  $42,5\pm 0,24$  dias para  
19 completarem o ciclo. Normalmente a duração do ciclo de vida desta espécie é bem mais curta.  
20 Valores elevados como este ainda não foram constatados e podem ser considerados altos.  
21 Possivelmente isso pode ser devido a resposta imune do hospedeiro contra imaturos do  
22 parasitoide (SCHMID-HEMPEL, 2005).

23 A produção de descendentes por fêmea de *P. elaeisis* foi maior em pupas de *T. arnobia*  
24 ( $p=0,05$ ;  $gl=4$ ) ( $265,6\pm 28,88$  indivíduos) (Tabela 2). Essa diferente proporção de parasitoides  
25 emergidos pode estar diretamente relacionada com a biomassa dos hospedeiros. Trabalhos

1 envolvendo lepidópteros não evidenciaram diferenças no número total de parasitoides, no  
2 entanto todos eles possuíam massa corpórea semelhante (BITTENCOURT & BERTI FILHO,  
3 1999). Já era esperada uma diferença na quantidade de prole gerada uma vez que o tamanho do  
4 hospedeiro pode proporcionar mais espaço e recursos, para alimentação e sobrevivência do  
5 parasitoide (GODFRAY, 1994). Os demais hospedeiros produziram menores quantidades do  
6 parasitoide. Pupas de *T. molitor*, *D. saccharalis*, *H. zea* e *S. frugiperda* proporcionaram prole  
7 de *P. elaeisis* de  $67,3 \pm 6,55$ ,  $73 \pm 4,4$ ,  $142,4 \pm 18,13$  e  $161,9 \pm 11,52$  indivíduos, respectivamente.  
8 Outros autores encontraram prole de e  $70,07 \pm 2,50$  e  $111,60 \pm 2,19$  para *T. Molitor* e *D.*  
9 *saccharalis*, respectivamente (CHICHERA et al., 2012; ZANUNCIO et al., 2008). Quantidade  
10 semelhante de descendentes produzidos nesses hospedeiros aos encontrados neste trabalho  
11 pode ser devido à biomassa equivalente. No entanto, outros estudos devem ser feitos para se  
12 confirmar esse fato, pois a competição, tamanho e idade do parasitoide, além do número de  
13 ovos encapsulados pelo hospedeiro podem, também, afetar o número de descendentes  
14 (GODFRAY, 1994; SAGARRA et al., 2000b).

15 A razão sexual do parasitoide em pupas de *A. diaperinus* foi  $0,76 \pm 0,04$ . Os demais  
16 hospedeiros proporcionaram essa razão variando de  $0,89 \pm 0,01$  a  $0,94 \pm 0,01$  (Tabela 1) e foram  
17 analisados estatisticamente, apresentando diferenças entre si ( $p < 0,01$ ;  $gl = 4$ ). Pupas de *T.*  
18 *arnobia* produziram uma maior proporção de fêmeas ( $0,95 \pm 0,01$ ). A obtenção de um elevado  
19 número de fêmeas na progênie é importante para sistemas de criação massal, experimentos de  
20 laboratórios e seleção de indivíduos para liberação no campo (AMALIN et al., 2005, JERVIS  
21 et al., 2005, VREYSEN & ROBINSON, 2010). Além disso, a razão sexual favorece a retenção  
22 dos parasitoides no campo e a alta proporção de fêmeas nas liberações é um importante fator  
23 para um controle eficiente, pois estas são as responsáveis pelo parasitismo e produção de  
24 progênie (VACARI et al., 2012). Valores da razão sexual de *P. elaeisis* encontrados nesse  
25 estudo  $0,94 \pm 0,00$ ;  $0,91 \pm 0,01$  e  $0,89 \pm 0,01$  para *T. molitor* *D. saccharalis* e *S. frugiperda*,



1 respectivamente, foram semelhantes aos observados em outros trabalhos com esses mesmos  
2 hospedeiros e considerados satisfatórios para criação massal deste parasitoide (ZANUNCIO et  
3 al., 2008; PEREIRA, 2009; BITTENCOURT & BERTI FILHO 2004). A baixa razão sexual  
4 encontrada quando o parasitoide se desenvolveu em pupas de *A. diaperinus* reforça a ideia que  
5 a densidade utilizada neste hospedeiro não foi adequada (ZAKI et al., 1994).

6 A longevidade da progênie oriunda dos diferentes hospedeiros neste estudo variou de  
7  $15 \pm 0$  a  $27,56 \pm 2,43$  dias a  $18 \pm 1,09$  a  $29,67 \pm 1,08$  dias para machos e fêmeas, respectivamente  
8 (Tabela 1). Adultos machos ( $p=0,05$ ;  $gl=4$ ) e fêmeas ( $p<0,01$ ;  $gl=4$ ) emergidos de pupas de *T.*  
9 *molitor* foram mais longevos que os demais tratamentos. Essa característica é importante, pois,  
10 em criações massais de parasitoides a capacidade de sobrevivência é um dos requisitos para o  
11 controle de qualidade (VAN LENTEREN, 2000). Pupas de *T. arnobia* apesar de possibilitarem  
12 ao *P. elaeisis* menor ciclo de vida e maior quantidade de descendentes, produziram indivíduos  
13 menos longevos. Pupas de *H. zea*, porém, proporcionaram aos parasitoides maior ciclo de vida  
14 e longevidade do que aqueles oriundos de *T. arnobia*. Possivelmente, parasitoides emergidos  
15 de pupas desta espécie possuíram menor ciclo de desenvolvimento em virtude da competição  
16 interna dos seus imaturos por nutrientes (GODFRAY, 1994). Em contrapartida, *P. elaeisis* teve  
17 um maior ciclo de vida em pupas de *H. zea* e alocaram mais energia para a sobrevivência  
18 durante a vida livre. A longevidade de machos e fêmeas de *P. elaeisis* oriundos das pupas de *S.*  
19 *frugiperda* ( $18,78 \pm 1,82$  e  $21,33 \pm 2,08$ ) e *D. saccharalis* ( $26,13 \pm 1,39$  e  $26,63 \pm 2,12$ ) encontrados  
20 nesse trabalho foram superiores aos encontrados por Bittencourt e Berti Filho (2004).  
21 Possivelmente a disponibilidade e qualidade do alimento para os imaturos influenciaram na  
22 sobrevivência quando adultos.

23 Não foram encontradas diferenças significativas para o tamanho da tibia dos machos  
24 ( $p=0,097$ ;  $gl=4$ ) e fêmeas ( $p=0,2455$   $gl=4$ ) de *P. elaeisis* emergidos dos hospedeiros em estudo  
25 (Tabela 2). Porém, esse parasitoide apresentou maior cápsula cefálica ( $p<0,01$ ;  $gl=4$ ), ( $p=0,05$ ;

1 gl= 4) e maior tamanho do corpo ( $p=0,05$ ;  $gl= 4$ ), ( $p<0,01$ ;  $gl= 4$ ) quando emergiram de pupas  
2 de *H. zea* e *T. arnobia* (exceção dos machos) e que, por sinal, foram os hospedeiros com maior  
3 massa corpórea. O maior tamanho de adultos de *P. elaeisis* pode ser devido a menor competição  
4 dos imaturos por nutrientes (BITTENCOURT & BERTI FILHO, 2004) em pupas de *D.*  
5 *saccharalis*. Parâmetros morfométricos dos parasitoides emergidos de pupas de *A. diaperinus*,  
6 apesar de não analisados estatisticamente, parecem ser menores que dos demais tratamentos. A  
7 competição interna de *P. elaeisis* por alimento e espaço neste hospedeiro pode ter ocasionado  
8 um menor tamanho desses parasitoides (PEREIRA et al., 2009).

9 A escolha de um hospedeiro para a criação massal que produza indivíduos maiores é  
10 bem vantajosa. O tamanho do corpo tem correlação positiva com diversos indicadores de  
11 qualidade que podem indicar a eficiência de parasitoides, como longevidade, preferência para  
12 cópula, fecundidade, longevidade reprodutiva, emergência da progênie e razão sexual  
13 (PASTORI et al., 2012).

14

## 15 CONCLUSÕES

16

- 17 • Os hospedeiros testados (*T. molitor*, *T. arnobia*, *S. frugiperda*, *H. zea* e *D. saccharalis*)  
18 possibilitaram a criação de *P. elaeisis* e podem ser utilizados em programas de controle  
19 biológico;
- 20 • O número de parasitoides emergidos e sua morfometria foram influenciados pela biomassa  
21 do hospedeiro;
- 22 • Pupas de *A. diaperinus* não permitiu um bom desempenho de *P. elaeisis* na densidade  
23 testada.

24

25

1 **REFERÊNCIAS**

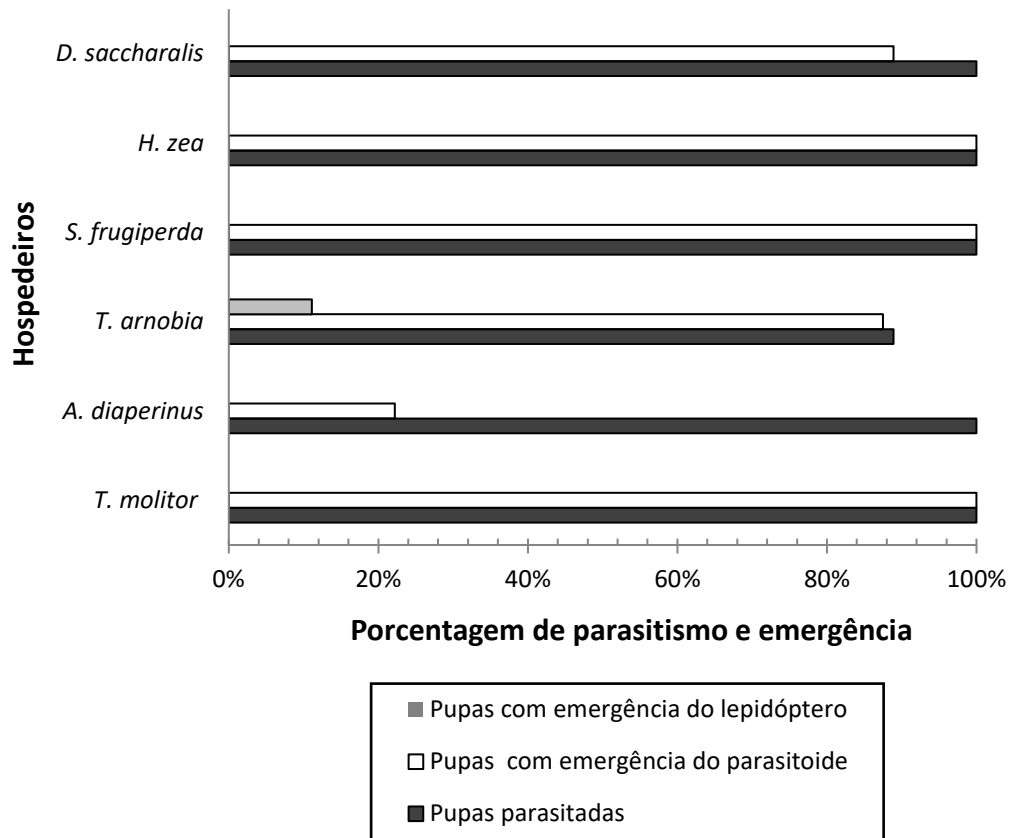
- 2 AMALIN, D.M. et al. Effects of host age, female parasitoid age, and host plant on parasitism  
3 of *Ceratogramma etiennei* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Florida Entomologist**, v.88,  
4 n.1, p.77-82, 2005.
- 5 BITTENCOURT, M.A.L.; BERTI FILHO, E. Desenvolvimento dos estágios imaturos de  
6 *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de Lepidoptera.  
7 **Revista Brasileira de Entomologia**, v.48, n.1, p.65-68, 2004.
- 8 BITTENCOURT, M.A.L.; BERTI FILHO, E. Preferência de *Palmistichus elaeisis* por pupas  
9 de diferentes lepidópteros pragas. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.1281-1283, 1999.
- 10 BORTOLI, S.A. et al. Comparative biology and production costs of *Podisus nigrispinus*  
11 (Hemiptera: Pentatomidae) when fed different types of prey. **Biological Control**, v.58, p.127-  
12 132, 2011.
- 13 CAMILO, S.S. et al. Plantas hospedeiras de *Thyrintaina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae)  
14 afetam o desenvolvimento do parasitoide *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae).  
15 **Revista Árvore**, v.39, n.1, p.159-166, 2015.
- 16 CHICHERA, R.A. et al. Capacidade de busca e reprodução de *Trichospilus diatraeae* e  
17 *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis*  
18 (Lepidoptera: Crambidae). **Revista Interciência**, v.37 n.11, p.852-856, 2012.
- 19 DELVARE, G.; LASSALE, J. A new genus of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae) from  
20 the neotropical region, with the description of a new species parasitica on key pests of oil palm.  
21 **Journal of Natural History**, v.27, n.1, p.435-444, 1993.
- 22 FERNANDES, L.G. et al. Aspectos biológicos de *Brontocoris tabidus* Signorete, 1852 e  
23 *Podisus nigrispinus* Dallas, 1851 (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Cerne**, v.2, n.1, p.1-10,  
24 1996.
- 25

- 1 FERREIRA, E. B. et al. (2013). ExpDes.pt: Experimental Designs pacakge (Portuguese). R  
2 package version 1.1.2.
- 3 FRAENKEL, G. et al. The nutrition of the mealworm, *Tenebrio molitor* L. (Tenebrionidae, e,  
4 Coleoptera). **Physiological Zoology**, v.23, n.2 p.92-108. 1950.
- 5 GARLET, J. et al. *Leptocybe invasa* em Eucalyptus sp. no estado do Rio Grande do Sul, Brasil.  
6 **Ciência Rural**, v.43, n.12, p.2175-2177, 2013.
- 7 GIRAUDOUX, P. (2016). pgirmess: Data Analysis in Ecology. R package version  
8 1.6.4.<https://CRAN.R-project.org/package=pgirmess>
- 9 GODFRAY, H.C.J. **Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology**. Princeton: Waage  
10 J.K., Greathead D. (eds.) Insect Parasitoids.Academic Press, 1994, 488p. ISBN:  
11 9780691000473.
- 12 GREENDE, G.L. et al. Velvetbean caterpillar: a rearing produce an artificial medium. **Journal**  
13 **of Economic Entomology**, College Park, v.69, n.4, p.487-488, 1976. ISSN 0085-5626.
- 14 HOFFMANN, L.G. et al. Imobilização de larvas de *Ulomoides dermestoides* (Coleoptera,  
15 Tenebrionidae) sob baixa temperatura. **Biociências**, v.13, n.2, p.119-121, 2005.
- 16 HOFFMANN-CAMPO, C.B. et al. **Criação massal da lagarta da soja *Anticarsia***  
17 ***Gemmatalis***. EMBRAPA/CNPSo, 1985, 23p.
- 18 HOLTZ, A.M. et al. Desempenho de *Thyrinteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) em  
19 eucalipto e goiaba: o hospedeiro nativo não é um bom hospedeiro? **Neotropical Entomology**,  
20 v.32, n.3, p.427-431, 2003.
- 21 JERVIS, M.A. et al. The Life-cycle. In: JERVIS, M.A. (Eds.). **Insects as Natural Enemies: A**  
22 **Practical Perspective**, Springer, Netherlands, 2005, 73-165p. ISBN 978-1-4020-2625-6.
- 23 MILWARD-DE-AZEVEDO, E.M. et al. Desempenho reprodutivo de *Nasonia vitripennis*  
24 Walker (Hymenoptera: Pteromalidae) em pupas crio conservadas de *Chrysomia megacephala*

- 1 Fabricius (Diptera: Calliphoridae): Avaliação preliminar. **Ciência Rural**, v.34, n.01, p.207-  
2 211, 2004.
- 3 OLIVEIRA, H.N. et al Rearing of *Thyrintina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) on Guava  
4 and Eucalyptus in laboratory. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, n.5,  
5 p.801-806, 2005.
- 6 OLIVEIRA, L.J. et al. Biologia da Lagarta-do-cartucho em milho cultivado em solo corrigido  
7 para três níveis de alumínio. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v.25, n.2, p.157-166, 1990.
- 8 PANTOJA, A. et al. Development of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)  
9 (Lepidoptera: Noctuidae), strains from Louisiana and Puerto Rico. **Environmental**  
10 **Entomology**, v.16, n.1, p.116-119, 1987.
- 11 PARRA, J.R.P. et al. **Controle biológico no Brasil: Parasitoides e predadores**. São Paulo:  
12 Manole, p.125-142, 2002.
- 13 PASTORI, P.L. et al. Densidade de fêmeas de *Palmistichus elaeisis* Delvare & Lasalle, 1993  
14 (Hymenoptera: Eulophidae) para sua reprodução em pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner,  
15 1818 (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.79, n.4, p.525-532, 2012.
- 16 PEREIRA, F.F. et al. Reproductive performance of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera:  
17 Eulophidae) with previously refrigerated pupae of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae).  
18 **Brazilian Journal of Biology**, v.69, n.3 p.865-869, 2009.
- 19 PEREIRA, F.F. et al. Species of Lepidoptera defoliators of *Eucalyptus* as new host for the  
20 parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Brazilian Archives of Biology**  
21 **and Technology**, v.51, n.2 p.259-262, 2008.
- 22 PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, J.C. *Palmistichus elaeisis*, uma alternativa de controle para a  
23 lagarta parda do eucalipto. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecologia**, v.76, n.1, p.89-91,  
24 2005.

- 1 POITOUT, S.; BUES, R. Élevage des chenilles de vingthuit especes de lépidoptères Noctuidae  
2 et de deux especes d'Arctiidae sur milieu artificieei simple. Particularités de l'élevage selon les  
3 especes. **Annales de Zoologie Ecologie Animale**, v.6 n.3 p.431-441, 1974.
- 4 R CORE TEAM (2016). R: A language and environment for statistical computing. R  
5 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- 6 SAGARRA, L.A. et al. Immune response of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus*  
7 Green (Homoptera: Pseudococcidae), to oviposition of the parasitoid *Anagyrus kamali* Moursi  
8 (Hymenoptera: Encyrtidae). **Journal of Insect Physiology**, v. 46, n.3 p. 647-653, 2000b.
- 9 SAGARRA, L.A. et al. Mutual interference among female *Anagyrus kamali* Moursi  
10 (Hymenoptera: Encyrtidae) and its impact on fecundity, progeny production and sex ratio.  
11 **Biocontrol Science and Technology**, v.10, n.3 p. 239-244, 2000a.
- 12 SANTOS, A.C. et al. Seletividade de defensivos agrícolas aos inimigos naturais. In: PINTO,  
13 A.S. et al. (Ed.). **Controle biológico de pragas na prática**. CP2, p.221-227, 2006.
- 14 SANTOS, G.P.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C. Desenvolvimento de *Thyriniteina*  
15 *arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) em folhas de *Eucalyptus urophylla* e *Psidium*  
16 *guajava*. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.29, n.1, p.13-22, 2000.
- 17 SCHMID-HEMPEL P. Evolutionary ecology of insect immune defenses. **Annual Review of**  
18 **Entomology**.50: p.529-551, 2005.
- 19 SCHMIDT, O. et al. **Innate immunity and its evasion and suppression by Hymenoptera**  
20 **endoparasitoid**. *BioEssays*. 234: p.344-351, 2001.
- 21 SILVA A.S. et al. Ciclo biológico do cascudinho *Alphitobius diaperinus* em laboratório. **Acta**  
22 **Scientiae Veterinariae**, v.33, n.2 p.177-181, 2005.
- 23 SOARES, M.A. et al. Superparasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) y  
24 comportamiento de defensa de dos hospederos. **Revista Colombiana de Entomología**. v.35  
25 n.1 p. 62-65, 2009.

- 1 VACARI, A.M. et al. Quality of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) reared at different  
2 host densities and the estimated cost of its commercial production. **Biological Control**, v.63,  
3 n.2, p.102-106, 2012.
- 4 VAN LENTEREM, J.C. Controle de qualidade de agentes de controle biológico produzidos  
5 massalmente: conhecimento, desenvolvimento e diretrizes, In: BUENO, V.H.P. (Ed.).  
6 **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Cap.2, p.21-40 2000.
- 7 VINSON, S.B.; BARBOSA, P. Interrelationships of nutritional ecology of parasitoids. In:  
8 SLANSKY JR., F.; RODRIGUES, J.G. (Ed.) **Nutritional ecology of insects, mites, spiders,**  
9 **and related invertebrates**, cap.21, p.673-695, 1987.
- 10 VREYSEN, M.J.B.; ROBINSON, A.S. Ionising radiation and area-wide management of insect  
11 pests to promote sustainable agriculture. A review. **Agronomy for Sustainable Development**,  
12 v.1, n.1 p.1-18, 2010.
- 13 ZAKI, F.N. et al. Some biological factors affecting the production of the laval parasitoid *Bracon*  
14 *brevicornis* Wesm. (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Applied Entomology**. v.118, n.1,  
15 p.413-418, 1994.
- 16 ZANUNCIO, J.C. et al. *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae), a new  
17 alternative host to rear the pupae parasitoid *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle  
18 (Hymenoptera: Eulophidae). **The Coleopterists Bulletin**, v. 62, n. 01, p. 64-66, 2008.
- 19  
20  
21  
22  
23  
24  
25



1

2 **Figura 1.** Porcentagem de parasitismo, e emergência de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera:

3 Eulophidae) e adultos dos hospedeiros (23 a 27°C, 60 a 80% UR e fotoperíodo de 12h).

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13



1 Tabela 1 - Média  $\pm$  erro padrão (EP) do ciclo de desenvolvimento, prole, razão sexual,  
 2 longevidade das fêmeas e longevidade dos machos da progênie de *Palmistichus elaeisis*  
 3 (Hymenoptera: Eulophidae) (23 a 27°C, 60 a 80% UR e fotoperíodo de 12h).

4

Parâmetros	Tratamentos					
	<i>Tenebrio molitor</i>	<i>Alphitobius<sup>3</sup> diaperinus</i>	<i>Thyrinteina arnobia</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	<i>Helicoverpa zea</i>	<i>Diatraea saccharalis</i>
<b>Ciclo (dias)<sup>1</sup></b>	26,7 $\pm$ 0,6ab	42,5 $\pm$ 0,50	24,6 $\pm$ 1,04b	25,9 $\pm$ 0,96ab	28,9 $\pm$ 0,7a	26,6 $\pm$ 1,20ab
<b>Prole<sup>2</sup></b>	67,3 $\pm$ 6,55b	6 $\pm$ 1,00	265,6 $\pm$ 32,74a	161,9 $\pm$ 11,52a	142,4 $\pm$ 18,13ab	73 $\pm$ 4,67b
<b>Razão sexual (<math>\frac{\text{♀}}{\text{♀}+\text{♂}}</math>)<sup>1</sup></b>	0,94 $\pm$ 0,00ab	0,76 $\pm$ 0,04	0,95 $\pm$ 0,01a	0,89 $\pm$ 0,01c	0,89 $\pm$ 0,01c	0,91 $\pm$ 0,01bc
<b>Longevidade ♂ (dias)<sup>2</sup></b>	27,56 $\pm$ 2,43a	15 $\pm$ 0,00	15,29 $\pm$ 1,15c	18,78 $\pm$ 1,82c	19,22 $\pm$ 1,53bc	26,13 $\pm$ 1,39ab
<b>Longevidade ♀ (dias)<sup>1</sup></b>	29,67 $\pm$ 1,08a	18 $\pm$ 3,00	18 $\pm$ 1,24c	21,33 $\pm$ 2,08bc	21,78 $\pm$ 1,95bc	26,63 $\pm$ 2,12ab

5

6 <sup>1</sup>As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

7 <sup>2</sup>As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis  
 8 (P<0,05).

9 <sup>3</sup>Médias não foram submetidas a análise estatística.

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

1 Tabela 2 - Média  $\pm$  erro padrão (EP) do comprimento do corpo, largura da cápsula cefálica e  
 2 comprimento da tibia posterior de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) (23 a  
 3 27°C, 60 a 80% UR e fotoperíodo de 12h)

Parâmetros Morfométricos	Tratamentos					
	<i>Tenebrio molitor</i>	<i>Alphitobius<sup>3</sup> diaperinus</i>	<i>Thyrinteina arnobia</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>	<i>Helicoverpa zea</i>	<i>Diatraea saccharalis</i>
Corpo (mm) ♀ <sup>1</sup>	1,90 $\pm$ 0,03ab	1,41 $\pm$ 0,02	2,05 $\pm$ 0,06a	1,93 $\pm$ 0,05ab	2,02 $\pm$ 0,04a	1,81 $\pm$ 1,03b
Corpo (mm) ♂ <sup>2</sup>	1,38 $\pm$ 0,02ab	0,87 $\pm$ 0,01	1,42 $\pm$ 0,01ab	1,43 $\pm$ 0,05ab	1,46 $\pm$ 0,04a	1,31 $\pm$ 0,04b
Cápsula cefálica (mm) ♀ <sup>2</sup>	0,49 $\pm$ 0,02a	0,3 $\pm$ 0,04	0,56 $\pm$ 0,02a	0,59 $\pm$ 0,11a	0,55 $\pm$ 0,02a	0,47 $\pm$ 0,01a
Cápsula cefálica (mm) ♂ <sup>1</sup>	0,38 $\pm$ 0,01ab	0,26 $\pm$ 0,01	0,41 $\pm$ 0,02a	0,39 $\pm$ 0,01a	0,41 $\pm$ 0,02a	0,33 $\pm$ 0,01b
Tibia posterior ♀ (mm) <sup>1</sup>	0,54 $\pm$ 0,03a	0,35 $\pm$ 0,02	0,58 $\pm$ 0,02a	0,58 $\pm$ 0,03a	0,56 $\pm$ 0,02a	0,51 $\pm$ 0,03a
Tibia posterior ♂ (mm) <sup>1</sup>	0,43 $\pm$ 0,02a	0,27 $\pm$ 0,01	0,45 $\pm$ 0,02a	0,41 $\pm$ 0,02a	0,44 $\pm$ 0,02a	0,38 $\pm$ 0,01a

4

5 <sup>1</sup>As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

6 <sup>2</sup>As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis  
 7 (P<0,05).

8 <sup>3</sup> Médias não foram submetidas a análise estatística.

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

## **CAPÍTULO II**

***Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) criado em *Tenebrio molitor*  
(Coleoptera: Tenebrionidae) submetido a diferentes dietas**

Normas da Revista Ciência Rural  
(ABNT (NBR 6023/2000))

1 ***Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) criado em *Tenebrio molitor* (Coleoptera:**  
2 **Tenebrionidae) submetido a diferentes dietas**

3 ***Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) created in *Tenebrio molitor***  
4 **(Coleoptera: Tenebrionidae) submitted to different diets**

5  
6 **Daniel Júnior Martins<sup>3</sup>;Sebastião Lourenço de Assis Júnior<sup>4</sup>**

7  
8 **RESUMO**

9 Parte dos processos ecológicos, fisiológicos e comportamentais dos insetos está ligada  
10 à sua nutrição. O tipo de dieta pode influenciar o desenvolvimento do inimigo natural e afetar  
11 seu desempenho reprodutivo. Com isso, objetivou-se neste trabalho, avaliar o desenvolvimento  
12 e reprodução de *Palmistichus elaeisis* expostas ao parasitismo de pupas de *Tenebrio molitor*  
13 criadas em diferentes dietas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC),  
14 em sala climatizada com temperatura variando entre 23 e 27°C, umidade relativa entre 60 e  
15 80% e fotoperíodo de 12 horas, com seis tratamentos e 10 repetições. Pupas de *T. molitor*  
16 geradas em seis dietas diferentes (farelo de trigo, fubá de milho, ração peletizada para coelhos,  
17 ração para aves poedeiras: farelada, peletizada e triturada) foram individualizadas em potes  
18 plásticos e expostas ao parasitismo por seis fêmeas de *P. elaeisis* durante 72h. Foi observado a  
19 porcentagem de parasitismo e emergência, número de indivíduos emergidos, razão sexual,  
20 longevidade e morfometria. Foi realizado também uma análise bromatológica com pupas de *T.*  
21 *molitor* e as dietas. Os dados foram submetidos à ANOVA e quando significativos as médias  
22 foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) ou teste kruskal Wallis ( $p \leq 0,05$ ) quando não-

---

<sup>3</sup>Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina, MG, Brasil. E-mail: [danjrm@gmail.com](mailto:danjrm@gmail.com) Autor para correspondência

<sup>4</sup>Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), 39100-000, Diamantina, Brasil.

1 paramétrico. A porcentagem de parasitismo e emergência foi de 100% em ambos os  
2 tratamentos. Não houve diferença no ciclo de vida, número da prole e longevidade do  
3 parasitoide. Pupas formadas com fubá de milho geraram prole com menor razão sexual e menor  
4 comprimento da tíbia. A dieta para *T. molitor* a base de fubá de milho não foi adequada para a  
5 reprodução de *P. elaeisis*.

6 **Palavras-chave:** hospedeiro alternativo, controle biológico, parasitismo.

7

## 8 **ABSTRACT**

9 Part of the ecological processes, physiological and behavioral of insects is linked to  
10 their nutrition. The type of diet can influence the development of the natural enemy and affect  
11 their reproductive performance. With this, the objective of this study, was to evaluate  
12 development and reproduction exposed *Palmistichus elaeisis* the parasitism pupae of *Tenebrio*  
13 *molitor* created in different diets. The experimental design was completely randomized (CRD),  
14 in a heated room in a room with temperature ranging from 23 and 27°C, relative humidity  
15 between 60 and 80 % and photoperiod of 12 hours with six treatments and ten replications.  
16 Pupae of *T. molitor* generated in six different diets (wheat bran, cornmeal, pelleted feed for  
17 rabbits, for laying birds: farewell pelleted and crushed) they were individually placed in plastic  
18 pots and exposed to parasitism by six females during 72h. The percentage of parasitism and  
19 emergency was observed, number of emerged individuals, sex reason, longevity and  
20 morphometry. It was also performed one bromatological analysis with pupae *T. molitor* and  
21 diet. Data were analyzed by ANOVA and when significant means were compared by Tukey  
22 test ( $p \leq 0,05$ ) or Kruskal Wallis test ( $p \leq 0,05$ ) when nonparametric. The percentage of parasitism  
23 and emergency was 100% in both treatments. There was no difference in the life cycle, the  
24 offspring number and longevity of the parasitoid. Pupae fed with corn meal generated offspring

1 less sex reason and shorter length of the tibia. The diet for *T molitor* based on maize corn was  
2 not adequate for a reproduction of *P. elaeisis*.

3 **Key words:** alternative host, biological control, parasitism.

4

## 5 **INTRODUÇÃO**

6 Parasitoides podem regular populações de insetos e se destacam como um dos principais  
7 grupos de inimigos naturais (JERVIS et al., 2012). Sua liberação é adequada por integrar o  
8 manejo de pragas e desta forma vêm sendo estudados com o propósito de serem utilizados em  
9 programas de controle biológico (PEREIRA et al., 2010; NAKAJIMA et al., 2012).

10 O *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) é um  
11 promissor inimigo natural de pupas de lepidópteros desfolhadores (PEREIRA et al., 2008). Por  
12 ser um endoparasitoide gregário e generalista assume um importante papel no controle destes  
13 insetos no setor florestal (ZANUNCIO et al., 2003).

14 Por ser generalista *P. elaeisis* pode parasitar pupas de diversos hospedeiros alternativos  
15 (BITTENCOURT & BERTI FILHO 1999, 2004, PEREIRA et al., 2009; ZANUNCIO et al.,  
16 2015; RODRÍGUEZ-DIMATÉ et al., 2016). Isso justifica o desenvolvimento de pesquisas para  
17 maximizar sua produção em laboratório e permitir o desenvolvimento de programas de controle  
18 biológico aplicado. A criação massal é a primeira etapa destes programas (PARRA et al., 2002).  
19 Para isso, é necessário estabelecer métodos que tenham baixo custo, fácil manutenção e que  
20 forneçam nutrição adequada às espécies (PEREIRA et al., 2010).

21 Parte dos processos ecológicos, fisiológicos e comportamentais dos insetos está ligada  
22 à sua nutrição. O tipo de dieta, artificial ou natural, pode influenciar o desenvolvimento do  
23 inimigo natural e afetar seu desempenho reprodutivo (LEMOS et al., 2003). Os aspectos  
24 nutricionais podem ser qualitativos, quando trata exclusivamente dos nutrientes exigidos do

1 ponto de vista químico. E quantitativos, quando considera a proporção de alimento ingerido,  
2 digerido e assimilado (PARRA, 2009).

3 A qualidade nutricional, tamanho, idade, resistência mecânica e capacidade de resposta  
4 imunológica a esses inimigos naturais devem ser consideradas na seleção do hospedeiro  
5 alternativo (BRODEUR & BOIVIN, 2004).

6 O *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1785 (Coleoptera: Tenebrionidae) infesta grãos  
7 armazenados, especialmente farináceos (VARGAS, 1992). Sua fase larval é fonte de proteína,  
8 proporcionando de forma prática, econômica e nutritiva a alimentação de diversas espécies em  
9 criadouros como peixes, répteis, pássaros e pequenos mamíferos (STREET, 1999). Além disso,  
10 suas larvas e pupas são, comumente, usadas em laboratório como presas/hospedeiros  
11 alternativos para criação de inimigos naturais (OTUKA et al., 2006), inclusive *P. elaeisis*  
12 (ZANUNCIO et al., 2008). Pode ser multiplicado facilmente em grandes quantidades e a baixos  
13 custos (OTUKA et al., 2006) mostrando-se uma alternativa promissora para multiplicação e  
14 liberação deste parasitoide no campo (PEREIRA et al., 2009).

15 A dieta de criação de *T. molitor* pode influenciar o seu desenvolvimento (MORALES-  
16 RAMOS et al., 2010; 2011) e, possivelmente, o desempenho dos parasitoides que se  
17 desenvolvem nesta espécie. Embora a dieta a base de farelo de trigo seja a mais utilizada para  
18 a sua criação (ZAMPERLINI et al., 1992), alguns criadores de pássaros têm usado dietas  
19 alternativas, como rações para aves poedeiras (MENEZES et al., 2014).

20 O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento e reprodução de *P. elaeisis* em  
21 pupas de *T. molitor* criadas em diferentes dietas.

22

## 23 MATERIAL E MÉTODOS

24 O trabalho foi conduzido no Laboratório de Controle Biológico da Universidade Federal  
25 dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Diamantina - Minas Gerais, em sala

1 climatizada, com temperatura variando ente 23 e 27°C, umidade relativa entre 60 e 80% e  
2 fotoperíodo de 12 horas. O parasitoide *P. elaeisis* foi obtido da criação desse Laboratório, onde  
3 tem sido mantido em potes plásticos de 500 ml com pupas recém-formadas de *T. molitor* e  
4 gotículas de mel para alimentação dos adultos.

5       Ovos de *T. molitor* foram transferidos para seis bandejas plásticas (42x26x7cm)  
6 contendo diferentes dietas, constituindo os seguintes tratamentos: T1: farelo de trigo; T2: fubá  
7 de milho; T3: ração peletizada para coelhos; T4: ração farelada para aves poedeiras; T5: ração  
8 peletizada para aves poedeiras e T6: ração triturada para aves poedeiras. Foi adicionada a  
9 bandeja uma fatia de chuchu (*Sechium edule*) ou cana-de-açúcar (*Saccharum* spp. L.), trocada  
10 semanalmente, para fornecer umidade às larvas.

11       O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e dez  
12 repetições. Cada repetição consistiu-se de uma pupa de *T. molitor* proveniente das diferentes  
13 dietas. Estas foram individualizadas em potes plásticos de 250ml e exposta ao parasitismo por  
14 seis fêmeas de *P. elaeisis* (SOARES et al., 2009). Estas não tiveram experiência prévia de  
15 oviposição e permaneceram com o hospedeiro durante 72 horas e foram alimentadas com uma  
16 gota de mel.

17       Foi observada a porcentagem do parasitismo, porcentagem de emergência, números de  
18 indivíduos emergidos, número de fêmeas produzidas por fêmeas e razão sexual, calculada pela  
19 fórmula:  $RS = (n^{\circ}\text{♀}/n^{\circ}\text{♂}+n^{\circ}\text{♀})$ .

20       Para avaliação da longevidade foi utilizado um casal de cada repetição, acondicionado  
21 em tubo de ensaio com 14x2,2 cm, tampados com um chumaço de algodão e alimentados com  
22 uma gota de mel. Após a morte estes foram submetidos à análise das variáveis morfométricas.  
23 O tamanho da cápsula cefálica foi mensurado na altura mediana dos olhos. O tamanho do corpo  
24 foi medido da linha mediana do dorso do inseto, da cabeça á extremidade abdominal. Também,  
25 foi obtido o comprimento da tibia posterior. Para estas medições utilizou-se uma câmera Optika



1 OPTIKAM B5 acoplada a um microscópio estereoscópio com o software Optika Vision Lite  
2 2.1.

3 Foi realizada análise bromatológica com as pupas de *T. molitor* submetidas a diferentes  
4 alimentações assim como as dietas utilizadas. O teor de umidade foi determinado pelo método  
5 de secagem em estufa em circulação de ar (AOAC, 1997). O valor de proteína foi calculado a  
6 partir do teor de nitrogênio total (JONES, 1941). Os lipídios totais foram determinados pelo  
7 método de extração Soxhlet, o teor de fibra foi determinado pelo método de enzimático-  
8 gravimétrico, e o teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla (AOAC, 1997). O  
9 teor de carboidratos foi calculado por diferença entre 100 e a soma das porcentagens de água,  
10 proteína, lipídeos totais, fibra e cinzas.

11 Os dados foram submetidos aos testes de homocedasticidade e normalidade dos  
12 resíduos. Não atendido esses pressupostos estes foram transformados, segundo tendência de  
13 distribuição. Foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) e no caso de normalidade, as  
14 médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Quando isso não ocorreu, utilizou-se  
15 o teste kruskal Wallis ( $p \leq 0,05$ ). Neste caso, foram realizadas comparações entre tratamentos,  
16 unicaudal e bicaudal.

17 Todos os testes foram conduzidos com auxílio do software R versão 0.99.903 (R CORE  
18 TEAM, 2016), Pacote ExpDes.pt e Pgirmess (FERREIRA et al., 2013; GIRAUDOUX, 2016).

19

## 20 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

21 A biomassa das pupas do hospedeiro alternativo *T. molitor*, oriundas da alimentação a  
22 base de fubá de milho diferiu dos demais tratamentos ( $p < 0,01$ ;  $F = 6,348$ ;  $gl = 5$ ) com média de  
23  $89,31 \pm 7,23$ mg (Tabela 1). Pupas geradas com essa alimentação tiveram menor biomassa e  
24 tamanho. Uma vez parasitado, o hospedeiro passa a ser fonte de alimento e abrigo do  
25 endoparasitoide, e seu tamanho pode influenciar o desenvolvimento, bem como a progênie do

1 inimigo natural (VINSON & BARBOSA, 1987). Em geral, hospedeiros maiores contêm mais  
2 recursos e podem ser considerados de qualidade superior, já que podem influenciar a  
3 sobrevivência e o tamanho na fase adulta (WANG et al., 2014).

4 Informações da composição centesimal de dietas fornecidas a insetos é indispensável  
5 para estudos de nutrição. É importante na escolha de uma dieta a presença de componentes  
6 essenciais do alimento (BATISTA, 1974). Embora carboidratos, proteínas e gorduras sejam  
7 não-essenciais, o inseto deve ingerir pelo menos um desses pois, produzem energia e são  
8 utilizados nos processos metabólicos (BECK & REESE, 1976). A dieta utilizada para *T. molitor*  
9 base de fubá apresentou menor teor de proteína ( $p<0,01$ ;  $F=24,766$ ;  $gl=5$ ) ( $6,77\pm0,47\%$ ) e  
10 lipídios ( $p<0,01$ ;  $F=5,2782$ ;  $gl=5$ ) ( $13,63\pm0,67\%$ ) e maior teor de carboidratos ( $p<0,01$ ;  
11  $F=28,507$ ;  $gl=5$ ) ( $59,21\pm0,82\%$ ) em comparação as demais dietas (Tabela 2). O teor de  
12 nutrientes na dieta de *T. molitor* como, caseína, glicose, colesterol, levedura, hidratos de  
13 carbono e proteínas, são importantes para seu desenvolvimento (FRAENKEL et al., 1950;  
14 URREJOLA et al., 2011) A carência de um ou mais desses nutrientes pode limitar o  
15 crescimento e a capacidade reprodutiva dos insetos (BECK & REESE, 1976). O menor valor  
16 de proteína presente no fubá de milho poderia ter gerado pupas com menor massa corpórea. No  
17 entanto, apesar do carboidrato estar envolvido em ciclos de reações produtoras de energia e  
18 serem encontrados em maior quantidade no fubá de milho, este uma vez não assimilado  
19 (eficiência de conversão do alimento ingerido e digerido), pode não ser aceitável  
20 nutricionalmente ao inseto (LIPKE & FRAENKEL, 1956).

21 Na análise nutricional das pupas de *T. molitor* não houve diferenças nos teores de  
22 umidade e carboidratos. Pupas alimentadas com ração peletizada para aves poedeiras  
23 apresentaram maior quantidade de fibra ( $p=0,011$ ;  $F=4,99627$ ;  $gl=5$ ) ( $8,1\pm0,15\%$ ), e pupas  
24 formadas por ração peletizada para coelhos tiveram menor teor de proteína ( $p=<0,01$ ;  $F=6,007$ ;  
25  $gl=5$ ) ( $15,07\pm0,58\%$ ), e maior quantidade de lipídios ( $p= 0,020$ ;  $F=4,1393$ ;  $gl=5$ )

1 (11,83±0,57%). A quantidade de energia fornecida pelas pupas de *T. molitor* variou de  
2 (p=0,017; F=4,3792; gl=5) 149,47±5,34 a 184,78±8,77%. A nutrição inadequada do hospedeiro  
3 alternativo *T. molitor* pode possibilitar ao imaturos do parasitoide a utilização limitada de  
4 recursos. Este envolve uma série de adaptações morfofuncionais que regulam vários processos  
5 fisiológicos do hospedeiro. Além disso, imaturos de parasitoides podem maximizar a aquisição  
6 e utilização de nutrientes (PENNACCHIO & STRAND, 2006). Como alternativa à carência de  
7 nutrientes em uma dieta pode ocorrer estratégias reprodutivas como a proovigenia e  
8 sinovigenia. Imaturos podem regular a quantidade de nutrientes no processo de metamorfose a  
9 ser alocada para sustentar o desenvolvimento do exoesqueleto e estruturas genitais (JERVIS et  
10 al., 2008).

11 Os parasitoides desenvolveram exigências alimentares decorrentes do processo de  
12 coevolução com seus hospedeiros (COLL & GUERSHON, 2002). Essas podem afetar o  
13 desenvolvimento do parasitoide em meios artificiais. Porém parasitoides que se reproduzem em  
14 hospedeiros habituais não apresentam tais limitações. No entanto, os nutrientes disponíveis para  
15 o parasitoide em desenvolvimento podem ser afetados pela nutrição dos hospedeiros antes e  
16 pós-parasitismo, pela presença de substâncias nocivas ao parasitoide, pelo estágio de  
17 desenvolvimento e condições endócrinas do hospedeiro (BARBOSA, 1998).

18 O parasitismo e a emergência de *P. elaeisis* sobre pupas de *T. molitor* formadas pelas  
19 diferentes dietas foram 100% (Tabela 4). Como o endoparasitoide conseguiu parasitar o  
20 hospedeiro, possivelmente a fonte alimentar pode ser considerada adequada para a alimentação  
21 de suas larvas (Figura 1) (VINSON & BARBOSA, 1987). Isso mostrou que a dieta fornecida  
22 ao hospedeiro não interferiu nesse parâmetro. Porém, o estado nutricional deste pode  
23 influenciar o tamanho, o sexo e a sobrevivência do parasitoide (MATOS NETO et al., 2004;  
24 VINSON & BARBOSA, 1987). Para esse hospedeiro já foram encontrados parasitismo e  
25 emergência de 100 e 90,76%, respectivamente, porém com menor densidade de fêmea de *P.*

1 *elaeisis* por pupas (ZANUNCIO et al., 2008). Para *Trichospilus diatraeae* foi encontrado 80%  
2 de parasitismo no qual *T. molitor* foi exposto ao parasitismo por 20 fêmeas durante 24 a 72h  
3 (FAVERO et al., 2013). Dados como estes indicam que esse hospedeiro não apresenta barreiras  
4 nutricionais ou fisiológicas para o desenvolvimento do parasitoide.

5 A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *P. elaeisis* nas pupas de *T. molitor* dos seis  
6 tratamentos não apresentaram diferenças significativas ( $p=0,1105$ ;  $F=1,8962$ ;  $gl= 5$ ), variando  
7 de 26 a 28 dias (Tabela 4). A duração das fases imaturas desse parasitoide em pupas de  
8 lepidópteros: *Anticarsia gemmatalis*, *Diatraea saccharalis*, *Spodoptera frugiperda*,  
9 *Thyrintina arnobia* e *Heliothis virescens* foi de 18,9; 19,5; 19,7; 20,2 e 22 dias,  
10 respectivamente (BITTENCOURT & BERTI FILHO, 2004). Dados como estes, demonstram  
11 que a escolha da espécie hospedeira pode influenciar no período de desenvolvimento desse  
12 parasitoide.

13 A densidade também pode afetar o ciclo de desenvolvimento do *P. elaeisis* (PASTORI  
14 et al., 2008). Já foram encontrados valores menores para esse parasitoide em pupas de *T. molitor*  
15 ( $23,42 \pm 0,18$  dias) com menor densidade parasitoide/hospedeiro em relação a esse estudo  
16 (ZANUNCIO et al., 2008). Com o aumento do número de fêmeas por hospedeiro tende a haver  
17 uma redução da duração do ciclo de vida de *P. elaeisis*, uma vez que a competição dos imaturos  
18 por nutrientes reduziria o tempo de desenvolvimento (PASTORI et al., 2012). Isso também foi  
19 observado expondo cinco densidades de *Melittobia digitata* Dahms, 1984 (Hymenoptera:  
20 Eulophidae) por pupa de *Neobellieria bullata* Parker, 1916 (Diptera: Sarcophagidae) (SILVA-  
21 TORRES & MATTHEWS, 2003). No entanto, a redução do período de ciclo de vida não foi  
22 observada neste trabalho em que em densidades de 6:1 apresentaram maior ciclo de vida do que  
23 em densidades 4:1 (ZANUNCIO et al., 2008). A diferença, porém, foi observada em outros  
24 parâmetros avaliados para esse parasitoide, nesse trabalho.

1 O número de parasitoides emergidos nos seis tratamentos não foi diferente  
2 estatisticamente ( $p=0,4820$ ;  $F=0,9095$ ;  $gl=5$ ) (Figura 2). Pupas formadas pela dieta a base de  
3 farelo de trigo geraram prole de  $66\pm 7,82$  indivíduos. Valores semelhantes a esses, foram  
4 encontrados ( $70,07 \pm 2,50$ ) onde esse hospedeiro foi submetido ao parasitismo por quatro  
5 fêmeas de *P. elaeisis* durante 72h (ZANUNCIO et al., 2008). Para *P. elaeisis* foi encontrado  
6  $511,00\pm 49,70$  e  $110,20\pm 19,37$  dias de prole em pupas de *Bombyx mori* e *Anticarsia*  
7 *gemmatalis*, respectivamente. Esses valores foram superiores ao encontrado neste trabalho. O  
8 menor número de descendentes deste parasitoide em pupas de *T. molitor*, pode ser devido um  
9 maior tamanho corpóreo daqueles lepidópteros em relação a este hospedeiro (PEREIRA et al.,  
10 2009). Na produção massal de parasitoides, isto pode ser compensado pelo baixo custo e esforço  
11 necessários para produzir pupas do hospedeiro alternativo.

12 A alimentação a base de fubá de milho para *T. molitor* proporcionou uma maior  
13 quantidade de machos em relação às demais dietas ( $p=0,05$ ;  $gl=5$ ). A razão sexual foi de  
14  $0,81\pm 0,02$  (Tabela 4) o que indica que, 1/5 da progênie foi composta por machos. Já foram  
15 encontrados valores superiores de razão sexual para esse hospedeiro ( $0,94 \pm 0,01$ ) (ZANUNCIO  
16 et. al., 2008). Os autores consideraram esses valores altos, o que é importante na manutenção  
17 da dinâmica populacional do parasitoide, uma vez que as fêmeas são responsáveis pelo  
18 parasitismo e produção de descendentes. Existem biofábricas que vêm comercializando  
19 inimigos naturais pelo mundo. Por isso, têm se buscado técnicas para produzir número elevado  
20 de insetos benéficos de forma econômica (PARRA, 2002, RADCLIFFE et al. 2008). E, que  
21 sejam produzidos o mínimo de machos/hora e o máximo de fêmeas férteis no tempo mais curto  
22 possível (FINNEY & FISHER, 1964).

23 A longevidade dos machos ( $p= 0,5890$ ;  $F=0,7510$ ;  $gl=5$ ) e fêmeas ( $p=0,1504$ ;  $F=1,7015$   
24  $gl=5$ ) da prole de *P. elaeisis* não sofreu diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela  
25 4). Indivíduos machos e fêmeas possuíram longevidade superior a 30 dias. Valores inferiores a

1 esse ( $22,65 \pm 1,13$ - fêmeas e  $28,3 \pm 2,38$ - machos), foram encontrados para este mesmo  
2 hospedeiro com uma menor densidade (4:1) de *P. elaeisis* por pupas (ZANUNCIO et. al., 2008).  
3 Isso se deve pelo fato do parasitoide em densidade 6:1 ter apresentado um maior ciclo de vida  
4 e, possivelmente, uma menor competição alimentar de suas larvas. Uma alimentação adequada  
5 poderia levá-los a ser mais longevos (VINSON & BARBOSA, 1987). Isso é importante na  
6 eficiência do controle biológico, pois considera-se que quanto maior for o tempo de persistência  
7 dos adultos em campo, maiores serão as chances de acasalamento, reprodução e capacidade de  
8 parasitar um maior número de hospedeiros (GOMES & PARRA, 1998).

9       Em relação aos dados morfométricos não foram encontradas diferenças no tamanho do  
10 corpo ( $p=0,1110$ ;  $F=1,8938$ ;  $gl=5$ ) ( $p<0,01$ ;  $F=1,0948$ ;  $gl=5$ ) e da cabeça ( $p=0,7162$ ;  $F=0,5785$ ;  
11  $gl=5$ ) ( $p=0,7279$ ;  $F=0,5641$ ;  $gl=5$ ) dos machos e das fêmeas de *P. elaeisis* emergidos nos seis  
12 tratamentos (Figura 3). As fêmeas possuíram o tamanho do corpo variando de  $1,84 \pm 0,21$  a  
13  $2 \pm 0,17$ mm e cápsula cefálica de  $0,46 \pm 0,07$  a  $0,5 \pm 0,06$ mm. Os machos, por outro lado, são  
14 menores que as fêmeas (DELVARE e LASALLE, 1993) e possuíram o tamanho do corpo  
15 variando  $1,3 \pm 0,09$  a  $1,49 \pm 0,2$ mm e cápsula cefálica de  $0,33 \pm 0,04$  a  $0,37 \pm 0,06$ mm,  
16 respectivamente. Possivelmente, esse parâmetro não foi influenciado pela dieta fornecida ao  
17 hospedeiro. Tamanhos similares aos encontrados neste trabalho foram observados em *P.*  
18 *elaeisis* emergidos de pupas de *T. molitor*. Trabalhando com densidade 4:1 Zanuncio et al.,  
19 (2008), encontraram que o comprimento do corpo foi de  $1,34 \pm 0,02$  e  $2,00 \pm 0,03$ mm e da cabeça  
20 e  $0,45 \pm 0,01$  e  $0,58 \pm 0,01$ mm para machos e fêmeas, respectivamente. Nos lepidópteros *A.*  
21 *gemmatalis*, *D. saccharalis*, *S. frugiperda*, e *H. virescens* foram encontrados valores maiores  
22 para o tamanho do corpo da fêmea ( $2,23 \pm 0,02$ mm;  $2,25 \pm 0,01$ mm;  $2,21 \pm 0,02$ mm;  
23  $2,21 \pm 0,03$ mm, respectivamente). Isso demonstra que hospedeiros diferentes, por possuírem  
24 tamanhos variados, podem propiciar fonte nutricional em maior ou menor quantidade para as  
25 larvas desse parasitoide e influenciar o tamanho da prole (GODFRAY, 1994). A competição

1 por alimento e espaço entre indivíduos de *P. elaeisis* pode promover um aumento do número  
2 de indivíduos de tamanho menor desse parasitoide (PEREIRA et al., 2009). O tamanho do corpo  
3 tem correlação positiva com indicadores de qualidade como longevidade, preferência de cópula,  
4 fecundidade, longevidade reprodutiva, emergência da progênie e razão sexual, as quais podem  
5 indicar a eficiência dos parasitoides (PASTORI et al., 2012).

6 Machos e fêmeas de *P. elaeisis* oriundos de pupas de *T. molitor* alimentados com fubá  
7 de milho tiveram tamanhos de tíbia de  $0,31 \pm 0,06$ mm e  $0,58 \pm 0,06$ mm, respectivamente. Esses  
8 valores foram menores que os encontrados nos outros tratamentos ( $p < 0,01$ ;  $F = 3,8278$ ;  $gl = 5$ )  
9 ( $p < 0,01$ ;  $F = 3,7955$ ;  $gl = 5$ ). Fêmeas e machos maiores de *Anagyrus kamali* Moursi, 1948  
10 (Hymenoptera: Encyrtidae) viveram por mais tempo em relação aos menores (SAGARRA et  
11 al., 2001). Estes autores verificaram que fêmeas desta espécie não mostraram preferência para  
12 cópula com machos grandes ou pequenos. No entanto, a fecundidade foi positivamente  
13 correlacionada ao tamanho de fêmeas. Além disso, a capacidade de parasitismo, a taxa diária  
14 de oviposição e o número de progênie de parasitoides fêmeas de *A. kamali* foram mais elevados  
15 entre os parasitoides de maior tamanho. Parasitoides machos oriundos de *T. molitor*,  
16 alimentados com fubá de milho, por apresentarem menor tamanho da tíbia, poderiam ser menos  
17 escolhidos pelas fêmeas na hora da cópula, o que refletiria numa característica importante em  
18 relação a esse hospedeiro (BITTENCOURT & BERTI FILHO; 1999).

19

## 20 CONCLUSÕES

- 21 • As dietas (farelo de trigo, ração peletizada para coelhos, ração farelada, peletizada e  
22 triturada para aves poedeiras) fornecidas ao hospedeiro *T. molitor* permitiram o  
23 adequado desenvolvimento e reprodução do parasitoide *P. elaeisis*;

24

25

- 1       • Por proporcionar menor massa corpórea na fase de pupa e menor valor de razão sexual,  
2       além do comprimento da tibia, a dieta a base de fubá de milho não é adequada para a  
3       criação de *P. elaeisis*.

4

## 5   **REFERÊNCIAS**

- 6   ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of**  
7   **analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Ed. Washington, D.C., 1997.
- 8   BARBOSA, L.S. et al. Desenvolvimento de *Nasonia vitripennis* (Walker, 1836) (Hymenoptera:  
9   Pteromalidae) em pupas de *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) (Diptera: Calliphoridae),  
10   utilizando diferentes densidades do parasitoide. **Biota Neotropica**, v.8, n.1, p.49-54, 2008.
- 11   BATISTA, G.C. **Fisiologia dos insetos**. Piracicaba São Paulo, 1974, 304p.
- 12   BECK, S.D.; REESE, J.C. Insect-plant interactions: nutrition and metabolism. In: WALLACE,  
13   J.W.; MANSELL, R.L. (ed.) Biochemical interactions between plants and insects. **Recent**  
14   **Advances in Phytochemistry**, New York, v.19, p.41-92, 1976.
- 15   BITTENCOURT, M.A.L.; BERTI FILHO, E. Desenvolvimento dos estágios imaturos de  
16   *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de Lepidoptera.  
17   **Revista Brasileira de Entomologia**, v.48, n.1, p.65-68, 2004.
- 18   BITTENCOURT, M.A.L.; BERTI FILHO, E. Preferência de *Palmistichus elaeisis* por pupas  
19   de diferentes lepidópteros pragas. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.1281-1283, 1999.
- 20   BRODEUR, J.; BOIVIN, G. Functional ecology of immature parasitoids. **Annual Review of**  
21   **Entomology**, v.49 p.27-49, 2004.
- 22   DALL’OGLIO, O.T. et al. Himenópteros parasitoides coletados em povoamentos de  
23   *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, estado de Minas Gerais. **Ciência Florestal**, v.13,  
24   n.1, p.123-129, 2003.



- 1 DELVARE, G.; LASSALE, J. A new genus of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae) from  
2 the neotropical region, with the description of a new species parasitica on key pests of oil palm.  
3 **Journal of Natural History**, v.27, n.1, p.435-444, 1993.
- 4 FAVERO, K. et al. Biological characteristics of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera:  
5 Eulophidae) are influenced by the number of females exposed per pupa of *Tenebrio molitor*  
6 (Coleoptera: Tenebrionidae). **Florida Entomologist**, v.96, n.2, p.583-589, 2013.
- 7 FERREIRA, E.B. et al. (2013). ExpDes.pt: Experimental Designs pacakge (Portuguese). R  
8 package version 1.1.2.
- 9 FINNEY, G.L.; FISHER, T.W. Culture of entomophagous insects and their host. In: DEBACH,  
10 P.; SCHLINGER, A. (eds.), **Biological control of insect pests and weeds**. London: Chapman  
11 & Hall. 1964 p.328-355.
- 12 FRAENKEL, G. et al. The nutrition of the mealworm, *Tenebrio molitor* L. (Tenebrionidae,  
13 Coleoptera). **Physiological Zoology**, v.23, p.92-108. 1950.
- 14 FRAENKEL, G. et al. The nutrition of the mealworm, *Tenebrio molitor* L. (Tenebrionidae,  
15 Coleoptera). **Physiological Zoology**, v.23, p.92-108. 1950.
- 16 GIRAUDOUX, P. (2016). pgirmess: Data Analysis in Ecology. R package version 1.6.4.  
17 <https://CRAN.R-project.org/package=pgirmess>
- 18 GODFRAY, H.C.J. **Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology**. Princeton: Waage  
19 J.K., Greathead D. (eds.) *Insect Parasitoids*. Academic Press, 1994, 488p. ISBN:  
20 9780691000473.
- 21 GOMES, S.M.; PARRA, J.R.P. The parasitization as a tool for factitious hosts selection for  
22 *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. pretiosum* Riley. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM  
23 EGG PARASITIDS, 5., 1998, Cali. **Anais**. Paris: INRA, 1998, p.13-23.
- 24 JERVIS, M.A. et al. Resource acquisition, allocation, and utilization in parasitoid reproductive  
25 strategies. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.53, p.361-385, 2008.

- 1 JERVIS, M.A. et al. The evolution of parasitoid fecundity: a paradigm under scrutiny. **Ecology**  
2 **Letters**, v.15, n.4, p.357-364, 2012.
- 3 JONES, D.B. **Factors for converting percentages of protein**. 22th ed. Washington (DC):  
4 USDA 1942, p.22.
- 5 LEMOS, W.P. et al. Effects of diet on development of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het.,  
6 Pentatomidae), a predator of the cotton leaf worm. **Journal of Applied Entomology**, v.127,  
7 p.389-395, 2003.
- 8 LIPKE, H.; FRAENK, G. Insect nutrition. **Annual Review of Entomology**. Palo Alto, v.1 p.17-  
9 44, 1956.
- 10 MATOS NETO, F.C. et al. Parasitism by *Campoletis flavicineta* on *Spodoptera frugiperda* in  
11 com. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p.1077-1081, 2004.
- 12 MENEZES, C.W.G. et al. dieta alimentar da presa *Tenebrio molitor* (Coleoptera:  
13 Tenebrionidae), pode afetar o desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera:  
14 Pentatomidae)? **Arquivos do Instituto Biológico** (Impresso), v. 81, p. 250-256, 2014.
- 15 MORALES-RAMOS, J.A. et al. Self-selection of two diet components by *Tenebrio molitor*  
16 (Coleoptera: Tenebrionidae) larvae and its impact on fitness. **Environmental Entomology**,  
17 v.40, p.1285-1294, 2011.
- 18 MORALES-RAMOS, J.A. et al. Developmental plasticity in *Tenebrio molitor* (Coleoptera:  
19 Tenebrionidae): analysis of instar variation in number and development time under different  
20 diets. **Journal of Entomological Science**, v.45, p.75-90, 2010.
- 21 NAKAJIMA, Y. et al. Interactions between the winter cherry bug *Acanthocoris sordidus*  
22 (Hemiptera: Coreidae) and its egg parasitic wasps. **Applied Entomology and Zoology**, v. 47,  
23 n. 1, p. 35-44, 2012.
- 24 OTUKA, A.K. et al. Custo de produção de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 185) (Hemiptera:  
25 Pentatomidae) criado com diferentes presas. **O Biológico**, v.68, p.224-227, 2006.

- 1 PARRA, J.R.P. A evolução das dietas artificiais e suas interações em ciência e tecnologia. p.  
2 91-174. In: Panizzi, A.R; Parra, J.R.P. ed. **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o**  
3 **manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa. 2009, 1164p.
- 4 PARRA, J.R.P. et al. Controle biológico: Uma visão inter e multidisciplinar, In: PARRA, J.R.P.  
5 et al. (eds.), **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole,  
6 2002. Cap.28, 125-137p.
- 7 PASTORI, P.L. et al. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley  
8 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) “linhagem bonagota” criado em ovos de *Bonagota*  
9 *salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera, Tortricidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.52,  
10 n.3, p.472-476, 2008.
- 11 PASTORI, P.L. et al. Densidade de fêmeas de *Palmistichus elaeisis* Delvare & Lasalle, 1993  
12 (Hymenoptera: Eulophidae) para sua reprodução em pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner,  
13 1818 (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.79, n.4, p.525-532, 2012.
- 14 PENNACCHIO, F.; STRAND, M.R. Evolution of developmental strategies in parasitic  
15 Hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.51, p.233-258, 2006.
- 16 PEREIRA, F. F. et al. Parasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em  
17 hospedeiro alternativo sobre plantas de eucalipto em semi-campo. **Revista Ciência**  
18 **Agronômica**, v.41, n.4, p.715-720, 2010.
- 19 PEREIRA, F.F. et al. Reproductive performance of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera:  
20 Eulophidae) with previously refrigerated pupae of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae).  
21 **Brazilian Journal of Biology**, v.69, n.3 p.865-869, 2009.
- 22 PEREIRA, F.F. et al. Species of Lepidoptera defoliators of *Eucalyptus* as new host for the  
23 parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Brazilian Archives of Biology**  
24 **and Technology**, v.51, n.2 p.259-262, 2008.

- 1 R CORE TEAM (2016). R: A language and environment for statistical computing. R  
2 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- 3 RADCLIFFE, E.B. et al. **Integrated Pest Management: Concepts, Tactics, Strategies and**  
4 **Case Studies**. Cambridge University Press. 2008, 385p.
- 5 RODRÍGUEZ-DIMATÉ, F.A. et al. *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae)  
6 Parasitizing Pupae of the Passion Fruit Pest *Agraulis vanillae vanilla* (Lepidoptera:  
7 Nymphalidae). **Florida Entomologist**, v.99, n.1, p.130-132, 2016.
- 8 AGARRA, L.A.; VICENT, C.; STEWART, R.K. Body size as an indicator of parasitoid quality  
9 in male and female *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). **Bulletin of Entomological**  
10 **Research**, v.91, n.5, p.363-367, 2001.
- 11 SILVA-TORRES, C.S.A.; MATTHEWS, R.W. Development of *Melittobia australica* Girault  
12 and *M. digitata* Dahms (Parker) (Hymenoptera: Eulophidae) parasiting *Neobellieria bullata*  
13 (Parker) (Diptera: Sarcophagidae) puparia. **Neotropical Entomology**, v.32, n.4, p.645-651,  
14 2003.
- 15 SOARES, M.A. et al. Superparasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) y  
16 comportamiento de defensa de dos hospederos. **Revista Colombiana de Entomología**. v.35  
17 n.1 p. 62-65, 2009.
- 18 STREET, R, 1999. *Tenebrio molitor* (On-line), Animal Diversity Web. Disponível em:  
19 [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/tenebrio\\_molitor.html](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/tenebrio_molitor.html)>  
20 Acesso em 07 de nov. 2015.
- 21 URREJOLA, S. et al. Diet-induced developmental plasticity in life histories and energy  
22 metabolism in a beetle. **Revista Chilena de História Natural**, v.84, p.523-533, 2011.
- 23 VACARI, A.M.; GENOVEZ, G.S.; LAURENTIS, V.L.; BORTOLI, S.A. Fonte proteica na  
24 criação de *Diatraea Saccharalis* e seu reflexo na população e no controle de qualidade de  
25 *Cotesia flavipe*. **Bragantia**., v. 71, n. 3, p. 355-361, 2012.

- 1 VARGAS, C.H.B.; ALMEIDA A.A. Influência da temperatura no desenvolvimento de  
2 *Gnathocerus cornutus* (Coleoptera, Tenebrionidae). I. Fases Imaturas. **Acta Biológica**  
3 **Paranaense**, v.21, p.149-159, 1992.
- 4 VINSON, S.B.; BARBOSA, P. Interrelationships of nutritional ecology of parasitoids. In:  
5 SLANSKY JR., F.; RODRIGUES, J.G. (Ed.) **Nutritional ecology of insects, mites, spiders,**  
6 **and related invertebrates**. New York: John Wiley, 1987. cap.21, 673-695p.
- 7 WANG, Z.Y. et al. Mass rearing and release of *Trichogramma* for biological control of insect  
8 pests of corn in China. **Biological Control**, v.68, p.136-144, 2014.
- 9 ZAMPERLINI, B. et al. Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera:  
10 Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera:  
11 Pentatomidae). **Revista Árvore**, v.16, p.224-203, 1992.
- 12 ZANUNCIO, J.C. et al. *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae), a new  
13 alternative host to rear the pupae parasitoid *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle  
14 (Hymenoptera: Eulophidae). **The Coleopterists Bulletin**, v.62, n.01, p.64-66, 2008.
- 15 ZANUNCIO, J.C. et al. *Psorocampa denticulata* (Lepidoptera: Notodontidae) pupae as an  
16 alternative host for *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) **Florida Entomologist**,  
17 v.98, n.3, p. 1003-1005, 2015.
- 18 ZANUNCIO, J.C. et al. Population density of Lepidoptera in a plantation of *Eucalyptus*  
19 *urophylla* in the state of Minas Gerais, Brazil. **Animal Biology**, Leiden, v.53, n.1, p.17-26,  
20 2003.

21

22

23

24

25

1 Tabela 1 - Biomassa corporal das pupas de *Tenebrio molitor* formadas por diferentes dietas (23  
2 a 27°C, 60 a 80% UR e sem fotoperíodo).

3	Tratamento	Biomassa corporal
4	1 - Farelo de trigo	110,92±4,99a
5	2 - Fubá de milho	89,31±2,41b
6	3 - Rações peletizada para coelhos	114,59±5,24a
7	4 - Rações farelada para aves poedeiras	118,4±3,47a
8	5 - Rações peletizada para aves poedeiras	112,62±6,96a
	6 - Rações trituradas para aves poedeiras	126,75±4,22a

9 \*As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

1 Tabela 2 - Porcentagem da Composição Centesimal de dietas fornecidas às larvas de *Tenebrio*  
 2 *molitor*.

3

Parâmetros	Tratamentos					
	Farelo de trigo	Fubá de milho	Ração para coelhos	Ração para aves Poedeiras		
				Farelada	Peletizada	Triturada
Umidade (%)	7,36±0,37b	9,17±0,37a	7,76±0,03b	8,22±0,19ab	2,9±0,3c	7,7±0,05b
Fibra (%)	12,92±0,59de	10,43±0,43e	17,68±1,41bc	15,14±1,59cd	21,47±0,43b	27,93±0,25a
Cinzas (%)	4,25±0,26cd	0,79±0,08d	9,67±0,51abc	8,66±0,09bc	15,2±2,78a	10,26±0,85ab
Proteína (%)	13,32±0,48a	6,77±0,47b	13,83±0,87a	13,39±0,62a	12,86±0,31a	13,81±0,36a
Lipídio (%)	18,46±2,51ab	13,63±0,67b	22,37±1,32ab	25,0±3,13a	19,46±3,37ab	28,09±0,41a
Carboidrato (%)	43,69±2,53b	59,21±0,82a	28,69±3,06c	29,58±2,89bc	28,11±5,27c	12,21±1,27d
Energia (Kcal/100g)	394,14±12,39a	386,57±5,56ab	371,38±4,98ab	396,94±20,59a	338,99±11,13b	356,91±0,89ab

4

5 \*As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

1 Tabela 3 - Porcentagem da Composição Centesimal de pupas de *Tenebrio molitor* formadas  
 2 pelas diferentes dietas.

3

Parâmetros	Tratamentos					
	Farelo de trigo	Fubá de milho	Ração para coelhos	Ração para aves Poedeiras		
				Farelada	Peletizada	Triturada
<b>Umidade (%)</b>	63,71±0,32a	60,41±1,46a	60,93±0,44a	62,63±0,84a	61,37±0,74a	61,72±0,53a
<b>Fibra (%)</b>	4,97±0,92b	5,11±0,5ab	7,47±0,77ab	7,66±0,79ab	8,1±0,15a	7,72±0,28ab
<b>Cinzas (%)</b>	1,16±0,02bc	1,21±0,08abc	1,21±0,07abc	1,14±0,1c	1,47±0,04ab	1,53±0,07a
<b>Proteína (%)</b>	16,65±0,55ab	18,41±0,28a	15,07±0,58b	17,34±0,39a	16,74±0,4ab	17,25±0,42a
<b>Lipídio (%)</b>	7,14±0,61b	10,34±0,56ab	11,83±0,57a	7,04±1,02b	7,69±1,71ab	9,46±0,73ab
<b>Carboidrato (%)</b>	6,37±0,58a	4,51±1,17a	3,5±0,39a	4,19±1,35a	4,63±1,53a	2,32±0,48a
<b>Energia (Kcal/100g)</b>	156,33±4,92ab	184,78±8,77a	180,75±3,96ab	149,47±5,34b	154,66±10,27ab	163,43±6,41ab

4

5 \*As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

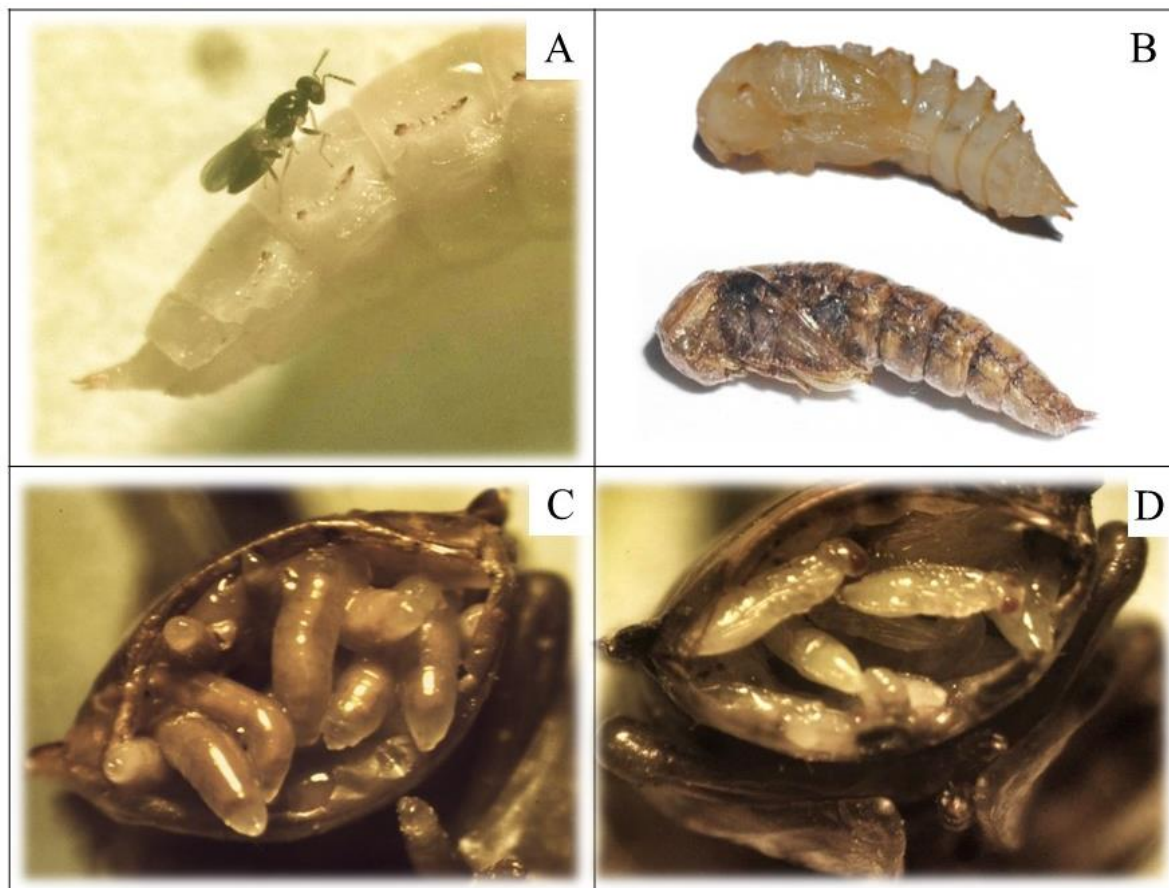
16

17

18

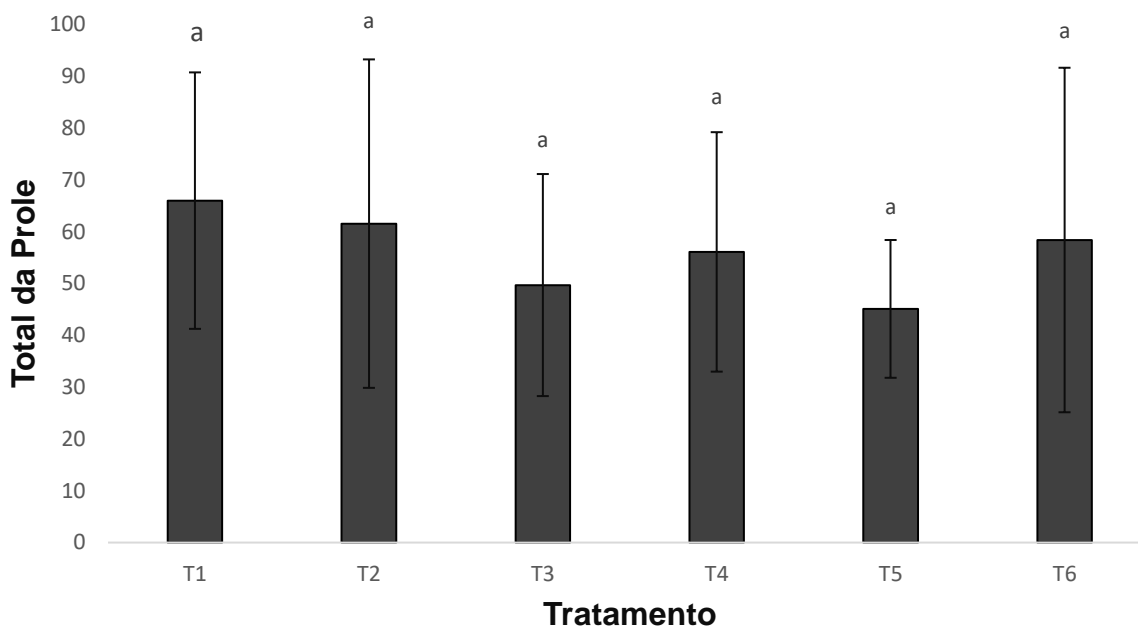
19





1  
2  
3 Figura 1 - Fêmea de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupa de  
4 *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) (A), pupa de *T. molitor* antes e pós-parasitismo  
5 (B), larvas de *P. elaeisis* se alimentando de *T. molitor* (C) e pupas de *P. elaeisis* em *T. molitor*  
6 (D).  
7

8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16



1

2 Figura 2 - Prole de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) emergidos das pupas de  
 3 *Tenebrio molitor* alimentados com seis dietas (23 a 27°C, 60 a 80% UR e fotoperíodo de 12h).  
 4 T1:Farelo de trigo; T2: Fubá de Milho; T3: ração peletizada para coelhos; T4: ração farelada  
 5 para aves poedeira; T5: ração peletizada para aves poedeira T6: ração triturada para aves  
 6 poedeira.

7 \*As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

1 Tabela 4 - Parasitismo (%), emergência (%),  $\mu \pm$  erro padrão (EP) do ciclo de desenvolvimento,  
 2 razão sexual, longevidade das fêmeas e longevidade dos machos da progênie de *Palmistichus*  
 3 *elaeisis* (23 a 27°C, 60 a 80% UR e fotoperíodo de 12h).

Parâmetros	Tratamentos					
	Farelo de trigo	Fubá de milho	Ração para coelhos	Ração para aves Poedeiras		
				Farelada	Peletizada	Triturada
Parasitismo (%)	100	100	100	100	100	100
Emergência (%)	100	100	100	100	100	100
Ciclo (dias) <sup>1</sup>	25,9 ± 0,59a	26,2 ± 0,55a	28,0 ± 0,45a	27,3 ± 0,91a	28,0 ± 0,61a	27,7 ± 0,75a
Razão sexual (♀/♀+♂) <sup>2</sup>	0,94 ± 0,01a	0,81 ± 0,01b	0,91 ± 0,02a	0,92 ± 0,01a	0,89 ± 0,01ab	0,89 ± 0,03ab
Longevidade (dias) ♂ <sup>1</sup>	40,5 ± 2,65a	37,4 ± 3,76a	35,7 ± 3,24a	35,3 ± 3,79a	32,7 ± 3,87a	34,4 ± 3,72a
Longevidade (dias) ♀ <sup>1</sup>	44,9 ± 3,45a	41,3 ± 4,48a	39,6 ± 3,71a	32,2 ± 3,45a	37,8 ± 2,53a	35,2 ± 3,08a

4

5 <sup>1</sup>As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

6 <sup>2</sup>As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis  
 7 (P<0,05).

8

9

10

11

12

13

14

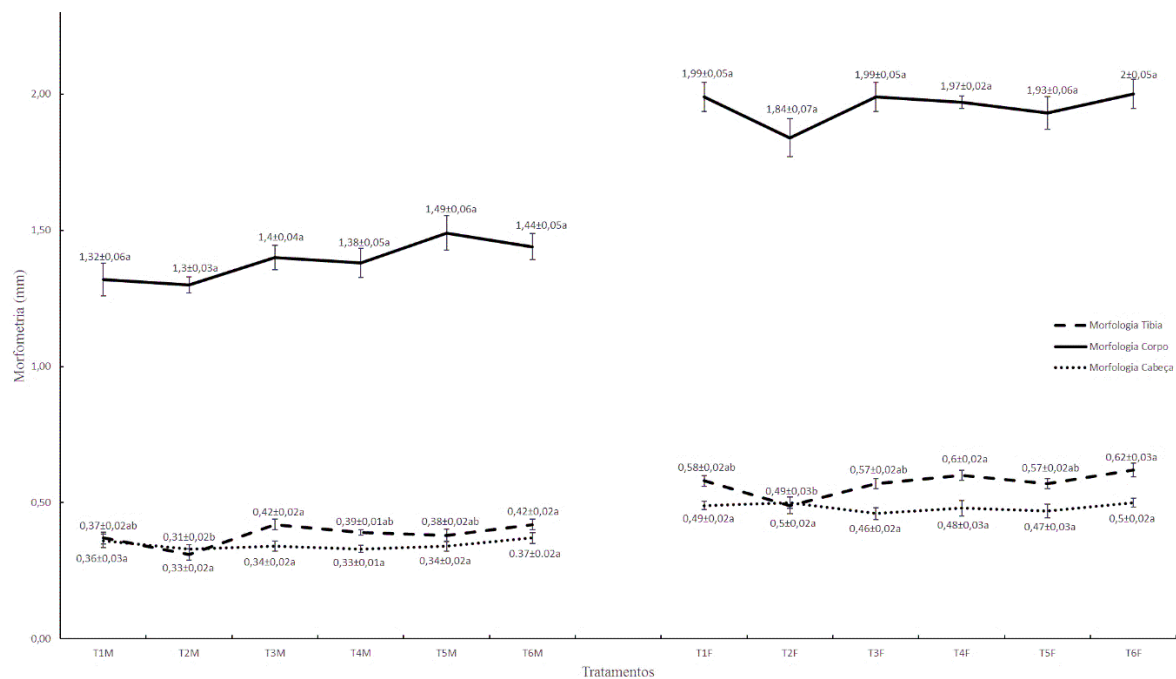
15

16

17

18

19



1

2 Figura 3 - Morfometria da cápsula cefálica, comprimento do corpo e tíbia posterior de machos

3 e fêmeas de *Palmistichus elaeisis* (23 a 27°C, 60 a 80% UR e fotoperíodo de 12h).

4 T1:Farelo de trigo; T2: Fubá de Milho; T3: ração peletizada para coelhos; T4: ração farelada

5 para aves poedeira; T5: ração peletizada para aves poedeira T6: ração triturada para aves

6 poedeira. M: machos; F:fêmeas.

7 \* As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

8

9

10

11

## CONCLUSÕES GERAIS

- Os hospedeiros utilizados, com exceção de *A. diaperinus*, na densidade testada, mostraram-se apropriados para a criação de *P. elaeisis* em laboratório e poderão aumentar as possibilidades de sucesso desse parasitoide em programas de controle biológico aplicado a lepidópteros desfolhadores, principalmente de *T. arnobia*.
- As dietas (farelo de trigo, ração peletizada para coelhos, ração farelada, peletizada e triturada para aves poedeiras) fornecidas ao hospedeiro *T. molitor* permitiram o desenvolvimento e reprodução adequada do parasitoide *P. elaeisis*. No entanto, a dieta a base de fubá de milho para o *T. molitor* não foi adequada para o desenvolvimento de *P. elaeisis* uma vez que este não apresentou desempenho eficiente.