

RAFAEL COELHO RIBEIRO

PARASITÓIDE DE PUPAS *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA:
EULOPHIDAE): DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO EM LEPIDÓPTEROS-
PRAGA DO DENDEZEIRO

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2010

RAFAEL COELHO RIBEIRO

PARASITÓIDE DE PUPAS *Trichospilus diatraeae* (HYMENOPTERA:
EULOPHIDAE): DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO EM LEPIDÓPTEROS-
PRAGA DO DENDEZEIRO

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

APROVADA: 22 de julho de 2010

José Eduardo Serrão
(Co-orientador)

Germano Leão Demolin Leite
(Co-orientador)

Rosenilson Pinto

Márcio da Silva Araújo

José Cola Zanuncio
(Orientador)

“É muito melhor arriscar coisas grandiosas, alcançar triunfos e glórias, mesmo expondo-se a derrota, do que formar fila com os pobres de espírito que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem nessa penumbra cinzenta que não conhece vitória nem derrota”.

Theodore Roosevelt

“Gênio: 1% de inspiração e 99% de transpiração”

Thomas Alva Edison

Agradeço

A Deus, fonte da vida e da sabedoria, por ter-me concedido gratuitamente e na medida certa, ambas.

Dedico

Vozinha, Marcelina Baia

Mãe, Socorro Baia

Tia, Ruth Baia

Tio, Antonio, a quem tanto amo.

Ofereço

A minha filha, Agatha Vitoria, Luz da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa (UFV) pela oportunidade de realização desta pesquisa.

Ao Professor Ph.D. José Cola Zanuncio, a quem admiro e respeito, pelos valiosos ensinamentos durante o curso de pós-graduação, exemplo de profissionalismo e eficiência na orientação desta pesquisa.

Ao Pesq. Dr. Walkymário de Paulo Lemos, a quem devo a oportunidade única do egresso na pesquisa e formação profissional, eterna gratidão pela orientação na graduação, amizade, estímulo, confiança, respeito e ensinamentos permanentes.

Ao Professor Dr. José Eduardo Serrão e à Dra. Teresinha Vinha Zanuncio, pelas valiosas sugestões e amizade.

Aos colegas do Laboratório de Controle Biológico de Insetos: Ancidérion, Alexandre (Caju), Alexandre Igor, Aline, Evaldo, Gibran, Gilberto, Isabel, João Paulo, Marcus, Patrik Luiz, Paulo Vargas, Rafael Guanabens, Reinildes, Robson Peluzio, Rodolfo, Rosenilson, Tiago, Úrsula, Wagner Faria, Wagner Tavares e Wanuza, pelo estímulo e companheirismo.

A todos os colegas do curso de pós-graduação em Entomologia, especialmente, aos amigos Anayansi, Elaine Ferrari, Felipe, Hany Ahmed (amigo e irmão egípcio), Mayra, Rita, Sandra, Vinicius, Zulma e Yenes, pela experiência de convívio e as lembranças que guardarei eternamente no coração.

Aos funcionários do Laboratório de Controle Biológico de Insetos e do Insetário da UFV, em especial ao Srs. Moacir e Antonio pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, em especial a Sras. Mirian e Paula pelos serviços prestados com eficiência.

Aos amigos do grupo Agropalma que foram fundamentais para o sucesso dessa pesquisa principalmente: Cristiano (pipoca), Deusivan, Elielson Lobo, Ricardo Tinôco,

ente outros.

À minha vó, Marcelina Baia pelo exemplo de carinho e dedicação prestado a mim e minha família.

A todos os membros da minha família, em especial aos meus queridos tios (Ruth, Antonio e Vanda) por sempre estarem ao meu lado apesar da distância.

A minha companheira Isabela O. Carvalho pelo apoio, amor e força necessária para lutar nas horas mais difíceis

Ao grupo Agropalma pelo financiamento da bolsa de estudos e apoio na realização desta pesquisa

A Deus, que se fez presente em todos os momentos e em todas as pessoas citadas e aos demais colaboradores anônimos desse trabalho.

BIOGRAFIA

RAFAEL COELHO RIBEIRO, filho de Maria Perlucia do Socorro Baia Coelho, nasceu na cidade de Belém, Pará, Brasil, no dia 08 de fevereiro de 1985.

Em fevereiro de 2003, ingressou no Curso de Agronomia na Universidade Federal Rural de Amazônia (UFRA) em Belém, Pará, concluindo-o em setembro de 2007.

Entre março 2004 e julho de 2007, durante a graduação, foi estagiário e bolsista de Iniciação Científica do Laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Oriental (CPATU) em Belém, Pará.

Em agosto de 2008, iniciou o Curso de Mestrado em Entomologia no Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, defendendo a dissertação em julho de 2010.

CONTEÚDO

	Páginas
RESUMO	ix
ABSTRACT.....	xii
INTRODUÇÃO.....	01
REFERÊNCIAS.....	05
Parasitismo de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de lepidópteros daninhos à cultura do dendezeiro.....	10
Resumo	11
Abstract.....	11
Agradecimentos.....	15
Referências Bibliográficas.....	15
Biologia de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de <i>Brassolis sophorae</i> e <i>Opsiphanes invirae</i> (Lepidoptera: Nymphalidae).....	22
Resumo	23
Abstract.....	23
Introdução.....	25
Material e Métodos.....	26
Resultados.....	28
Discussão.....	29
Conclusão.....	31
Agradecimentos.....	31
Referências Bibliográficas.....	32

Desenvolvimento de <i>Trichospilus diatraeae</i> (Hymenoptera: Eulophidae) com diferentes densidades e idades desse parasitóide com pupas de <i>Brassolis sophorae</i> (Lepidoptera: Nymphalidae)	40
Resumo	41
Abstract.....	42
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	55
Resultados.....	48
Discussão.....	50
Conclusões.....	54
Agradecimentos.....	54
Referências Bibliográficas.....	55
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 74

RESUMO

RIBEIRO, Rafael Coelho M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2010. **Parasitóide de pupas *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae): desenvolvimento e reprodução em lepidópteros-praga do dendezeiro.** Orientador: José Cola Zanuncio, Co-Orientadores: Germano Leão Demolin Leite, José Eduardo Serrão, Teresinha Vinha Zanuncio e Walkymário de Paulo Lemos

O dendezeiro ou palma africana (*Elaeis guineensis*, Jacq.) é uma planta de origem africana e considerada a principal atividade agroindustrial em regiões tropicais úmidas, semelhantes às da Amazônia. A expansão da dendeicultura, em especial na região Norte do Brasil, tem apresentado mais problemas fitossanitários, incluindo as lagartas desfolhadoras *Brassolis sophorae* L., *Opsiphanes invirae* Hübner (Lepidoptera: Nymphalidae) e a broqueadora-da-estirpe *Eupalamides cyparissias cyparissias* (Fabricius) (Lepidoptera: Castniidae), mais daninhas e freqüentes no Estado do Pará. Esse estudo teve por objetivo avaliar o potencial de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *O. invirae*, *B. sophorae* e *E. cyparissias cyparissias* em laboratório. Esta pesquisa foi realizada no laboratório de Fitossanidade do Complexo Agropalma no município de Tailândia, sudeste do Estado do Pará em sala climatizada à temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 12 horas. O potencial de parasitismo e produção de descendentes de *T. diatraeae* em pupas de três espécies de lepidópteros daninhos ao cultivo do dendezeiro, mostrou que esse parasitóide parasita e produz progênie, em pupas das desfolhadoras *B. sophorae* e *O. invirae*. O segundo estudo avaliou os aspectos reprodutivos de *T. diatraeae* nas espécies desfolhadoras do dendê (*B. sophorae* e *O. invirae*) mostrando que a taxa de parasitismo e emergência da progênie de *T. diatraeae* foi semelhante em pupas de ambas as espécies. O ciclo de vida de *T. diatraeae* foi menor em pupas de *O. invirae* ($21,50 \pm 0,42$ dias) que nas de *B. sophorae* ($27,60 \pm 1,80$ dias), mas a quantidade de progênie ($669,00 \pm 89,62$) e imaturos mortos $217,13 \pm 58,18$ foi maior em *B. sophorae* que em *O. invirae* ($447,83 \pm 51,52$ e $13,50 \pm 5,23$),

respectivamente. A razão sexual, longevidade de fêmeas e machos de *T. diatraeae* emergidos foram semelhantes em ambas as espécies dos lepidópteros-praga. No terceiro estudo, a influência da idade de fêmeas de *T. diatraeae* com 12 a 24, 24 a 48, 48 a 72 e 72 a 96 horas de vida foi avaliada, no desempenho reprodutivo desse parasitóide em pupas de *B. sophorae*. A idade de fêmeas não afetou a taxa de parasitismo de *T. diatraeae* em pupas de *B. sophorae*, porém a emergência da progênie foi maior em pupas parasitadas por fêmeas com 48 a 72 e 72 a 96 horas (70 e 60%) em relação aquelas parasitadas por fêmeas com 12 a 24 e 24 a 48 horas de idade (20 e 20%), respectivamente. A idade de *T. diatraeae* afetou, também, a fecundidade, o número de imaturos mortos e a razão sexual da progênie em pupas de *B. sophorae*. No entanto, a idade de fêmeas não afetou o ciclo de vida da progênie de *T. diatraeae* que variou de $20,0 \pm 1,0$ dias a $23,0 \pm 0,0$ dias, respectivamente. As diferentes densidades não afetaram o parasitismo de fêmeas de *T. diatraeae*, mas a taxa de emergência e a progênie foram maiores nas densidades de 30:1 e 20:1 fêmeas/hospedeiro e a quantidade de imaturos mortos foram menores nas densidades (1:1, 10:1, 20:1 e 30:1 fêmeas/hospedeiro). O período de ovo a adulto da progênie de *T. diatraeae* foi semelhante nas diferentes densidades de fêmeas desse parasitóide. A razão sexual da progênie emergida foi menor na densidade de 10:1 fêmeas/hospedeiro. Fêmeas e machos de *T. diatraeae*, emergidos de pupas de *B. sophorae* parasitadas foram maiores (comprimento do corpo) nas densidades de 20:1 e 30:1 e as cápsulas cefálicas de fêmeas foram maiores nas densidades de 30:1, 20:1 e 40:1 fêmeas/hospedeiro, com valores semelhantes em machos. Portanto, *Trichospilus diatraeae* parasita e produz progênie em pupas de *B. sophorae* e *O. invirae*, mas aquelas pupas de *B. sophorae* são mais adequadas por produzir maior número de descendentes desse parasitóide. O melhor período reprodutivo de fêmeas de *T. diatraeae* parasitando pupas de *B. sophorae* foi entre 48 a 96 horas de vida na com densidade de 20 ou 30 fêmeas/hospedeiro que proporciona maiores taxas de parasitismo, emergência e maior tamanho de indivíduos desse

parasitóide. O parasitóide *T. diatraeae* apresenta potencial para controlar lepidópteros desfolhadores do dendê.

ABSTRACT

RIBEIRO, Rafael Coelho M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2010. **Parasitoid pupae *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae): Development and reproduction in defoliating caterpillars of oil palm.** Advisor: José Cola Zanuncio, Co-Advisors: Germano Leão Demolin Leite, José Eduardo Serrão, Teresinha Vinha Zanuncio and Walkymário de Paulo Lemos

The African palm or oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) is a plant of African origin and considered the major industrialized activity in humid areas, similar in Amazon area. The expansion of oil palm, especially in northern region of Brazil, has presented more phytosanitary problems, including the caterpillars defoliating *Brassolis sophorae* L. *Opsiphanes invirae* Hübner (Lepidoptera: Nymphalidae) and borers-of-strain *Eupalamides cyparissias cyparissias* (Fabricius) (Lepidoptera: Castniidae), weeds and more frequent in the State of Pará. This study aimed to evaluate the potential *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) in pupae of *O. invirae*, *B. sophorae* and *E. cyparissias cyparissias* under laboratory conditions. This research was conducted in the laboratory of Plant Complex Agropalma in Thailand city, southeast of Pará State in a room temperature of 25 ± 2 °C, relative humidity of $70 \pm 10\%$ and photophase of 12 hours. The potential of parasitism and progeny production of *T. diatraeae* in pupae of three species of lepidopteran pests on the cultivation of oil palm, showed that this parasitoid was parasite and progeny produced in pupae of defoliating *B. sophorae* and *O. invirae*. The second study was evaluated the reproductive features of *T. diatraeae* in defoliating species of oil palm (*B. sophorae* and *O. invirae*). Results showing that the rate of parasitism and progeny emergence of *T. diatraeae* pupae was similar in both species. The life cycle of *T. diatraeae* was lower in pupae of *O. invirae* (21.50 ± 0.42 days) than in *B. sophorae* (27.60 ± 1.80 days), but the amount of progeny (669.00 ± 89.62) and dead immature (217.13 ± 58.18) were higher in *B. sophorae* than in *O. invirae* (447.83 ± 51.52 and 13.50 ± 5.23), respectively. The sex ratio, longevity of females and males of *T. diatraeae* were similar in both

species were tested. In the third study, the influence of *T. diatraeae* female age with 12-24, 24-48, 48-72 and 72 to 96 hours of life was assessed in the reproductive performance of parasitoids in pupae of *B. sophorae*. Female ages did not affect on parasitism rate of *T. diatraeae* in *B. sophorae* pupae, but the emergence of progeny was higher in pupae parasitized by females with 48 to 72 and 72 to 96 hours (70 and 60%) than those parasitized by females between 12 and 24 and 24 to 48 hours old with 20 and 20 %, respectively. The age of *T. diatraeae* affected on fecundity, the number of dead immature and sex ratio of offspring in pupae of *B. sophorae*. However, the age of females did not affect on the life cycle of the progeny of *T. diatraeae* with range from 20.0 ± 1.0 days and 23.0 ± 0.0 days, respectively. Different densities did not affect on parasitism of female *T. diatraeae*, but the rate of emergence and progeny were higher at 30:1 and 20:1 female/host immature parasitoid and the numbers of deaths were lower in density (1:1, 10:1, 20:1 and 30:1 females/host). The period from egg to adult offspring of *T. diatraeae* was similar at the different densities of females of this parasitoid. The sex ratio of offspring emerged was the lower density with 10:1 female/host. Females and males of *T. diatraeae* emerged from the pupae parasitized of *B. sophorae* were larger (body length) at densities of 20:1 and 30:1 and the head capsules of females were higher at 30:1, 20:1 and 40:1 female/host, with similar values in males. *Trichospilus diatraeae* was parasite and produced progeny in pupae of *B. sophorae* and *O. invirae*, but pupae of *B. sophorae* were more suitable for producing larger number of offspring of this parasitoid. The best period of reproductive females of *T. diatraeae* parasitoid in pupae of *B. sophorae* was between 48 to 96 hours of life at a density of 20 or 30 females/host that provides the highest rates of parasitism, emergence and larger individuals of this parasitoid. The parasitoid *T. diatraeae* has been good potential to control lepidopteran defoliator pests of oil palm.

INTRODUÇÃO

A cultura do dendezeiro ou palma africana (*Elaeis guineensis*, Jacq.) é uma planta de origem africana considerada a principal atividade agroindustrial desde a década de 60 em regiões tropicais úmidas, semelhantes à Amazônia, como a Malásia, Indonésia, parte amazônica do Equador, Colômbia e alguns países africanos. É uma cultura perene e com vida útil econômica entre 25 e 30 anos, o que garante maior estabilidade ambiental e a caracteriza uma das mais importantes oleaginosas. O cultivo e processamento dos derivados do dendezeiro destacam-se pela alta rentabilidade; geração de emprego; fixação do homem no campo; aumento de investimentos locais em infra-estrutura; e redução de impactos ambientais, além de ser uma fonte de óleo vegetal, principalmente, para o “biodiesel” (Abdalla et al., 2008). O dendê apresenta excelente adaptação às condições edafoclimáticas da Amazônia, que dispõe da maior área para expansão dessa cultura no mundo (Carvalho et al., 2006).

O dendezeiro é a oleaginosa com a maior produtividade de óleo vegetal do mundo (Murphy, 2007). O Estado do Pará concentra mais de 80% do plantio de dendê do Brasil, com até seis toneladas de óleo/ha/ano, correspondendo a dez vezes a produção de óleo da soja (Chia et al., 2009).

No Brasil, áreas agrícolas cada vez maiores são manejadas e exploradas em regime de monocultura, representando ecossistemas ecologicamente diferentes daqueles da vegetação natural ou dos policultivos, o que favorece a adaptação das espécies-praga (Zanuncio et al., 1994).

Insetos-praga podem comprometer a produtividade do dendê na região Amazônica e nenhum inseticida químico foi registrado para essa cultura no Brasil (Ribeiro et al., 2010). *Opsiphanes invirae* Hübner, *Brassolis sophorae* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) e *Acharia* spp. (Lepidoptera: Limacodidae) são as lagartas desfolhadoras mais importantes e frequentes em

plantios no Norte do Brasil (Ribeiro et al., 2010) e *Darna trima* Moore, *D. bradleyi* Holloway, *Setora nitens* Walker e *Setothosea asigna* van Eecke (Lepidoptera: Limacodidae) são comuns nessa cultura no sudeste asiático. Essas espécies apresentam elevado consumo foliar e prejudicam o desenvolvimento e a produção das plantas (Sasaerila et al., 2000; Zeddarn et al., 2003). Além dessas, a lagarta-broqueadora-da-estirpe *Eupalamides cyparissias cyparissias* (Fabricius) (Lepidoptera: Castniidae) danifica os frutos e inflorescências, perfura galerias nos pedúnculos dos cachos, bases foliares e estirpes de plantas de dendê no norte do Brasil (Vasquez et al., 2008).

O controle biológico clássico se caracteriza pela importação de agentes exóticos de controle biológico, para a introdução intencional e estabelecimento estável de longo prazo contra pragas. O controle é realizado com organismos liberados na forma imundativa e ou inoculativa para que o agente de controle biológico se multiplique e controle a praga por um período prolongado (Eilenberg et al., 2001). A aparente baixa efetividade de inimigos naturais nativos apóia a formação de programas de controle biológico clássico contra insetos-praga em cultivos agrícolas e florestais.

Himenópteros parasitóides são os inimigos naturais com maior número de introduções e sucesso para o controle biológico aplicado (Mafi e Ohbayashi, 2010), e algumas espécies desse grupo paralisam o corpo dos hospedeiros pela injeção de venenos (Campos, 2001).

Hymenoptera parasitóides tem aproximadamente, 50000 espécies de representantes (Pennacchio e Strand, 2006), sendo as mais importantes Braconidae, Eulophidae, Ichneumonidae e Scelionidae parasitando ovos, larvas, pupas ou adultos, principalmente de Coleoptera, Lepidoptera, Diptera e Hemiptera (Whitfield, 2003).

Eulophidae, com 283 gêneros e 3977 espécies em regiões tropicais e temperadas, são endo ou ectoparasitóides; idiobiontes ou coinobiontes; solitários ou gregários; primários ou

hiperparasitóides; especialistas ou generalistas, e são estudadas e utilizadas com sucesso em programas de controle biológico (Gauthier et al., 2000; Hansson, 2004).

Tetrastichinae é a maior subfamília de Eulophidae, parasitando representantes de 100 famílias de insetos de diferentes ordens e algumas de suas espécies são inimigos naturais de insetos-praga em cultivos de dendê (Lasalle, 1993). *Trichospilus* Ferrière, 1930 é um gênero pequeno, com oito espécies descritas (Ferrière 1930; Cherian e Margabandhu, 1942; Bouček, 1976; Zhu et al., 2002), sendo os membros desse gênero parasitóides pupais gregários, principalmente, de lepidópteros (Bennett et al., 1987). Das oito espécies desse gênero, três (*T. boops* Bouček, 1976; *T. ferrierei* Bouček, 1976; *T. vorax* Bouček, 1976) foram encontradas na África e *T. lutelineatus* Liao, 1987 somente em Zhejiang, China (Bennett et al., 1987). *T. striatus* Ubaidillah, 2006 e *T. politus* Ubaidillah, 2006 foram descritas em Java e Sulawesi, Indonésia (Ubaidillah, 2006). *T. pupivorus* Ferrière, 1930 e *T. diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 ocorrem em áreas tropicais e subtropicais (Bennet et al., 1987).

Trichospilus diatraeae Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) parasita, principalmente, pupas de lepidópteros e tem sido utilizado no controle biológico em países das Américas, África e Ásia (Bouček, 1976; Paron e Berti Filho, 2000; Zanuncio et al., 2008). Essa espécie foi relatada pela primeira vez no Brasil parasitando pupas de um lepidóptero da família Arctiidae e pupas de *Chlosyne lacinia saundersii* (L.) (Lepidoptera: Nymphalidae) no município de Piracicaba, estado de São Paulo (Paron e Berti-Filho, 2000).

No entanto, o potencial de parasitismo e biologia de parasitóides nos lepidópteros do dendezeiro deve ser determinados para se determinar a sua densidade e idade ideal por pupa para aumentar a eficiência de produção em laboratório (Aruna e Manjunath, 2010).

O desenvolvimento de técnicas de criação de parasitóides para programas de controle biológico depende da espécie hospedeira (Barrett e Schmidt, 1991; Bai et al., 1992; Lemos et al.,

2003; Pratisoli et al., 2005) e do potencial de reprodução no hospedeiro (Pastori et al., 2007).

A criação massal representa a primeira etapa de programas de controle biológico aplicado (De Clercq e Degheele 1997). A qualidade nutricional, tamanho, idade, resistência mecânica e capacidade de resposta imunológica a inimigos naturais devem ser consideradas na seleção dos hospedeiros (Zaviezo e Mills, 2000; Silva-Torres et al., 2009; Andrade et al., 2010).

Resultados satisfatórios com *T. diatraeae* e outros Eulophidae em criação massal com espécies de lepidópteros-praga e hospedeiros alternativos no Brasil (Pereira et al., 2008a,b,2009a,b; Zanuncio et al., 2008, Fávero, 2009) induziu a realização dessa pesquisa em pupas de lepidópteros-praga do dendezeiro. O objetivo desse estudo foi avaliar o potencial de parasitismo e reprodução de *T. diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *O. invirae* e *B. sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae) e *E. cyparissias cyparissias* (Lepidoptera: Castniidae).

A introdução desta tese está de acordo com as normas da ABNT e os artigos com as normas do periódico "*Pesquisa Agropecuária Brasileira*", com adaptações para as "Normas de Redação de Tese" da Universidade Federal de Viçosa.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C., GODÓI, A.; CARMO C.A; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 260-258, 2008.
- ANDRADE, G.S.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, J.C.; ZANUNCIO, T.V.; LEITE, G.L.D.; POLANCZYK, R.A. Immunity of an alternative host can be overcome by higher densities of its parasitoids *Palmistichus elaeisis* and *Trichospilus diatraeae*. **PLoS One**, v. 5, p. 13231, 2010.
- ARUNA, A.S.; MANJUNATH D. Reproductive performance of *Nesolynx thymus* (Hymenoptera: Eulophidae) as influenced by host (*Musca domestica*) size. **BioControl**, v. 55, p. 245-252, 2010.
- BARRETT, M.; SCHMIDT, J.M. A comparison between the amino acid composition of an egg parasitoid wasp and some of its hosts. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 59, p. 29-41, 1991.
- BAI, B.; LUCK, R.F.; FORSTER, L.; STEPHENS, B.; JANSSEN, J.M. The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 64, p. 37-48, 1992.
- BENNETT, F.D.; GLENN, H.; YASEEN, M.; BARANOWSKI, R.M. Records of *Trichospilus diatraeae*, an Asian parasite (Hymenoptera: Eulophidae) from the Caribbean and Florida. **Florida Entomologist**, v. 70, p. 184-186, 1987.
- BOUČEK, Z. The African and Asiatic species of *Trichospilus* and *Cotterellia* (Hymenoptera: Eulophidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 65, p. 669-681, 1976.
- CAMPOS, D.F. Lista de los géneros de avispas parasitoides Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) de la región Neotropical. **Biota Colombiana**, v. 2, p. 193-232, 2001.
- CARVALHO, A.V.; ALVES, B.J.R.; REIS, V.M. Resposta do dendezeiro à adição de nitrogênio

e sua influência na população de bactérias diazotróficas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 293-300, 2006.

CHIA, G.S.; LOPES, R.; CUNHA, R.N.V.; ROCHA R.N.C.; LOPES, M.T.G. Repetibilidade da produção de cachos de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro. **Acta Amazônica**, v. 39, p. 249-254, 2009.

CHERIAN, M.C.; MARGABANDHU, V. A new species of *Trichospilus* (Hymenoptera: Chalcidoidea) from South India. **Indian Journal of Entomology**, v. 4, p. 101-102, 1942.

DE CLERCQ, P.; DEGHEELE, D. Effects of mating status on body weight, oviposition, egg load, and predation in the predatory stinkbug *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 90, p. 21-127, 1997.

EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER, C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **BioControl**, v. 46, p. 387-400, 2001.

FÁVERO, K. **Biologia e técnicas de criação de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)**. Dourados, MS, (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2009. 77 p.

FERRIÈRE, C. Notes on Asiatic Chalcidoidea. **Bulletin of Entomological Research**, v. 21, p. 353-360, 1930.

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.

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

LASALLE, J. North American genera of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae). **Journal of**

Natural History, v. 28, p. 109-236, 1993.

LEMOS, W.P.; RAMALHO, F.S.; ZANUNCIO, J.C. Age-dependent fecundity and life fertility tables for *Euborellia annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae) a cotton boll weevil predator, in laboratory studies with an artificial diet. **Environmental Entomology**, v. 32, p. 592-601, 2003.

MAFI, S.; OHBAYASHI, N. Biology of *Chrysocharis pentheus*, an endoparasitoid wasp of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* stainton. **Journal of Agricultural Science and Technology**. v. 12, p. 145-154, 2010.

MURPHY D.J. Future prospects for oil palm in the 21st century:biological and related challenges. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 109, p. 296-306, 2007.

PARON, M.R.; BERTI FILHO, E. Capacidade reprodutiva de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de diferentes hospedeiros (Lepidoptera). **Scientia Agrícola**, v. 57, p. 355-358, 2000.

PASTORI, P.L.; MONTEIRO, L.B.; BOTTON, M.; PRATISSOLI, D. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) sob diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 926-931, 2007.

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

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

PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; PRATISSOLI, D.; TAVARES, M.T. 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, 2008a

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

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

PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; VIANNA, U.R.; ANDRADE, J.S.; PINON, T.B.M.; ANDRADE, G.S. Thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* and *T. acacioi* (Hym.: Trichogrammatidae), parasitoids of the avocado defoliator *Nipteria panacea* (Lep.: Geometridae), in eggs of two alternative hosts. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, p. 523-529, 2005.

RIBEIRO, R.C.; LEMOS, W.P.; BERNARDINO, A.S.; BUECKE, J.; MÜLLER, A.A. Primeira ocorrência de *Alcaeorrhynchus grandis* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) predando lagartas desfolhadoras do dendezeiro no Estado do Pará. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 131-132, 2010.

SASAERILA, Y.; GRIES, R.; GRIES, G.; KHASKIN, K.S.; BOO, T.C. Decadienoates: sex pheromone components of nettle caterpillars *Darna trima* and *D. bradley*. **Journal of Chemical Ecology**, v. 26, p. 1969-1981, 2000.

SILVA-TORRES, C.S.A.; RAMOS FILHO, I.T.; TORRES, J.B.; BARROS, R. Superparasitism and host size effects in *Oomyzus sokolowskii*, a parasitoid of diamondback moth. **Entomologia**

Experimentalis et Applicata, v. 33, p. 65-73, 2009.

WHITFIELD JB. Phylogenetic insights into the evolution of parasitism in Hymenoptera.

Advances in Parasitology, v. 54, p. 69-100, 2003.

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

VASQUEZ, J.; DELGADO, C.; COUTURIER, G.; MEJIA, K.; FREITAS, L.; CASTILLO, D. Pest insects of the palm tree *Mauritia flexuosa* L.f., dwarf form, in Peruvian Amazônia. **Fruits**, v. 63, p. 227-238, 2008.

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. 64-66, 1994.

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

ZAVIEZO, T.; MILLS, N. Factors influencing the evolution in clutch size in a gregarious insect parasitoid. **Journal of Animal Ecology**, v. 61, p. 1047-1057, 2000.

ZEDDAM, J.; CRUZADO, J.A.; RODRIGUEZ, J.L.; RAVALLEC, M. A new nucleopolyhedrovirus from the oil-palm leaf-eater *Euprosterina elaeasa* (Lepidoptera: Limacodidae): preliminary characterization and field assessment in Peruvian plantation. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 96, p. 69-75, 2003.

ZHU, C.D.; LASALLE, J.; HUANG, D.W. A study of Chinese *Cirrospilus* Westwood (Hymenoptera: Eulophidae). **Zoological Studies**, v. 41, p. 23-46, 2002.

CAPITULO I

Parasitismo de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de lepidópteros daninhos à cultura do dendezeiro

NOTA CIENTÍFICA

Parasitismo de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de lepidópteros daninhos à cultura do dendezeiro

Resumo - A expansão do cultivo do dendezeiro (*Elaeis guineensis*) pode favorecer insetos-praga como as lagartas desfolhadoras *Opsiphanes invirae* Hübner e *Brassolis sophorae* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) e a lagarta-broqueadora-da-estirpe *Eupalamides cyparissias cyparissias* (Fabricius) (Lepidoptera: Castniidae). O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial do parasitóide *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de lepidópteros daninhos ao dendezeiro. Cinquenta fêmeas de *T. diatraeae* foram separadas em tubos de ensaio (14,5 x 2,0 cm) com uma pupa de um dos hospedeiros cada (*O. invirae*, *B. sophorae* ou *E. cyparissias cyparissias*) com até 48 horas de idade, durante 48 horas. *Trichospilus diatraeae* parasitou todas as espécies de lepidópteros testados e apresentou alto potencial reprodutivo em pupas de *O. invirae* e *B. sophorae*. Esse parasitoide tem habito generalista e a sua liberação em dendezaís pode representar uma alternativa de controle de lepidópteros desfolhadoras nessa cultura.

Palavras-chave - Controle biológico aplicado, *Elaeis guineensis*, Lepidoptera, Pragas do dendezeiro.

Abstract - The expansion of cultivation of oil palm (*Elaeis guineensis*) may increase damage of insect pests such as caterpillars defoliating *Opsiphanes invirae* Hübner *Brassolis sophorae* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) and the caterpillar-to-strain borers *Eupalamides cyparissias cyparissias* (Fabricius) (Lepidoptera: Castniidae). The aim of this study was to evaluate the

potential of parasitoid *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) in pupae of lepidopteran pests of oil palm. Fifty females of *T. diatraeae* were separated into test tubes (14.5 x 2.0 cm) with a one pupa of each hosts (*O. invirae*, *B. sophorae* or *E. cyparissias cyparissias*) with up to 48 hours of age for 48 hours. *T. diatraeae* was parasitised in all lepidopteran species tested and showed that high reproductive potential in pupae of *O. invirae* and *B. sophorae*. Result from our study showed that this parasitoid is dwell and its general release in oil palm plantations can be an alternative to control defoliating lepidoptera in this culture.

Key words – Biological control applied, *Elaeis guineensis*, Insect pests of oil palm, Lepidoptera.

A expansão do cultivo do dendezeiro (*Elaeis guineensis*) pode reduzir a biodiversidade e aumentar a derrubada da floresta nativa em regiões tropicais (McMorrow e Talip 2001), pois sua área plantada aumentou cerca 170% desde 1960, atingindo cerca de 10,7 milhões de hectares (Turner et al., 2008).

Monocultivo do dendê, podem favorecer insetos-praga e vetores de doenças (Gitau et al., 2009), com destaque para lagartas desfolhadoras *Opsiphanes invirae* Hübner e *Brassolis sophorae* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) cujo consumo foliar prejudica o desenvolvimento e a produção das plantas de dendê no norte do Brasil (Parra et al., 2009; Ribeiro et al., 2010). A lagarta-broqueadora-da-estirpe *Eupalamides cyparissias cyparissias* (Fabricius) (Lepidoptera: Castniidae) danifica plantas por construir galerias nos pedúnculos dos cachos, bases foliares e estirpes do dendê (Vasquez et al., 2008).

Ichneumonidae, Braconidae, Scelionidae e Eulophidae (Hymenoptera) parasitam ovos, larvas, pupas e/ou adultos, principalmente, de Coleoptera, Lepidoptera, Diptera e Hemiptera

(Whitfield, 2003), e são inimigos naturais mais frequentes no controle biológico de insetos-praga (Mafi e Ohbayashi, 2010).

A família eulophidae apresenta 283 gêneros e 3.977 espécies em regiões tropicais e temperadas, apresentando indivíduos endoparasitóides ou ectoparasitóides; idiobiontes ou coinobiontes; solitários ou gregários; primários ou hiperparasitóides; especialistas ou generalistas (Gauthier et al., 2000; Hansson, 2004), e muitas de suas espécies tem sido estudadas e utilizadas no controle biológico (Pereira et al., 2008a,b, 2009a,b; Foelkel et al., 2008; Espinoza et al., 2009; Mafi e Ohbayashi, 2010; Saleh et al., 2010),

Trichospilus diatraeae Cherian e Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) parasita espécies das famílias Arctiidae (Bennett et al., 1987; Paron e Berti-Filho, 2000); Oecophoridae (Oliveira et al., 2001); Pieridae (Torres-Bauza, 1994); Crambidae (Bennett et al., 1987, Fávero, 2009); Geometridae (Pereira et al., 2008a; Zaché et al., 2010); Nymphalidae e Noctuidae (Bennett et al., 1987), e pupas de *Tenebrio molitor* L (Coleoptera: Tenebrionidae) (Fávero, 2009).

Fêmeas de parasitóides devem superar a defesa de hospedeiros e o comportamento defensivo do hospedeiro (Soares et al., 2009), o que pode afetar a escolha e as características biológicas dos parasitóides (Gross, 1993; Farias e Hopper, 1999; Völkl e Stadler 1996; Walker e Hoy, 2003). O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial de *T. diatraeae* em pupas de lepidópteros daninhos ao dendê no estado do Pará.

O Grupo Agropalma localizado no município de Tailândia, estado do Pará (Figura 1) recebeu, em janeiro de 2010, pupas de *T. molitor* parasitadas da Universidade Federal de Viçosa (UFV), onde esse parasitóide é criado em sala climatizada com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 12 horas. Esse parasitóide foi coletado em plantios

de *Eucalyptus cloeziana* parasitando pupas de *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) em Viçosa, Minas Gerais (Pereira et al., 2008a).

A densidade de cinquenta fêmeas de *T. diatraeae*, por pupa hospedeira (*O. invirae*, *B. sophorae* ou *E. cyparissias cyparissias*) com, até, 48 horas de idade, foi testado por 48 horas de exposição em tubos de ensaio de vidro (14,5 x 2,0 cm) tampados com algodão e uma gotícula de mel no interior para alimentação dos parasitóides (Pereira et al., 2009b).

Trichospilus diatraeae parasitou pupas de *E. cyparissias cyparissias* (Fig. 2A), *B. sophorae* (Fig. 2B) e *O. invirae* (Fig. 2C), como ao relatado para pupas de lepidópteros de diversas famílias (Bennett et al., 1987; Pereira et al., 2008a). Por isso, liberações desse parasitoide podem representar uma alternativa para o controle de lagartas desfolhadoras do dendezeiro, ocorrendo, simultaneamente, nesses plantios (Ribeiro et al., 2010).

Trichospilus diatraeae se desenvolveu em pupas de *O. invirae* e *B. sophorae*, com progênie de $447,83 \pm 51,52$ e $669,00 \pm 89,62$, respectivamente. Isto demonstra o potencial desse parasitóide para o controle desses desfolhadores no campo com liberações inoculativas (Eilenberg et al., 2001). No entanto, imaturos de *T. diatraeae* morreram em pupas de *E. cyparissias cyparissias*, provavelmente, devido a defesa fisiológica desse hospedeiro (encapsulação) ou melanização do ovo do endoparasitóide (Gross, 1993; Pennacchio e Strand, 2006). Além disso, a densidade reduzida de fêmeas desse parasitóide que foi testada (50) por pupa desse lepidóptero pode ter favorecido o processo de defesa desse hospedeiro (Zaki et al., 1994; Andrade et al., 2010).

Trichospilus diatraeae se reproduziu em pupas de desfolhadores do dendezeiro (*O. invirae* e *B. sophorae*) e pode ser criado com metodologias conhecidas. Além disso, por ser generalista, esse inimigo natural pode permanecer no campo mesmo quando seus hospedeiros preferidos estão em baixa quantidade, o que pode melhorar sua eficiência no controle biológico.

Agradecimentos

Ao grupo Agropalma pelo financiamento da bolsa de estudos e pelo apoio na realização desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, G.S.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, J.C.; ZANUNCIO, T.V.; LEITE, G.L.D.; POLANCZYK, R.A. Immunity of an alternative host can be overcome by higher densities of its parasitoids *Palmistichus elaeisis* and *Trichospilus diatraeae*. **PLoS One**, v. 5, p. 13231, 2010.

BENNETT, F.D.; GLENN, H.; YASEEN, M.; BARANOWSKI, R.M. Records of *Trichospilus diatraeae*, an Asian parasite (Hymenoptera: Eulophidae) from the Caribbean and Florida. **Florida Entomologist**, v. 70, p. 184-186, 1987.

EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER, C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **BioControl**, v. 46, p. 387-400, 2001.

ESPINOZA, J.C.; INFANTE, F.; CASTILLO, A.; PÉREZ, J.; GUADALUPE, N.; PINSON, E.P.; VEGA, F.E. The biology of *Phymastichus coffea* LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) under field conditions. **Biological Control**, v. 49, p. 227-233, 2009.

FARIAS, A.M.I.; HOPPER, K.R. Oviposition behavior of *Aphelinus asychis* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Aphidiidae) and defense behavior of their host *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, v. 28, p. 858-862, 1999.

FÁVERO, K. **Biologia e técnicas de criação de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)**. Dourados, MS, (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2009. 77 p.

FOELKEL, E.; REDAELLI, L.R.; JAHNKE, S.M.; LOSEKANN, P.B. Aspectos biológicos de *Cirrospilus neotropicus* Diez & Fidalgo (Hymenoptera: Eulophidae), parasitóide de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 279-287, 2008.

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.

GITAU, C.W.; GURR, G.M.; DEWHURST, C.; FLETCHER, M.J.; MITCHELL, A. Insect pests and insect-vectored diseases of palms. **Australian Journal of Entomology**, v. 48, p. 328-342, 2009.

GROSS, P. Insect behavioral and morphological defenses against parasitoids. **Annual Review of Entomology**, v. 38, p. 251-27, 1993.

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

MAFI, S.; OHBAYASHI, N. Biology of *Chrysocharis pentheus*, an endoparasitoid wasp of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* stainton. **Journal of Agricultural Science and Technology**. v. 12, p. 145-154, 2010.

MCMORROW, J.; TALIP, M.A. Decline of forest area in Sabah, Malaysia: relationship to state policies, land code and land capability. **Global Environmental Change**, v. 11, p. 217-230, 2001.

OLIVEIRA, M.A.S.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ICUMA, I.M.; ALVES, R.T.; OLIVEIRA, J.N.S.; ANDRADE, G.A. Incidência de danos da broca do fruto da graviola no Distrito Federal. **Comunicado Técnico-Embrapa**, n. 51, 2001.

- PARRA, E.; PEÑA, J.; ESPARZA, D.; LABARCA, M. Evaluación de sustratos orgánicos y en combinación con insecticida para la captura de adultos de *Opsiphanes cassina* Felder en una plantación de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin.) en el estado Zulia, Venezuela. **Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia**, v. 26, p. 455-469, 2009.
- PENNACCHIO, F.; STRAND, M.R. Evolution of developmental strategies in parasitic Hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 233-58, 2006.
- PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, T.V.; ZANUNCIO, J.C.; PRATISSOLI, D.; TAVARES, M.T. 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, 2008a.
- PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E.; PASTORI, P.L.; RAMALHO, F.S. Reproductive performance of *Palmistichus elaeisis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) with previously refrigerated pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, p. 865-869, 2009a.
- PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, J.C.; TAVARES, M.T.; PASTORI, P.L.; JACQUES, G.C.; VILELA, E.F. New record of *Trichospilus diatraeae* as a parasitoid of the eucalypt defoliator *Thyriniteina arnobia* in Brazil. **Phytoparasitica**, v. 36, p. 304-306, 2008b.
- PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E.; OLIVEIRA, H.N.; FÁVERO, K.; GRANCE, E.L.V. Progenie de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) de diferentes idades. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 660-664, 2009b.
- PARON, M.R.; BERTI FILHO, E. Capacidade reprodutiva de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de diferentes hospedeiros (Lepidoptera). **Scientia Agrícola**, v. 57, p. 355-358, 2000.

RIBEIRO, R.C.; LEMOS, W.P.; BERNARDINO, A.S.; BUECKE, J.; MÜLLER, A.A. Primeira ocorrência de *Alcaeorrhynchus grandis* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) predando lagartas desfolhadoras do dendezeiro no Estado do Pará. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 131-132, 2010.

SALEH, A.; ALLAWI, T.F.; GHABEISH, I. Mass rearing of *Neochrysocharis formosa* (Westwood) (Eulophidae: Hymenoptera), a parasitoid of leafminers (Agromyzidae: Diptera). **Journal of Pest Science**, v. 83, p. 59-67, 2010.

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

TORRES-BAUZA, J.A. Hymenopterous parasitoids of *Dismorfia spio* (Pieridae: Dismorphiinae). **Journal of the Lepidopterist's Society**, v. 48, p. 266, 1994.

TURNER, E.C.; SNADDON, J.L.; FAYLE, T.M.; FOSTER, W.A. Oil palm research in context: identifying the need for biodiversity assessment. **Plos One**, v. 3, p.1-4, 2008.

VASQUEZ, J.; DELGADO, C.; COUTURIER, G.; MEJIA, K.; FREITAS, L.; CASTILLO, D. Pest insects of the palm tree *Mauritia flexuosa* L.f., dwarf form, in Peruvian Amazônia. **Fruits**, v. 63, p. 227-238, 2008.

VÖLKL, W.; STADLER, B. Colony orientation and successful defense behavior in the conifer aphid, *Schizolachnus pineti*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 78, p. 197-200, 1996.

WALKER, A.M.; HOY, M.A. Responses of *Lipoplexis oregmae* (Hymenoptera: Aphidiidae) to different instars of *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae). **Journal of Economic Entomology**, v. 96, p. 1685-1692, 2003.

- WHITFIELD, J.B. Phylogenetic insights into the evolution of parasitism in Hymenoptera. **Advances in Parasitology**, v. 54, 69-100, 2003.
- ZAKI, F.N.; ELSAADANY, G.; GOMAA, A.; SALEH, M. Some biological factors affecting the production of the larval parasitoid *Bracon brevicornis* Wesm. (Hym., Braconidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 118, p. 413-418, 1994.
- ZACHÉ, B.; WILCKEN, C.F.; DACOSTA, R.R.; SOLIMAN, E.P. *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), a new parasitoid of *Melanolophia consimilaria* (Lepidoptera: Geometridae). **Phytoparasitica**, v. 38, p.355-357, 2010.

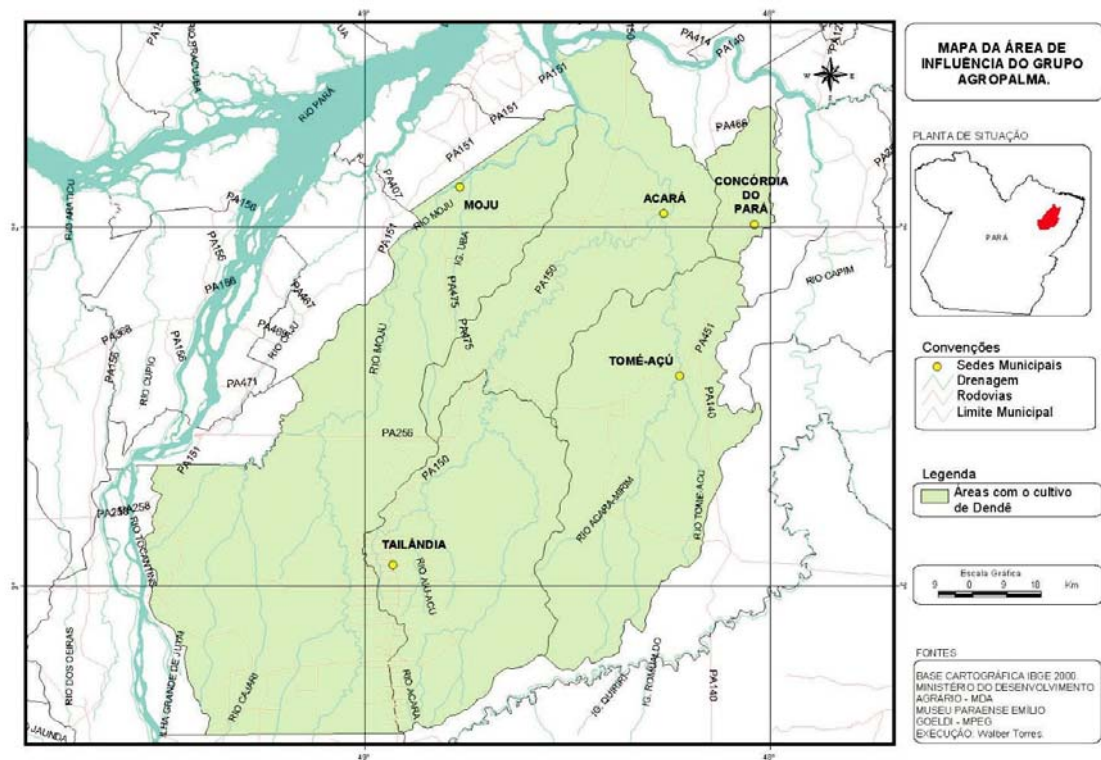


Figura 1. Localização e área de atuação do Grupo Agropalma.

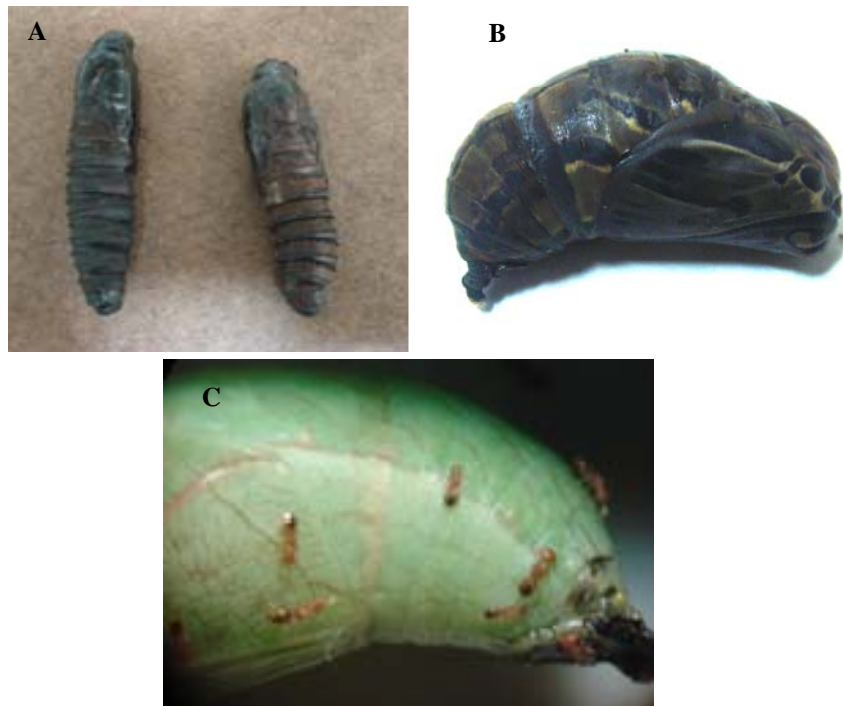


Figura 2. Pupas de *Eupalamides cyparissias cyparissias* (Lepidoptera: Castniidae) (A), *Brassolis sophorae* (B) e *Opsiphanes invirae* (C) (Lepidoptera: Nymphalidae) parasitadas por *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae).

CAPITULO II

Biologia de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Brassolis sophorae* e *Opsiphanes invirae* (Lepidoptera: Nymphalidae)

Biologia de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Brassolis sophorae* e *Opsiphanes invirae* (Lepidoptera: Nymphalidae)

Resumo - O estado do Pará é o maior produtor de óleo de palma do Brasil, porém lagartas desfolhadoras *Opsiphanes invirae* Hübner e *Brassolis sophorae* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) podem comprometer sua produtividade. O objetivo foi avaliar aspectos reprodutivos do parasitóide *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de desfolhadores do dendezeiro. Dez pupas de *O. invirae* ou de *B. sophorae* com até 48 horas de idade, foram expostas, cada uma, ao parasitismo por 30 fêmeas de *T. diatraeae*, por 48 horas. O parasitismo e a emergência da progênie de *T. diatraeae* foram semelhantes em pupas dessas espécies de lepidópteros desfolhadores do dendezeiro. No entanto, o ciclo de vida desse parasitóide foi mais curto em pupas de *O. invirae* ($21,50 \pm 0,42$ dias) que com as de *B. sophorae* ($27,60 \pm 1,80$ dias). A progênie ($669,00 \pm 89,62$) e imaturos mortos ($217,13 \pm 58,18$) de *T. diatraeae* em pupas foram maiores em pupas de *B. sophorae* que naquelas de *O. invirae* ($447,83 \pm 51,52$ e $13,50 \pm 5,23$), (respectivamente). A razão sexual e longevidade de fêmeas e machos de *T. diatraeae* emergidos desses hospedeiros foram semelhantes, mas as características biológicas de *T. diatraeae* foram melhores com pupas de *B. sophorae* que com *O. invirae*.

Palavras-chave – Controle biológico, desfolhadores do dendezeiro, *Elaeis guineensis*, parasitóide, tamanho do hospedeiro.

Abstract - The state of Pará is the largest producer of palm oil in Brazil, but caterpillars defoliating *Opsiphanes invirae* Hübner and *Brassolis sophorae* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) can affect on this production. The objective was to evaluate the parasitoid reproductive

Trichospilus diatraeae Margabandhu & Cherian, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) in pupae of defoliator of oil palm. Ten pupae of *O. invirae* or *B. sophorae* up to 48 hours old were exposed. Each pupa was parasitized with 30 females of *T. diatraeae* for 48 hours. Parasitism and the progeny emergence of *T. diatraeae* were similar in pupae of these species of Lepidopteran defoliators of oil palm. However, the life cycle of this parasitoid was shorter in pupae of *O. invirae* (21.50 ± 0.42 days) than in pupae of *B. sophorae* (27.60 ± 1.80 days). The progeny (669.00 ± 89.62) and dead immature (217.13 ± 58.18) of *T. diatraeae* were higher in pupae of *B. sophorae* than in pupae of *O. invirae* (447.83 ± 51.52 and 13.50 ± 5.23), respectively. The sex ratio and longevity of adults of *T. diatraeae* were similar, but the biological characteristics of *T. diatraeae* were better with pupae of *B. sophorae* than with *O. invirae*.

Key words – *Elaeis guineensis*, defoliators of oil palm, body size.

Introdução

O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), espécie de origem africana é a principal atividade agroindustrial em regiões tropicais úmidas, semelhantes à Amazônia, como a Malásia, Indonésia, parte amazônica do Equador, Colômbia e alguns países africanos (Franqueville, 2003). Essa cultura apresenta relevante desempenho na economia pela alta rentabilidade, geração de emprego, fixação do homem ao campo, reduzidos impactos ambientais e como fonte de óleo vegetal tão importante quanto a soja. Essa cultura apresenta excelente adaptação às condições edafoclimáticas da Amazônia, que dispõe da maior área no mundo para expansão da cultura (Chia et al., 2009).

O estado do Pará é o maior produtor de óleo de palma do Brasil, com até seis toneladas de óleo/ha/ano (Chia et al., 2009), porém lagartas desfolhadoras como *Opsiphanes invirae* Hübner e *Brassolis sophorae* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) podem comprometer essa produtividade (Ribeiro et al., 2010). O grande potencial de dano desses lepidópteros tornam necessárias ações de controle, mas não há inseticidas químicos sintéticos ou biológicos registrado no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle dessas pragas na cultura do dendê (Parra et al., 2009; Ribeiro et al., 2010).

Hymenoptera parasitóides têm importância em mais de 50% das cadeias alimentares terrestres (Mahmoudi et al., 2010). O controle biológico natural é importante em cultivos de palmeiras no Brasil, com registros de himenópteros (Chalcididae) e dípteros (Tachinidae e Sarcophagidae) parasitando larvas e pupas de *B. sophorae*, *Brassolis astyra* Godart (Lepidoptera: Nymphalidae); *O. invirae* e *Opsiphanes* sp. em cultivos de coqueiro (*Cocos nucifera*) (Marcicano et al., 2007, 2009) e dendê (*E. guineensis*) (Tinôco et al., 2010). No entanto, o controle biológico aplicado pode ser potencializado com a introdução e manipulação de inimigos naturais (Samish et al., 2004).

O parasitóide pupal *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) originário da Ásia, parasita preferencialmente, pupas de Lepidoptera e tem sido estudado para o controle biológico de pragas em cana-de-açúcar, milho, pastagem, algodão e eucalipto em países da África, Ásia e América (Bouček, 1976; Pereira et al., 2008; Zaché et al., 2010).

Himenópteros parasitóides podem controlar insetos-praga, mas a biologia desses inimigos naturais em hospedeiros naturais e/ou introduzidos deve ser entendida para se melhorar a eficiência dos mesmos (Mafi e Ohbayashi, 2010). Hospedeiros podem afetar a taxa de oviposição, longevidade da prole, razão sexual, tamanho do corpo e fecundidade de parasitóides (Silva-Torres et al., 2009), e a exploração de recursos do hospedeiro pode afetar a história de vida desses inimigos naturais (Hassell, 2000). O objetivo será avaliar a biologia do parasitóide *T. diatraeae* em pupas de lepidópteros desfolhadores de dendezeiro (*B. sophorae* e *O. invirae*).

Material e Métodos

Este trabalho foi realizado no laboratório de Fitossanidade do Complexo Agropalma no município de Tailândia, sudeste do Estado do Pará em sala climatizada à temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 12 horas.

Criação do hospedeiro alternativo Tenebrio molitor (Coleoptera: Curculionidae)

O hospedeiro alternativo, *T. molitor*, foi criado a partir de larvas do Laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Oriental, município de Belém, Estado do Pará. Esse besouro foi criado em bandejas plásticas (39,3 x 59,5 x 7,0 cm) em sala climatizada (temperatura de 25 ± 2 °C, 70 ± 10 % de UR e 12 horas de fotofase). Folhas de papel foram enterradas no substrato de farelo de trigo para a coleta de posturas. Larvas recém eclodidas foram alimentadas com farelo

de trigo (97 %), levedo de cerveja (3 %) e fatias de chuchu para suprimento de líquidos, até a emergência dos adultos que foram separados a cada 15 dias colocando-se folhas de papel toalha sobre o farelo (Zamperline et al., 1992)

Criação do parasitóide Trichospilus diatraeae (Hymenoptera: Eulophidae)

Adultos de *T. diatraeae* foram mantidos em tubos de vidro (14,5 x 2,0 cm) tampados com algodão e com gotículas de mel. Pupas do hospedeiro alternativo *T. molitor*, com, até, 24 horas de idade foram expostas ao parasitismo, por 48 horas, à temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 12 horas (Pereira et al., 2009)

Obtenção de Insetos-praga

Imaturos de *O. invirae* e *B. sophorae* foram coletadas em campo e transportadas para o laboratório de fitossanidade da Agropalma, onde foram colocadas em gaiolas de madeira (50 x 50 x 70 cm) e alimentadas “*ad libitum*” com folhas de dendê até a pupação de seus indivíduos.

Biologia de Trichospilus diatraeae (Hymenoptera: Eulophidae)

Dez pupas de *O. invirae* ou *B. sophorae*, com peso de $1,5 \pm 0,09$ g e $2,3 \pm 0,20$ g, respectivamente, e até 48 horas do início de estágio de pupa foram utilizadas. Essas foram individualizadas em tubos de vidro (14,5 x 2,0 cm) e expostas ao parasitismo por 30 fêmeas de *T. diatraeae* cada uma em um tubo de ensaio. Fêmeas desse parasitóide foram retiradas dos tubos após 48 horas (idades da pupa hospedeira e densidades de fêmeas dos parasitóides foram determinadas em testes preliminares). Essas pupas foram mantidas em B.O.D. (temperatura de 25 ± 2 °C, U.R. 70 ± 10 % e 12 horas de fotofase) até a emergência de adultos desse parasitóide (Pereira et al., 2009).

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto), porcentagem de parasitismo, porcentagem e número de parasitóides emergidos, razão sexual ($rs = \text{número de fêmeas} / \text{número total de indivíduos}$), número de imaturos e pupas dos parasitóides que não completaram seu desenvolvimento (pupas dos hospedeiros foram abertas com quarenta dias de parasitismo e contados o número de imaturos e pupas mortas) e a longevidade dos descendentes (machos e fêmeas) foram avaliadas. O sexo dos adultos de *T. diatraeae* foi determinado por características morfológicas da antena e do abdome desse parasitóide (Paron, 1999). cinco pupas de cada hospedeiro, dos hospedeiros não parasitados foram colocadas na mesma câmara climatizada utilizada em cada experimento para se avaliar a mortalidade natural.

Análise Estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos representados por *T. diatraeae* nos hospedeiros *O. invirae* e *B. sophorae* com 10 repetições, tendo uma pupa hospedeira cada uma. Os dados de porcentagem de parasitismo e emergência da progênie foram submetidos a análise de variância não paramétrica e os valores significativos comparados pelo teste de Wilcoxon a 5% de significância com o software SAS (SAS Institute, 1997). Os dados da duração do ciclo, número de parasitóides emergidos por pupa de cada hospedeiro, imaturos mortos, razão sexual e longevidade de machos e fêmeas foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade.

Resultados

O parasitismo ($P = 0,32$) e emergência ($P = 0,59$) de *T. diatraeae* foram semelhantes em pupas das espécies de lepidópteros desfolhadores do dendezeiro, parasitando 100% daquelas de

B. sophorae e 90% de *O. invirae* e com emergência de 60% e 50% de pupas de *B. sophorae* e *O. invirae*, respectivamente (Figura 1).

O ciclo de vida de *T. diatraeae* (ovo - adulto) foi mais curto em pupas de *O. invirae* ($21,50 \pm 0,42$ dias) que nas de *B. sophorae* ($27,60 \pm 1,80$ dias) ($P= 0,005$) (Tabela 1 e Figura 2).

O número de adultos emergidos ($P= 0,04$) e imaturos mortos ($P= 0,01$) de *T. diatraeae* foram maiores em pupas de *B. sophorae* ($689,00 \pm 89,62$ e $217,13 \pm 58,18$) que nas de *O. invirae* ($447,83 \pm 51,52$ e $13,50 \pm 5,23$) (Tabela 1). A razão sexual ($P= 0,29$) e a longevidade de fêmeas ($P= 0,34$) e machos ($P= 0,29$) de *T. diatraeae* emergidos de pupas de *B. sophorae* e *O. invirae* foram semelhantes (Tabela 1)

Discussão

O parasitismo e a emergência da prole de *T. diatraeae* foram semelhantes em pupas de *B. sophorae* e em *O. invirae* demonstrando capacidade de reprodução nessas espécies, como evidenciado com pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, *Heliothis virescens* (Fabricius), *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Noctuidae), *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Pyralidae) (Paron e Berti-Filho, 2000), *Thyrinteina arnobia* (Stoll) (Geometridae) (Pereira et al., 2008) e *Tenebrio molitor* L. (Tenebrionidae) (Fávero, 2009).

A emergência de *T. diatraeae* em (60% e 50%) das pupas de *O. invirae* e *B. sophorae*, respectivamente, indica qualidade dessas espécies e/ou valores nutricionais semelhantes desse hospedeiros para esse parasitóide. No entanto, a qualidade do hospedeiro pode variar também com suas condições fisiológicas e ou nutricionais (Vinson e Iwantsch, 1980, Brodeur e Boivin, 2004).

A menor duração da fase imatura de *T. diatraeae* em pupas de *O. invirae* que naqueles de pupas *B. sophorae* demonstra que a variação no ciclo desse parasitóide está relacionada com a

espécie hospedeira, isto concorda com a menor duração da fase larval do endoparasitóide solitário *Meteorus gyrator* (Thunberg) (Hymenoptera: Braconidae) com *Chrysodeixis chalcites* (Esper) (Lepidoptera: Noctuidae) que com outras quatro espécies de Noctuidae (Smethurst et al., 2004). A menor duração do ciclo imaturo em *O. invirae* indica competição entre imaturos nesse hospedeiro, o que pode ser devido ao menor tamanho (menor quantidade de recurso) desse hospedeiro que nas pupas de *B. sophorae* (Harvey et al. 2004). No entanto, diferenças no tempo de desenvolvimento de parasitóides não depende, apenas, da competição por recursos, mas, também, de fatores bióticos como a idade e densidade do hospedeiro e do parasitoide e abióticos como a temperatura e umidade (Harbison et al., 2001; Uçkan et al., 2004; Dannon et al., 2010).

A maior progênie de *T. diatraeae* em pupas de *B. sophorae* que de *O. invirae* demonstra melhores características reprodutivas do primeiro hospedeiro para esse parasitóide, o que pode ser explicada pelo tamanho de sua pupa (Fidgen et al., 2000; Brodeur e Boivin 2004; Silva-Torres et al., 2009). Fêmeas de parasitóides, normalmente, depositam seus ovos em hospedeiros maiores (princípio da alocação sexual) (Jones, 1982), por terem mais recursos para seus imaturos (Uçkan et al., 2004). Entretanto, hospedeiros maiores apresentam melhores defesas imunológicas (maiores chances de encapsulamento), o que pode reduzir o desenvolvimento e a sobrevivência dos imaturos de parasitóides (Strand e Pech, 1995).

O elevado número de imaturos mortos em pupas dissecadas de *B. sophorae* pode ter sido causado pelas defesas imunológicas desse hospedeiro e/ou pelo número excessivo de ovos depositados pelas fêmeas desse inimigo natural (Jones, 1982). Larvas de parasitóides podem competir entre si no hospedeiro e causar alta mortalidade e baixo índice de descendência (Chong e Oetting, 2007).

A elevada e semelhante razão sexual de *T. diatraeae* nas duas espécies de lepidópteros (*B. sophorae* e *O. invirae*), concorda com o relatado para parasitóide de pupas de *Bombyx mori*

L. (Lepidoptera: Bombycidae) *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) (Pereira et al., 2009), o que pode ser característica da família (Pereira et al., 2010), o que facilita o aumento das populações para experimentos de campo e laboratório (Matos Neto et al., 2004; Amalin et al., 2005; Soares et al., 2007). A elevada capacidade reprodutiva de *T. diatraeae* indica potencial desse parasitóide para o manejo integrado de lepidópteros desfolhadores do dendezeiro.

A longevidade semelhante de machos e fêmeas de *T. diatraeae* obtidos de pupas de *B. sophorae* e *O. invirae*, indicam, qualidade nutricional adequada desses hospedeiros, pois esse parâmetro em parasitóides adultos (fêmeas e machos) está relacionada à qualidade do hospedeiro para seus imaturos (Brodeur e Boivin, 2004)

Conclusão

O parasitóide *T. diatraeae* tem potencial para programas de controle biológico de pragas de dendê e, especialmente, de *B. sophorae*.

Agradecimentos

Ao grupo Agropalma pelo financiamento da bolsa de estudos e ao apoio na realização desta pesquisa e a Embrapa Amazônia Oriental pelo apoio à pesquisa e doação dos espécimes do hospedeiro alternativo *T. molitor*.

Referências Bibliográficas

- AMALIN, D.M.; PENA, J.E.; DUNCAN, R.E. Effects of host age, female parasitoid age, and host plant on parasitism of *Ceratogramma etiennei* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Florida Entomologist**, v. 88, p. 77-82, 2005.
- BRODEUR, J.; BOIVIN, G. Functional ecology of immature parasitoids. **Annual Review of Entomology**, v. 49, p. 27-49, 2004.
- BOUČEK, Z. The African and Asiatic species of *Trichospilus* and *Cotterellia* (Hymenoptera: Eulophidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 65, p. 669-681, 1976.
- CHIA, G.S.; LOPES, R.; CUNHA, R.N.V.; ROCHA R.N.C.; LOPES, M.T.G. Repetibilidade da produção de cachos de híbridos interespecíficos entre o caiaué e o dendezeiro. **Acta Amazônica**, v. 39, p. 249-254, 2009.
- CHONG, J.H.; OETTING, R.D. Progeny fitness of the mealybug parasitoid *Anagyrus* sp. nov. nr. *sinope* (Hymenoptera: Encyrtidae) as affected by brood size, sex ratio, and host quality. **Florida Entomologist**, v. 90, p. 656-664, 2007.
- DANNON, E.A.; TAMO, M.; VAN HUIS, A.; DICKE, M. Functional response and life history parameters of *Apanteles taragamae*, a larval parasitoid of *Maruca vitrata*. **BioControl**, v. 55, p. 363-378, 2010.
- FÁVERO, K. **Biologia e técnicas de criação de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)**. Dourados, MS, (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2009. 77 p.
- FIDGEN, J.G.; EVELEIGH, E.S.; QUIRING, D.T. Influence of host size on oviposition behaviour and fitness of *Elachertus cacoeciae* attacking a low-density population of spruce budworm *Choristoneura fumiferana* larvae. **Ecological Entomology**, v. 25, p. 156-164, 2000.

- FRANQUEVILLE, H. Oil palm bud rot in latin America. **Experimental Agriculture**, v. 39, p. 225-240, 2003.
- HARBISON, J.L.; LEGASPI, J.C.; FABRITIUS, S.L.; SALDANÑA, R.R.; LEGASPI, B.C.; ENKEGAARD, A. Effects of age and host number on reproductive biology of *Allorhogas pyralophagus* (Hymenoptera: Braconidae) attacking the Mexican rice borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Enviromental Entomology**, v. 30, p. 129-135, 2001.
- HARVEY, J.A.; BEZEMER, T.M.; ELZINGA, J.A.; STRAND, M.R. Development of the solitary endoparasitoid *Microplitis demolitor*: host quality does not increase with host age and size. **Ecological Entomology**, v. 29, p. 35-43, 2004.
- HASSELL, M.P. The spatial and temporal dynamics of host-parasitoid interactions. Oxford University Press, New York, NY, USA. 2000, 200 p.
- JONES, W.T. Sex ratio and host size in a parasitoid wasp. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 10, p. 207-210, 1982.
- MAFI, S.; OHBAYASHI, N. Biology of *Chrysocharis pentheus*, an endoparasitoid wasp of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* stainton. **Journal of Agricultural Science and Technology**. v. 12, p. 145-154, 2010.
- MAHMOUDI, M.; SAHRAGARD, A.; SENDI, J.J. Efects of age and host availability on reproduction of *Trioxys angelicae* Haliday (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae). **Journal of Pest Science**, v. 83, p. 33-39, 2010.
- MARCICANO, M.D.; NIHEI, S.S.; LIMA, I.M.M. First host record for *Winthemia analis* (Macquart) (Diptera: Tachinidae: Exoristinae) in Brazil: *Brassolis sophorae laurentii* Stichel (Lepidoptera: Nymphalidae: Brassolinae). **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 550-552, 2009.
- MARCICANO, M.D.L.; LIMA, I.M.M.; TAVARES. M.T.; CASAGRANDE, M.M. Parasitism of *Brassolis sophorae laurentii* Stichel (Lepidoptera: Nymphalidae, Brassolinae) pupae by

Conura morleyi (Ashmead) (Hymenoptera: Chalcididae, Chalcidini), in the State of Alagoas, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 4, p. 629-631, 2007.

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

PARRA, E.; PEÑA, J.; ESPARZA, D.; LABARCA, M. Evaluación de sustratos orgánicos y en combinación con insecticida para la captura de adultos de *Opsiphanes cassina* Felder en una plantación de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin.) en el estado Zulia, Venezuela. **Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia**, v. 26, p. 455-469, 2009.

PARON, M.R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Maragabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitóide de Lepidoptera**. Piracicaba, SP. USP. 1999. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior "Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 1999.

PARON, M.R.; BERTI FILHO, E. Capacidade reprodutiva de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de diferentes hospedeiros (Lepidoptera). **Scientia Agrícola**, v. 57, p. 355-358, 2000.

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

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

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. 323-231, 2010.
- RIBEIRO, R.C.; LEMOS, W.P.; BERNARDINO, A.S.; BUECKE, J.; MÜLLER, A.A. Primeira ocorrência de *Alcaeorrhynchus grandis* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) predando lagartas desfolhadoras do dendezeiro no Estado do Pará. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 131-132, 2010.
- SAS, Institute Sas, **User`s guide: statistics**. SAS Institute Cary, NC, USA. 1997.
- SAMISH, M.; GINSBERG, H.; GLAZER, I. Biological control of ticks. **Parasitology**, v. 129, p. 389-403, 2004.
- SILVA-TORRES, C.S.A.; RAMOS FILHO, I.; T, TORRES, J.B.; BARROS, R. Superparasitism and host size effects in *Oomyzus sokolowskii*, a parasitoid of diamondback moth. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 33, p. 65-73, 2009.
- SMETHURST, F.; BELL, H.A.; MATTHEWS, H.J.; EDWARDS, J.P. The comparative biology of the solitary endoparasitoid *Meteorus gyrator* (Hymenoptera: Braconidae) on five noctuid pest species. **European Journal of Entomology**, v. 101, p. 75-81, 2004.
- SOARES, M.A.; LEITE, G.L.D.; ZANUNCIO, J.C.; ROCHA, S.L., 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.
- STRAND, M.R.; PECH, L.L. Immunological basis for compatibility in parasitoid-host relationships. **Annual Review of Entomology**, v. 40, p. 31-56, 1995.
- TINOCO, R.S.; RIBEIRO, R.C.; TAVARES, M.T.; VILELA, E.F.; LEMOS, W.P.;

- ZANUNCIO, J.C. *Brachymeria* spp. (Hymenoptera: Chalcididae) parasitizing pupae of caterpillar of the oil palm. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, (In press), 2010.
- UÇKAN, F.; ERGIN, E.; AYAZ, F. Modeling age- and density structured reproductive biology and seasonal survival of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym., Braconidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 128, p. 407-413, 2004.
- VINSON, S.B.; IWANTSCH, G.F. Host suitability for insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, v. 25, p. 397-419, 1980.
- ZACHÉ, B.; WILCKEN, C.F.; DACOSTA, R.R.; SOLIMAN, E.P. *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), a new parasitoid of *Melanolophia consimilaria* (Lepidoptera: Geometridae). **Phytoparasitica**, v. 38, p.355-357, 2010.
- ZAMPERLINE, B.; ZANUNCIO, J.C.; LEITE, J.E.M.; BRAGANÇA, M.A.L. Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Árvore**, v. 16, p. 224-230, 1992.

Tabela 1. Duração do ciclo (dias); progênie; número de imaturos; razão sexual; longevidade (dias) de machos e fêmeas (média \pm erro padrão) de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de lepidópteros desfolhadoras do dendezeiro

Características biológicas	<i>Opsiphanes invirae</i>	n	<i>Brassolis sophorae</i>	n
Duração do ciclo (ovo -adulto)	21,50 \pm 0,42b	6	27,60 \pm 1,80a	5
Progênie	447,8 \pm 51,5b	6	669,0 \pm 89,6a	5
Número de imaturos mortos	13,5 \pm 5,23b	6	217,1 \pm 58,2a	8
Razão sexual	0,95 \pm 0,01a	6	0,97 \pm 0,01a	5
Longevidade (fêmeas) (dias)	9,95 \pm 1,25a	20	12,0 \pm 1,76a	20
Longevidade (machos) (dias)	9,0 \pm 1,35a	10	7,3 \pm 0,70a	10

*Medias seguida de mesma letra por linha não diferem pelo teste de Fischer ($p > 0,05$).

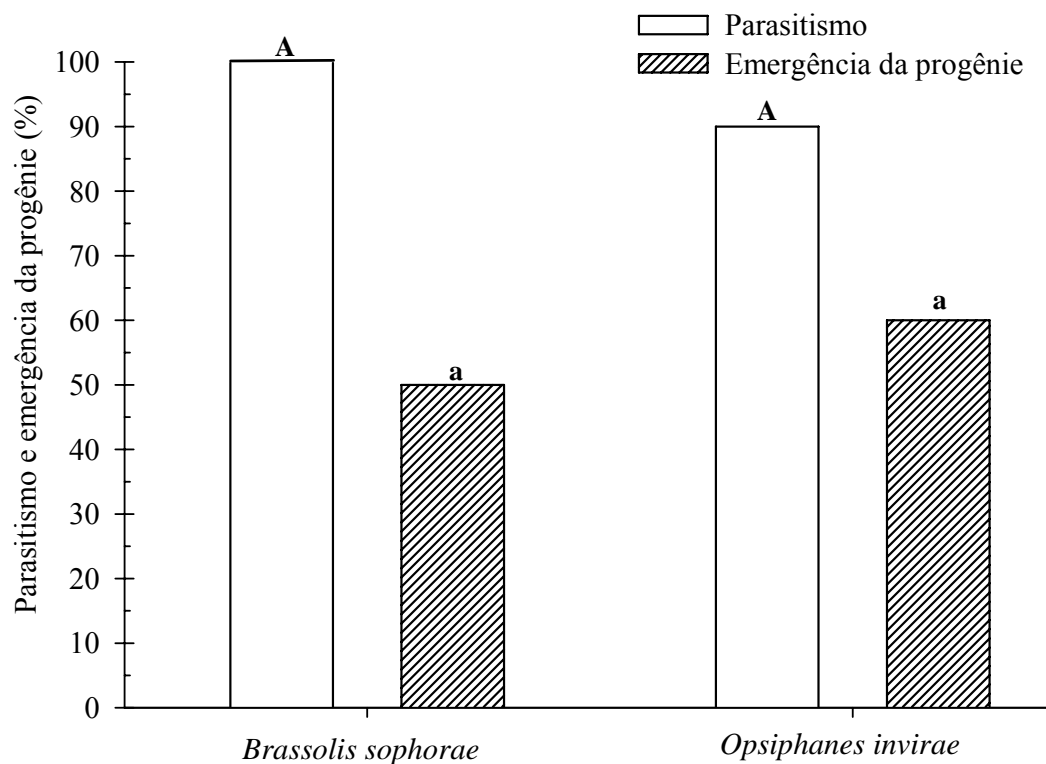


Figura 3. Parasitismo e emergência (%) da progênie de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Opsiphanes invirae* e *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae). Mesma letra maiúscula ou minúscula não difere pelo teste não paramétrico de Wilcoxon ($p < 0,05$).

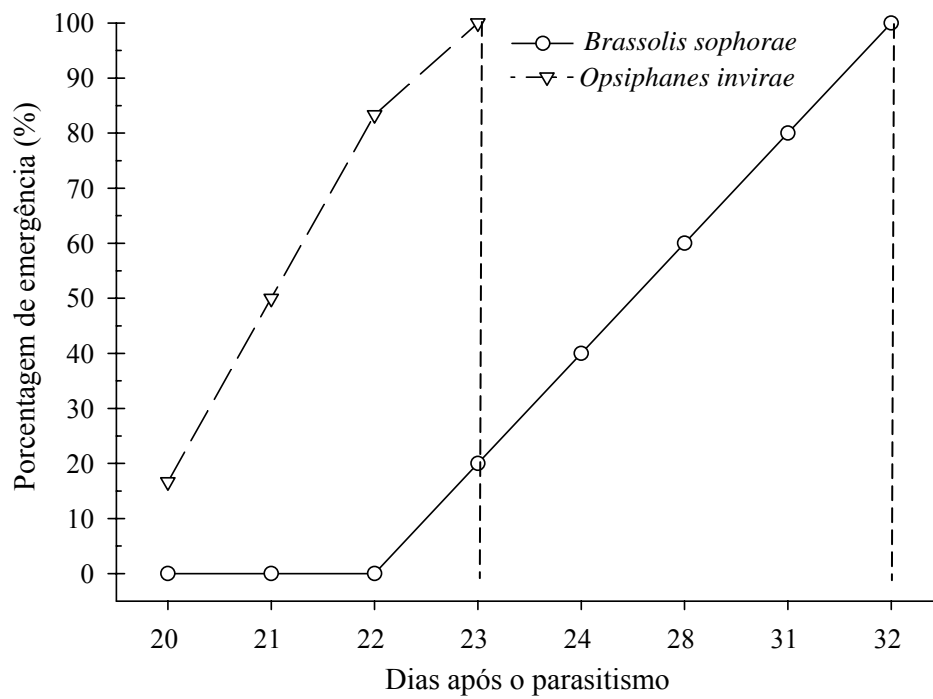


Figura 4. Porcentagem acumulada de emergência da progênie, após o dia de parasitismo por *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Opsiphanes invirae* e *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae).

CAPITULO III

Desenvolvimento de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) com diferentes densidades e idades desse parasitóide em pupas de *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae)

Desenvolvimento de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) com diferentes densidades e idades desse parasitóide em pupas de *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae)

Resumo - *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitóide polífago, principalmente, de pupas de Lepidoptera. O objetivo desse estudo foi determinar a melhor idade e o número ideal de fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *B. sophorae* para criações massais desse parasitóide. Trinta fêmeas de *T. diatraeae* foram utilizadas por repetição com fêmeas de 12 a 24, 24 a 48, 48 a 72 ou 72 a 96 horas de idade, e pupas do hospedeiro de até 48 horas e, expostas ao parasitismo por 48 horas. Também foram utilizadas fêmeas de *T. diatraeae* com 48 a 72 horas de idade foram utilizadas, para testar as relações de 1:1, 10:1, 20:1, 30:1, 40:1 e 50:1 de fêmea do parasitóide/hospedeiro. A idade de fêmeas não afetou a taxa de parasitismo, razão sexual e a duração do ciclo de vida de *T. diatraeae*. Entretanto, a maior emergência, número de indivíduos da progênie e o menor índice de imaturos mortos foram obtidos de pupas parasitadas por fêmeas com 48 a 96 horas em relação àquelas com 24 a 48 horas de idade. As densidades de 30:1 e 40:1 fêmeas/hospedeiro mostraram maiores percentuais de emergência da progênie, porém os maiores números de indivíduos emergidos foram obtidos de hospedeiros parasitados com 30:1 e 20:1 fêmeas/hospedeiro e a menores quantidades de imaturos mortos foram observados nas densidades de 1:1 10:1, 20:1 e 30:1 fêmeas/hospedeiro. A densidade de fêmeas de *T. diatraeae* por pupa afetou a razão sexual desse parasitóide, porém, a duração da fase imatura foi semelhante para indivíduos emergidos de pupas parasitadas pelas diferentes densidades de fêmeas do mesmo. O comprimento do corpo de fêmeas de *T. diatraeae* variou de $1,73 \pm 0,04$ a $2,08 \pm 0,03$ e o de machos de $1,58 \pm 0,06$ a $1,98 \pm 0,04$, com indivíduos maiores emergidos de pupas submetidas as densidades de 20:1 e 30:1

fêmeas/hospedeiro. Fêmeas com 48 a 72 horas de idade de *T. diatraeae* foram mais férteis e com melhores características reprodutivas e morfológicas nas densidades de 20 a 30 fêmeas desse parasitóide por pupa de *B. sophorae*.

Palavras-chave – Controle biológico, Criação massal, *Elaeis guineensis*, taxa de parasitismo

Abstract - *Trichospilus diatraeae* Margabandhu and Cherian, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) is a polyphagous parasitoid, mainly on pupae of Lepidoptera. The aim of this study was to determine the best age and ideal number of females of *T. diatraeae* by pupa of *B. sophorae* for mass rearing this parasitoid. Thirty females of *T. diatraeae* were used per replicate with females 12-24, 24-48, 48-72 or 72 to 96 hours old and pupae of the host up to 48 hours, than they were exposed to parasitism for 48 hours. Also females of *T. diatraeae* with 48 to 72 hours of age were used to test the relationship density ratio of 1:1, 10:1, 20:1, 30:1, 40:1 and 50:1 of female parasitoid/host. The age of females did not affect on the rate of parasitism, sex ratio and duration of the life cycle of *T. diatraeae*. However, most emergency number of individuals of the progeny and lower rate of deaths were obtained from immature pupae parasitized by females with 48 to 96 hours compared with pupae with 24 to 48 hours old. The densities of 30:1 and 40:1 females/host species showed higher rates of progeny emergence, but the largest number of individuals emerged from hosts' parasitoid were obtained with 30:1 and 20:1 females/host and smaller numbers of dead immature were observed at densities of 1:1 10:1, 20:1 and 30:1 females/host. The density of *T. diatraeae* females/pupa was affected by the parasitoid sex ratio. However, the duration of the immature stage was similar for individuals emerged from pupae parasitized by the different densities of the females. The body length of *T. diatraeae* female was ranged from 1.73 ± 0.04 to 2.08 ± 0.03 and males from 1.58 ± 0.06 to 1.98 ± 0.04 , with larger

individuals emerged from pupae subjected densities of 20:1 and 30:1 females/host. Females with 48 to 72 hours old of *T. diatraeae* were more fertile and had better reproductive and morphological changes in densities from 20 to 30 females on pupa of *B. sophorae*.

Key words – Biological control, *Elaeis guineensis*, mass rearing, parasitism rate.

Introdução

Palmeiras constituem um dos grupos de monocotiledôneas mais conhecidos e cultivadas no mundo e símbolo de esplendor, paz, vitória e fertilidade em muitas culturas. Seus frutos, sementes, folhas e hastes podem ser usados para alimento, extração de óleos, incluindo bio-combustíveis; mobília e materiais de construção. Frutos de palmeiras são usados na produção de vinho e outras bebidas e aqueles de *Borassus* spp., *Carota urens* L. e *Elaeis guineensis* Jacq. como fontes de drogas leves (*Areca catechu* L.). Muitas espécies desse grupo são utilizadas como ornamentais em praças, bosques, avenidas, etc. e no interior de residências (Gitau et al., 2009). Contudo, essas palmeiras podem ser atacadas por diversos insetos-praga.

A tribo Brassolini (Brassolinae) é, exclusivamente, Neotropical e abriga as subtribos Biina, Brassolina e Naropina com 18 gêneros. *Brassolis sophorae* (L.) e *Brassolis astyra* (Godart) (Lepidoptera: Nymphalidae) desfolham palmeiras ornamentais (Ruszczuk, 1996; Salgado-Neto e Di Maré, 2009), coqueiro (*Cocos nucifera* L.) (Rai, 1973) e dendezeiro (*E. guineensis*) (Ribeiro et al., 2010).

O parasitóide asiático *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae) é polífago, e principalmente, primário. Sua ocorrência foi registrada em 1942 na broca da haste de gramíneas em *Diatraea venosata* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) (Bennett et al., 1987). A partir daí, foi estudado para o controle biológico de pragas de cana-de-açúcar, milho e algodão na África, Ásia e Américas (Bouček, 1976). Esse parasitóide foi registrado no Brasil em 1996 em pupas de Arctiidae (Paron e Berti-Filho, 2000), e de *Cerconota anonella* (Sepp, 1830) (Lepidoptera: Oecophoridae) (Oliveira et al., 2001), *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) (Pereira et al., 2008) e de *Melanolophia consimilaria* Walker (Lepidoptera: Geometridae) (Zaché et al., 2010).

A densidade e idade de fêmeas de parasitóides podem afetar a produção de descendentes

por hospedeiro (Matos Neto et al., 2004, Amalin et al., 2005; Pereira et al., 2009b), a razão sexual da progênie e a capacidade de parasitismo (Harbinson et al 2001; Pereira et al., 2009b; Aruna e Manjunath, 2010) e a duração do ciclo, o tamanho do corpo e a longevidade desses inimigos naturais (Gunduz e Gulel 2005; Pereira et al., 2009a). Isso mostra a necessidade de se desenvolver tecnologias para aprimorar criações massais de parasitóides em laboratório visando conhecer, principalmente, a densidade e a idade ideal das fêmeas para maximizar a produção por hospedeiro (Zaki et al., 1994; Sagarra et al., 2000b; Pereira et al., 2009b, Aruna e Manjunath, 2010) e estabelecer programas de liberação massal de *T. diatraeae* para o controle de *B. sophorae* em campo.

Os imaturos de *B. sophorae* são gregários e, durante o dia, ficam abrigadas num cartucho de folíolos da planta hospedeira unidas com fios de seda com cada abrigo podendo ter muitos indivíduos de várias idades (Bristow, 2008). Isto é diferente para *O. invirae* que é uma espécie de hábito solitário, o que motivou a escolha de *B. sophorae* para o experimento. O objetivo foi determinar a melhor idade e o número de fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *B. sophorae*.

Material e Métodos

Esta pesquisa foi realizada no laboratório de Fitossanidade do Complexo Agropalma, município de Tailândia no sudeste do Estado do Pará em sala climatizada à temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 12 horas.

Criação do hospedeiro alternativo Tenebrio molitor (Coleoptera: Curculionidae)

A criação do hospedeiro alternativo, *T. molitor* foi iniciada com larvas da criação estoque do Laboratório de Entomologia da Embrapa Amazônia Oriental, município de Belém, Estado do Pará. Esse besouro foi criado em bandejas plásticas (39,3 x 59,5 x 7,0 cm) em sala climatizada

(25 ± 2 °C de temperatura a 70 ± 10 % de UR e 12 horas de fotofase). O substrato alimentar foi farelo de trigo (97 %), levedo de cerveja (3 %) e fatias de chuchu para complementar a alimentação e suprir líquidos, até a emergência dos adultos de *T. molitor* (Zamperline et al., 1992).

Criação do parasitóide

Adultos de *T. diatraeae* foram mantidos em tubos de vidro (14,5 x 2,0 cm) tampados com algodão e com gotículas de mel no seu interior. Pupas do hospedeiro alternativo *T. molitor*, com até 24 horas de idade foram expostas ao parasitismo por 48 horas, à temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 12 horas (Pereira et al., 2009b).

Obtenção do Inseto-praga

Abrigos com imaturos de *B. sophorae* foram coletados no campo e transportados para o laboratório de fitossanidade da Agropalma onde foram colocadas em gaiolas de madeira (50 x 50 x 70 cm²) e alimentadas *ad libitum* com folhas de dendê até a pupação.

Idade de fêmeas de T. diatraeae (Hymenoptera: Eulophidae)

Dez pupas de *B. sophorae*, com peso de $2,3 \pm 0,20$ g, de até 48 horas de idade foram individualizadas em tubos de vidro (14 x 2,2 cm) e cada uma foi exposta ao parasitismo por 30 fêmeas de *T. diatraeae* com idades de 0 - 24, 24 - 48, 48 - 72 ou 72 - 96 horas de idade. Fêmeas desse parasitóide foram retiradas dos tubos de ensaio após 48 horas (densidade e exposição de fêmeas ao hospedeiro e idade da pupa foram determinadas em função de testes preliminares) e as pupas de *B. sophorae* mantidas em B.O.D. (temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 12 horas) até a emergência dos adultos do parasitóide ou do lepidóptero

(Pereira et al., 2009b)

Densidades de fêmeas de T. diatraeae (Hymenoptera: Eulophidae)

Pupas de *B. sophorae* com peso de $2,3 \pm 0,20$ g foram expostas ao parasitismo por fêmeas de *T. diatraeae* com 48 à 72 horas de idade nas seguintes relações parasitóide/hospedeiro 1:1, 10:1, 20:1, 30:1, 40:1 ou 50:1 com 10 repetições por densidade testada, sendo cada repetição consistindo de uma pupa do hospedeiro. Fêmeas desse parasitóide foram retiradas dos tubos de ensaio após 48 horas e as pupas mantidas em B.O.D. (temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 12 horas) até a emergência dos adultos desse inimigo natural (Pereira et al., 2009b).

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto), porcentagem de parasitismo, porcentagem e número de parasitóides emergidos, razão sexual (rs= número de fêmeas/ número total amostrado), número de parasitóides imaturos que não completaram seu desenvolvimento (pupas parasitadas, com ou sem emergência de adultos, foram abertas e os números de imaturos e/ou pupas do parasitóide que não completaram seu desenvolvimento foram registrados) e a longevidade dos descendentes (machos e fêmeas) foram avaliados. O sexo dos adultos foi determinado baseado nas características morfológicas da antena e do abdome de *T. diatraeae* (Paron, 1999).

Morfologia de T. diatraeae (Hymenoptera: Eulophidae)

Amostras de cinco indivíduos machos e dez fêmeas de *T. diatraeae* emergidos por pupa de *B. sophorae* (no ensaio de densidade do parasitóide) foram retiradas para se obter o tamanho do corpo e a largura da cápsula cefálica desse parasitóide com ocular micrométrica acoplada a microscópio estereoscópico.

Análise Estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 10 pupas de *B. sophorae* por pupa por tubo, cada uma equivalente a uma repetição. Cinco pupas não parasitadas de cada hospedeiro foram colocadas nas mesmas condições dos experimentos para se avaliar a mortalidade natural dos hospedeiros, observando-se a emergência de adultos em todas essas pupas. A porcentagem de parasitismo e emergência de *T. diatraeae* de pupas de *B. sophorae* foram submetidos à análise de variância não-paramétrica e analisados pelo teste de Kruskal-Wallis. Os resultados da duração do ciclo, número de indivíduos emergidos, razão sexual, tamanho do corpo, largura da cápsula cefálica e longevidade de machos e fêmeas, em função da idade e da densidade do parasitóide, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando significativas, suas médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade com o software estatístico SAS (SAS Institute, 1997).

Resultados

Idade de fêmeas de T. diatraeae

A taxa de 70, 80, 90, 100% de parasitismo em pupas de *B. sophorae* por fêmeas de *T. diatraeae* com 12 a 96 horas foi semelhante ($P= 0,29$) (Figura 1). Entretanto, a emergência da progênie foi maior de pupas parasitadas por fêmeas com 48 a 96 horas que por aquelas com 12 a 48 horas de idade ($P= 0,04$) (Figura 1).

A idade de fêmeas não afetou o ciclo de vida da progênie de *T. diatraeae* ($P= 0,22$) em pupas de *B. sophorae*, com valores de $23,0 \pm 0,0$, $22,5 \pm 1,5$, $20,5 \pm 1,7$ e $20,0 \pm 1,0$ dias, respectivamente (Figura 2).

A fecundidade de *T. diatraeae* foi maior ($P < 0,001$) (Figura 3) e o número de imaturos mortos menor ($P= 0,006$) em pupas de *B. sophorae* parasitadas por fêmeas de 48 a 96 horas de

idade (Figura 4). A razão sexual da prole desse parasitóide foi semelhante entre as idades de fêmeas de *T. diatraeae* com 24 a 48 horas ($0,95 \pm 0,005$), 48 a 72 horas ($0,96 \pm 0,003$) ou 72 a 96 horas ($0,98 \pm 0,01$) e menor com aquelas de 12 a 24 horas ($0,90 \pm 0,03$) ($P = 0,01$) (Figura 5).

Densidade do parasitóide

As densidades de uma, 10, 20, 30, 40 ou 50 fêmeas/pupa do hospedeiro não afetaram a taxa de parasitismo ($P = 0,12$) de fêmeas de *T. diatraeae*, com menores valores de 70, 90 e 90% nas densidades de 1:1, 10:1 e 30:1, respectivamente, e 100% nas demais (20:1, 40:1 e 50:1) (Figura 6).

A emergência da progênie de *T. diatraeae* foi maior ($P = 0,03$) nas densidades de 30:1 e 40:1 de fêmeas/hospedeiro, entretanto, não houve emergência da progênie na densidade de 1:1 de fêmea/parasitóide (Figuras 6).

A densidade afetou a progênie emergida de *T. diatraeae*, com a maior número de indivíduos de pupas parasitadas por fêmeas nas densidades de 30:1 e 20:1 ($483,1 \pm 26,5$ e $401,5 \pm 54,7$) (respectivamente) ($P < 0,001$) (Figura 7). A duração do ciclo da progênie de *T. diatraeae* não foi afetada pela densidade de fêmeas ($P = 0,5270$), com duração de $18,4 \pm 1,3$ a $20,6 \pm 1,7$ dias (Figura 8).

Os menores números de imaturos mortos foram encontrados em pupas parasitadas por fêmeas de *T. diatraeae* nas densidades de 1:1, 10:1, 20:1 e 30:1 fêmeas/hospedeiro ($P = 0,002$) com $12,6 \pm 5,6$, $50,60 \pm 18,7$, $34,90 \pm 12,5$, e $92,60 \pm 10,7$, respectivamente (Figura 9).

As diferentes densidades de fêmeas de *T. diatraeae* afetaram a razão sexual, com menor número de fêmeas ($P < 0,001$) na densidade de 10:1 de fêmea/hospedeiro ($0,87 \pm 0,03$) (Figura 10).

O comprimento do corpo de adultos (da cabeça à extremidade abdominal) e a largura da

cápsula cefálica (distância entre os lados externos dos olhos) de *T. diatraeae* diferiram nas densidades avaliadas. Fêmeas de *T. diatraeae*, emergidas de pupas de *B. sophorae*, apresentaram maior tamanho do corpo ($P < 0,001$) nas densidades de 20:1 ($2,10 \pm 0,09$ mm) e 30:1 ($2,08 \pm 0,03$ mm), respectivamente, com cápsulas cefálicas mais largas ($P < 0,001$) nas densidades de 30:1 ($0,60 \pm 0,00$ mm), 20:1 ($0,59 \pm 0,01$ mm) e 40:1 ($0,56 \pm 0,02$ mm) fêmeas/hospedeiro, já os machos foram maiores ($P = 0,005$) nas densidades de 30:1 ($1,80 \pm 0,04$ mm) e 20:1 ($1,98 \pm 0,04$ mm) fêmeas/hospedeiro, mas largura semelhante da cápsula cefálica ($P = 0,40$) nas diferentes densidades (Tabela 1).

Discussão

Idade de fêmeas de T. diatraeae

A maior taxa de emergência e a quantidade da progênie de pupas parasitadas por fêmeas de *T. diatraeae* com 48 a 96 horas de idade mostra que a fecundidade depende da idade de fêmeas, com reflexo nos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição (Rajapakse, 1992), com o aumento da idade (Honda e Kainoh, 1998; Persad e Hoy, 2003; Amalin et al., 2005). Fêmeas atingem picos de fecundidade a partir da metade do período da vida adulta e declina até sua morte (Morales-Ramos e Cate, 1992; Amalin et al., 2005; Ayvaz et al., 2008).

A menor emergência de fêmeas de *T. diatraeae* daquelas com 12 a 48 horas pode ter ocorrido pelo fato de não estarem, ainda, sexualmente maduras (Pereira et al., 2009b), como o relatado para o parasitóide de ovos *Ooencyrtus nezarae* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae) de diversos percevejos-praga, e maior potencial reprodutivo de dois a quatro dias de emergência (Aung et al., 2010) e para *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) cuja a idade ideal foi de 24 a 90 horas de idade (Ayvaz et al., 2008).

A alta taxa de parasitismo com diferentes idades de fêmeas de *T. diatraeae* de pupas de

B. sophorae mostra potencial de controle desse hospedeiro, por liberações massais, desse parasitóide com indivíduos de diferentes idades, sem prejudicar a duração de ciclo da sua prole, como relatado para diversos parasitóides (Hentz, 1998; Honda, 1998; Amalin et al., 2005; Chaisaeng et al., 2010).

O maior número de imaturos mortos em pupas parasitadas por fêmeas de *T. diatraeae* com idades de 12 a 48 deve-se, provavelmente, ao baixo índice de posturas das mesmas (Persad e Hoy 2003) devido a falta de maturidade sexual (Amalin et al., 2005; Silva-Torres et al., 2009a), o que gera, quantidade insuficiente de toxinas e imaturos para evitar o mecanismo de defesa do hospedeiro (Rosenheim e Rosen, 1991; Sagarra et al., 2000a).

A idade de fêmeas do parasitóide *T. diatraeae* afetou positivamente a razão sexual (porcentagem de fêmeas) da progênie deste parasitoide, diferindo do relatado para *Trioxys angelicae* Haliday (Hymenoptera: Braconidae), parasitóide de *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae), cuja razão sexual foi inversamente proporcional a idade de fêmeas (Mahmoudi et al., 2010). Isso indica que outros fatores podem afetar a razão sexual do parasitóide (Silva Torres et al., 2009a; Bayram et al., 2010; Schädler et al., 2010).

Densidade de fêmeas de T. diatraeae

O parasitismo semelhante de *T. diatraeae* de 48 a 72 horas de idade nas diferentes densidades de fêmeas, desse inimigo natural, exceto na densidade 1:1 fêmea/hospedeiro, indica maior fecundidade (maior número de posturas) de fêmeas desse parasitóide entre 48 a 72 horas de vida de fêmeas m pupas de *B. sophorae*. Isso corrobora resultados para *P. elaeisis* com período de pré-oviposição 20 a 72 horas (Pereira et al., 2009b) e de um a quatro dias para *Ooencyrtus nezarae* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae) (Aung et al., 2010).

A menor emergência da progênie e o menor número de imaturos mortos de *T. diatraeae*

em pupas de *B. sophorae* nas densidades de 50:1 e 40:1 fêmeas/hospedeiro se devem, provavelmente, ao superparasitismo, o que leva à alta mortalidade durante o desenvolvimento larval de parasitóides (Wiley, 1979; Kellogg et al., 2003), por competição intra-específica (Harvey et al., 2004). A densidade ideal de fêmeas depende do número e distribuição de ovos em seus hospedeiros (Sato et al., 2004), como o superparasitismo por *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) na maior densidade avaliada (Chaisaeng et al., 2010).

O maior número de progênie de pupas parasitadas por fêmeas de *T. diatraeae* nas densidades de 20:1 e 30:1 fêmeas por hospedeiro é semelhante, a maior taxa parasitismo e a emergência da progênie de *A. calandrae* com dezesseis fêmeas por adulto de *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae) (Chaisaeng et al., 2010). Essas densidades são adequadas para que as fêmeas injetem quantidades suficientes de toxinas para reduzir a resposta imune dos hospedeiros e aumentar sua fecundidade e fertilidade (Schmid- Hempel, 2005; Andrade et al., 2010).

A duração do ciclo da progênie de *T. diatraeae* semelhante em todas as densidades mostra que aqueles com 48 a 72 horas proporcionara boa taxa oviposição nesse hospedeiro (dependente da faixa etária e fecundidade das fêmeas), o que pode ter reduzido a competição intraespecífica de seus imaturos (Harvey et al., 2004). A menor disponibilidade de recursos devido ao excesso de imaturos de parasitóides força esses indivíduos a completarem o seu ciclo mais rapidamente (Potting et al., 1997; Dorn e Beckage, 2007; Caron et al., 2010; Perreira et al., 2010) ou prolongarem o mesmo (Gu et al., 2003).

A maior razão sexual da progênie de *T. diatraeae* com o aumento da densidade desse parasitóide por pupa do hospedeiro, concordando com o encontrado para *Anagyrus* sp. nov. nr. *sinope* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitóide de *Phenacoccus madeirensis* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) (Chong e Oetting, 2007). Outros estudos mostram que diferentes densidades de

parasitóides não afetam a razão sexual da progênie (Van Dijken et al., 1989; Sagarra et al., 2000b).

Fêmeas são, geralmente, maiores e mais pesadas que os machos e, portanto, exigem mais recursos para se desenvolverem (Caron et al., 2010), os quais, provavelmente, estão disponíveis em pupas de *B. sophorae* parasitadas por fêmeas de ambas as idades de *T. diatraeae* nas densidades de 20:1 e 30:1, que produziram fêmeas maiores. Isso é importante, pois o tamanho do corpo tem correlação positiva com indicadores de qualidade de inimigos naturais, como longevidade, preferência para cópula, fecundidade, longevidade reprodutiva, emergência da progênie e razão sexual (Sagarra et al., 2001). Fêmeas ($1,60 \pm 0,03$ mm) e machos ($1,43 \pm 0,03$ mm) de *Nesolynx thymus* (Girault) (Hymenoptera: Eulophidae) maiores e com maiores cápsulas cefálicas ($0,39 \pm 0,01$ mm) e ($0,38 \pm 0,02$ mm), (respectivamente), produziram mais progênie que aqueles menores ($1,16 \pm 0,02$ mm e $1,10 \pm 0,01$ mm) e com menor largura de cápsula cefálica ($0,39 \pm 0,02$ mm e $0,34 \pm 0,01$ mm) em pupas de *Musca domestica* (L.) (Díptera: Muscidae) (Aruna e Manjunath, 2010). O menor tamanho de adultos de *T. diatraeae*, na densidade de 50:1 comprova superparasitismo pela competição entre larvas desse parasitóide por nutrientes, resultando em menor corpo e aptidão reprodutiva (Chong e Oetting, 2007). A capacidade reprodutiva e o tamanho de corpo da progênie de *P. elaeisis* foram também, menores com a maior densidade de fêmeas/hospedeiro (54:1) (Pereira et al., 2010). Isto, confirma que o tamanho do corpo da progênie é menor hospedeiros superparasitadas (Vet et al., 1994; Gu et al., 2003; Silva-Torres et al., 2009b). Além disso, o sistema imune do hospedeiro pode prejudicar o desenvolvimento de imaturos, o que refletiu no menor tamanho do corpo e largura da cápsula cefálica de fêmeas e machos de *T. diatraeae* na densidade de 1:10 fêmea/hospedeiro (Van Alphen e Visser, 1990; Andrade et al., 2010).

Conclusões

O melhor período reprodutivo de fêmeas de *T. diatraeae* parasitando pupas de *B. sophorae* foi de 48 a 96 horas de idade.

As densidades de 20 e 30 fêmeas/hospedeiro de *T. diatraeae* foram as ideais para criação massal desse parasitóide em pupas de *B. sophorae*.

Agradecimentos

Ao grupo Agropalma pelo financiamento da bolsa de estudos e ao apoio na realização desta pesquisa e a Embrapa Amazônia Oriental pelo apoio na pesquisa e a doação de espécimes do hospedeiro alternativo *T. molitor*.

Referências Bibliográficas

- AMALIN, D.M.; PENA, J.E.; DUNCAN, R.E. Effects of host age, female parasitoid age, and host plant on parasitism of *Ceratogramma etiennei* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Florida Entomologist**, v. 88, p. 77-82, 2005.
- ANDRADE, G.S.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, J.C.; ZANUNCIO, T.V.; LEITE, G.L.D.; POLANCZYK, R.A. Immunity of an alternative host can be overcome by higher densities of its parasitoids *Palmistichus elaeisis* and *Trichospilus diatraeae*. **PLoS One**, v. 5, p. 13231, 2010.
- ARUNA, A.S.; MANJUNATH, D. Reproductive performance of *Nesolynx thymus* (Hymenoptera: Eulophidae) as influenced by host (*Musca domestica*) size. **BioControl**, v. 55, p. 245-252, 2010.
- AUNG, K.S.D.; TAKAGI, M. UENO, T. Effect of female's age on the progeny production and sex ratio of *Ooencyrtus nezarae*, an egg parasitoid of the bean bug *Riptortus clavatus*. **Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University**, v. 55, p. 83-85, 2010.
- AYVAZ, A.; KARASU, E.; SALIH, K.; AYDLN, S.T. Effects of cold storage, rearing temperature, parasitoid age and irradiation on the performance of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 44, p. 232-240, 2008.
- BAYRAM, A.; SALERNO, G.; ONOFRI, CONTI, E. Sub-lethal effects of two pyrethroids on biological parameters and behavioral responses to host cues in the egg parasitoid *Telenomus busseolae*. **Biological Control**, v. 53, p. 153-160, 2010.
- BENNETT, F.D.; GLENN, H.; YASEEN, M.; BARANOWSKI, R.M. Records of *Trichospilus diatraeae*, an Asian parasite (Hymenoptera: Eulophidae) from the Caribbean and Florida. **Florida Entomologist**, v. 70, p. 184-186, 1987.
- BOUČEK, Z. The African and Asiatic species of *Trichospilus* and *Cotterellia* (Hymenoptera:

Eulophidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 65, p. 669-681, 1976.

BRISTOW, R.C. A review of the genus *Brassolis* Fabricius in Colombia and Ecuador with description of two new taxa (Lepidoptera, Nymphalidae). **Zootaxa**, v. 1806, p. 47-58, 2008.

CARON, V.; MYERS, J.H.; GILLESPIE, D.R. The failure to discriminate: superparasitism of *Trichoplusia ni* Hübner by a generalist tachinid parasitoid. **Bulletin of Entomological Research**, v. 100, p. 255-261, 2010.

CHAI SAENGA, P., CHONGRATTANAMETEEKULB, W., VISARATHANONTHC, P., VAJARASATHIARAD, B. Laboratory studies on control of the maize weevil *Sitophilus eamais* by the parasitoid *Anisopteromalus calandrae*. **ScienceAsia**, v. 36, p. 6-11, 2010.

CHONG, J.H.; OETTING, R.D. Progeny fitness of the mealybug parasitoid *Anagyrus* sp. nov. nr. *sinope* (Hymenoptera: Encyrtidae) as affected by brood size, sex ratio, and host quality. **Florida Entomologist**, v. 90, p. 656-664, 2007.

DORN, S.; BECKAGE, N.E. Superparasitism in gregarious hymenopteran parasitoids: ecological, behavioural and physiological perspectives. **Physiological Entomology**, v. 32, p. 199-211, 2007.

GITAU, C.W.; GURR, G.M.; DEWHURST, C.; FLETCHER, M.J.; MITCHELL, A. Insect pests and insect-vectored diseases of palms. **Australian Journal of Entomology**, v. 48, p. 328-342, 2009.

GU, H.; WANG, Q.; DORN, S. Superparasitism in *Cotesia glomerata*: response of host and consequences for parasitoids. **Ecological Entomology**, v. 28, p. 422-431, 2003.

GUNDUZ, E.A.; GULEL, 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.

HARBINSON, J.L.; LEGASPI, J.C.; FABRITIUS, S.L.; SALDANÑA, R.R.; LEGASPI, B.C.;

ENKEGAARD, A. Effects of age and host number on reproductive biology of *Allorhogas pyralophagus* (Hymenoptera: Braconidae) attacking the Mexican rice borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Environmental Entomology**, v. 30, p. 129-135, 2001.

HARVEY, J.A.; BEZEMER, T.M.; ELZINGA, J.A.; STRAND, M.R. Development of the solitary endoparasitoid *Microplitis demolitor*: host quality does not increase with host age and size. **Ecological Entomology**, v. 29, p. 35-43, 2004.

HENTZ, M.G. Development, longevity, and fecundity of *Chelonus* sp. nr. *curvimaculatus* (Hymenoptera: Braconidae), an egg-larval parasitoid of pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). **Environmental Entomology**, v. 27, p. 443-449, 1998.

HONDA, T., Age-related fecundity and learning ability of the egg-larval parasitoid *Ascogaster reticulatus* Watanabe (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, v.13, p. 177-181, 1998.

HONDA, T.; KAINOH, Y. Age-related fecundity and learning ability of the egg-larval parasitoid *Ascogaster reticulatus* Watanabe (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, v. 13, p. 177-181, 1998.

KELLOGG, S.K.; FINK, L.S.; BROWER, L.P. Parasitism of native luna moths, *Actias luna* (L.) (Lepidoptera: Saturniidae) by the introduced *Compsilura concinnata* (Meigen) (Diptera:Tachinidae) in Central Virginia, and their hyperparasitism by trigonalid wasps (Hymenoptera: Trigonalidae). **Environmental Entomology**, v. 32, p. 1019-1027, 2003.

MAHMOUDI, M.; SAHRAGARD, A.; SENDI, J.J. Effects of age and host availability on reproduction of *Trioxys angelicae* Haliday (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae). **Journal of Pest Science**, v. 83, p. 33-39, 2010.

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

MORALES-RAMOS, J.A.; CATE, J.R. Rate of increase and adult longevity of *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae) in laboratory at four temperatures. **Environmental Entomology**, v. 21, p. 620-627, 1992.

OLIVEIRA, M.A.S.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ICUMA, I.M.; ALVES, R.T.; OLIVEIRA, J.N.S.; ANDRADE, G.A. Incidência de danos da broca do fruto da graviola no Distrito Federal. **Comunicado Técnico-Embrapa**, n. 51, 2001.

PARON, M.R. **Bioecologia de *Trichospilus diatraeae* Cherian & Maragabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), endoparasitóide de Lepidoptera**. Piracicaba, SP. USP. 1999. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior "Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 1999.

PARON, M.R.; BERTI FILHO, E. Capacidade reprodutiva de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de diferentes hospedeiros (Lepidoptera). **Scientia Agrícola**, v. 57, p. 355-358, 2000.

PERSAD, A.B.; HOY, M.A. Manipulation of female parasitoid age enhances laboratory culture of *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Aphidiidae) reared on *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae). **Florida Entomologist**, v. 86, p. 429-436, 2003.

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

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

PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E.; OLIVEIRA, H.N.; FÁVERO, K.;

- GRANCE, E.L.V. Progenie de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) de diferentes idades. **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 660-664, 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. 323-231, 2010.
- POTTING, R.P.J.; SHELLEN, H.M.; VET, L.E.M. Fitness consequences of superparasitism and mechanism of host discrimination in the stemborer parasitoid *Cotesia flavipes*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 82, p. 341-348, 1997.
- RAI, B.K. *Brassolis-sophorae* and *Castnia-daedalus* - chemical control of these major pests of coconut in Guyana. **Journal of Economic Entomology**, v. 66, p. 177-180, 1973.
- RAJAPAKSE, R.H.S. Effect of host age, parasitoid age, and temperature on interspecific competition between *Chelonus insularis* Cresson, *Cotesia marginiventris* Cresson and *Microplitis manilae* Ashmead. **Insect Science and its Application**, v. 13, p. 87-94, 1992.
- RIBEIRO, R.C.; LEMOS, W.P.; BERNARDINO, A.S.; BUECKE, J.; MÜLLER, A.A. Primeira ocorrência de *Alcaeorrhynchus grandis* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) predando lagartas desfolhadoras do dendezeiro no Estado do Pará. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 131-132, 2010.
- ROSENHEIM, J.A.; ROSEN, D. Foraging and oviposition decisions in the parasitoid *Aphytis lingnanensis*: distinguishing the influence of egg load and experience. **Journal of Animal Ecology**, v. 60, p. 873-893, 1991.

- RUSZCZYK, A., Spatial patterns in pupal mortality in urban palm caterpillars. **Oecologia**, v. 107, p. 356-363, 1996.
- SAGARRA, L.A.; VINCENT, C.; STEWART, R.K. Body size as an indicator of parasitoid quality in male and female *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 91, p. 363-367, 2001.
- 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. 647-653, 2000a.
- SAGARRA, L.A.; VINCENT, C.; PETERS, N.F.; STEWART, R.K. Mutual interference among female *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae) and its impact on fecundity, progeny production and sex ratio. **Biocontrol Science and Technology**, v. 10, p. 239-244, 2000b.
- SALGADO-NETO, G.; DI MARÉ, R.A. Morfometria e mortalidade em pupas e adultos de *Brassolis astyra* (Nymphalidae, Morphinae). **Iheringia**, v. 99, p. 194-199, 2009.
- SAS, Institute Sas, **User`s guide: statistics**. SAS Institute Cary, NC, USA. 1997.
- SATO, T.; SHINKAJI, N.; AMANO, H. Effects of density on larval survivorship and imaginal fecundity of *Dacne picta* (Coleoptera: Erotylidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 39, p. 591-596, 2004.
- SCHÄDLER, M., BRANDL, R., KEMPEL, A. Host plant genotype determines bottom-up effects in an aphid-parasitoid-predator system. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 135, p. 162-169, 2010.
- SCHMID-HEMPEL, P. Evolutionary ecology of insect immune defenses. **Annual Review of Entomology**, v. 50, p. 529-551, 2005.

- SILVA-TORRES, C.S.A.; BARROS, R.; TORRES, J.B. Efeito da Idade, fotoperíodo e disponibilidade de hospedeiro no comportamento de parasitismo de *Oomyzus sokolowskii* Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, p. 512-519, 2009a.
- SILVA-TORRES, C.S.A.; RAMOS FILHO, I.; TORRES, J.B.; BARROS, R. Superparasitism and host size effects in *Oomyzus sokolowskii*, a parasitoid of diamondback moth. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 33, p. 65-73, 2009b.
- VAN ALPHEN, J.J.M.; VISSER, M.E. Superparasitism as an adaptive strategy for insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, v. 35, p. 59-79, 1990.
- VAN DIJKEN, M.J.; VAN ALPHEN, J.J.M.; VAN STRATUM, P. Sex allocation in *Epidinocarsis lopezi*: local mate competition. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 52, p. 249-255, 1989.
- VET, L.E.M.; DATEMA, A.; JANSSEN, A.; SNELLEN, H. Clutch size in a larval-pupal endoparasitoid: consequences for fitness. **Journal of Animal Ecology**, v. 63, p. 807-815, 1994.
- WILEY, H.G. Sex ratio variability of *Muscidifurax zaraptor* (Hymenoptera, Pteromalidae). **Canadian Entomologist**, v. 111, p. 105-109, 1979.
- ZACHÉ, B.; WILCKEN, C.F.; DACOSTA, R.R.; SOLIMAN, E.P. *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), a new parasitoid of *Melanolophia consimilaria* (Lepidoptera: Geometridae). **Phytoparasitica**, v. 38, p.355-357, 2010.
- ZAKI, F.N.; ELSAADANY, G.; GOMAA, A.; SALEH, M. Some biological factors affecting the production of the larval parasitoid *Bracon brevicornis* Wesm. (Hym., Braconidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 118, p. 413-418, 1994.
- ZAMPERLINE, B.; ZANUNCIO, J.C.; LEITE, J.E.M.; BRAGANÇA, M.A.L. Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). **Revista Árvore**, v. 16, p.

224-230, 1992.

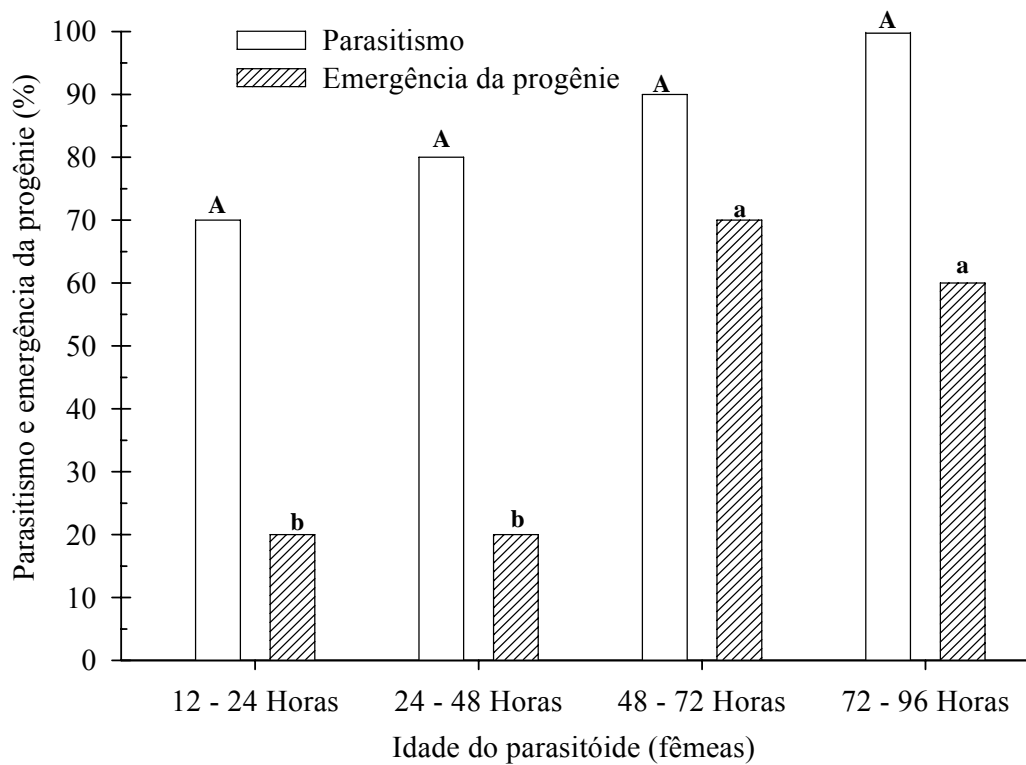


Figura 1. Parasitismo e emergência da progênie de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) com diferentes idades de fêmeas em pupas de *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae), Barras seguidas da mesma letra maiúscula ou minúscula não diferem pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

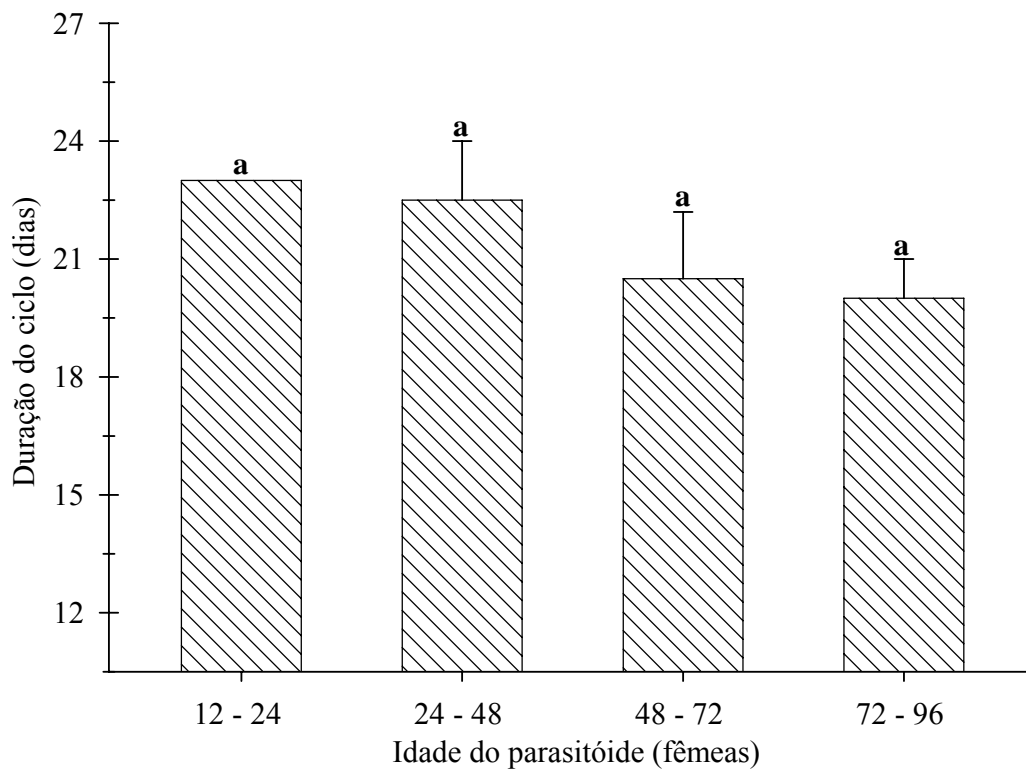


Figura 2. Duração do ciclo de vida (ovo-adulto) da progênie de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Brassolis sophorae* parasitadas por fêmeas 12 a 24, 24 a 48, 48 a 72 ou 72 a 96 horas (Lepidoptera: Nymphalidae) ($F= 0,522$, $gl= 3$, $P= 0,67$). Barras seguidas da mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

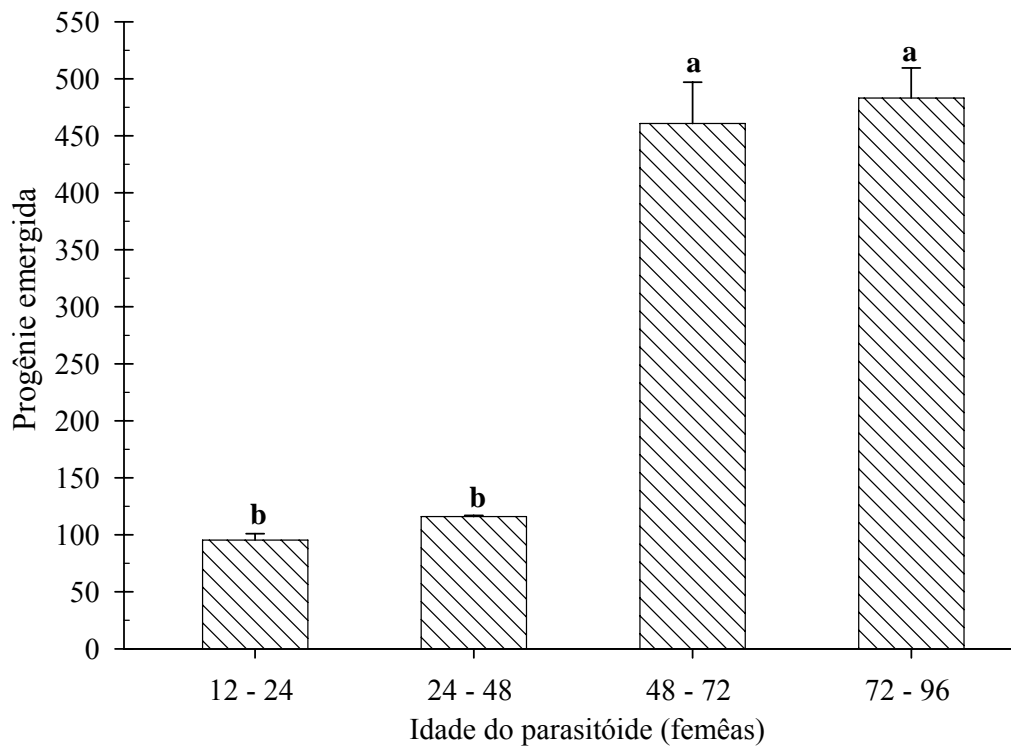


Figura 3. Progênie de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) emergida por pupas de *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae) parasitadas por fêmeas com 12 a 24, 24 a 48, 48 a 72 ou 72 a 96 horas de idade ($F= 26,22$, $gl= 3$, $P< 0,001$). Barras seguidas da mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

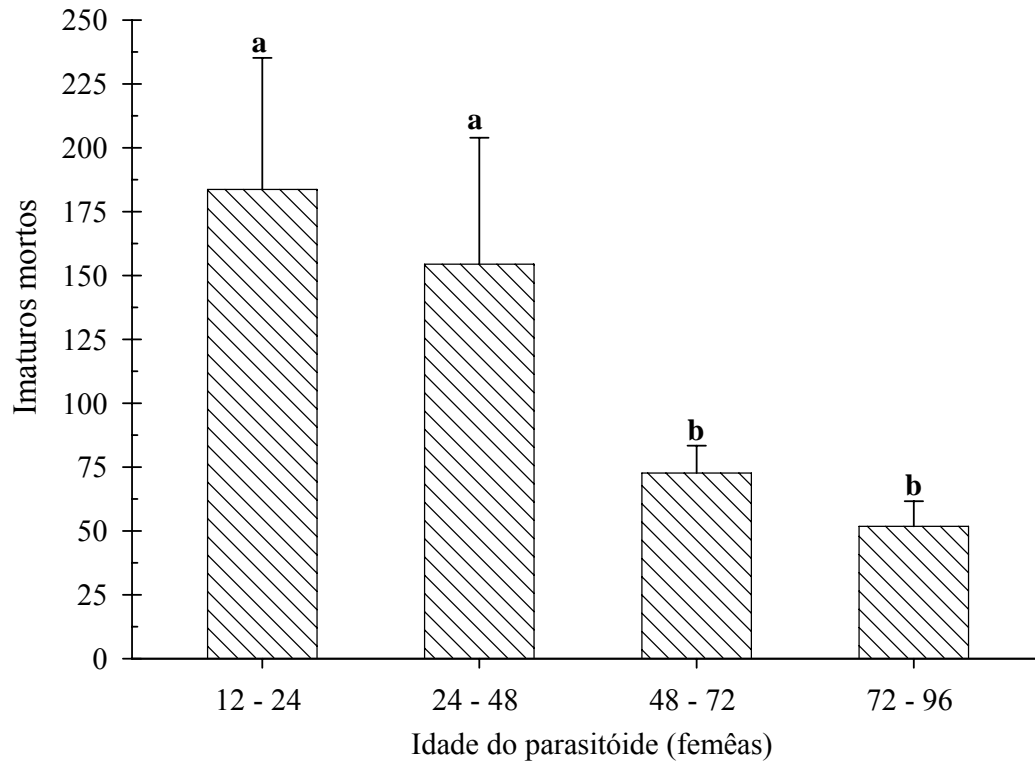


Figura 4. Imaturos mortos de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae) parasitadas por fêmeas de 12 a 24, 24 a 48, 48 a 72 ou 72 a 96 horas de idade ($F= 5,101$, $gl= 3$, $P= 0,006$). Barras seguidas da mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

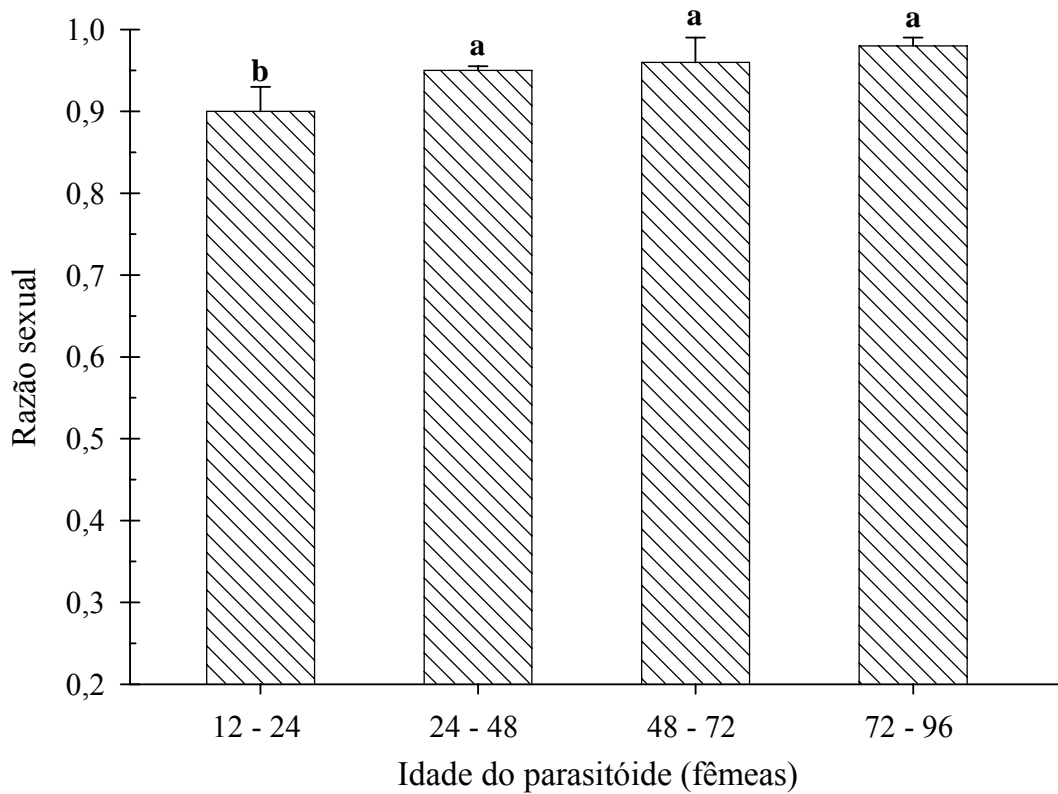


Figura 5. Razão sexual de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) emergido por pupa de *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae) parasitadas por fêmeas desse parasitóide com 12 a 24, 24 a 48, 48 a 72 ou 72 a 96 horas de idade. ($F= 5,197$, $gl= 3$, $P= 0,02$). Barras seguidas da mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

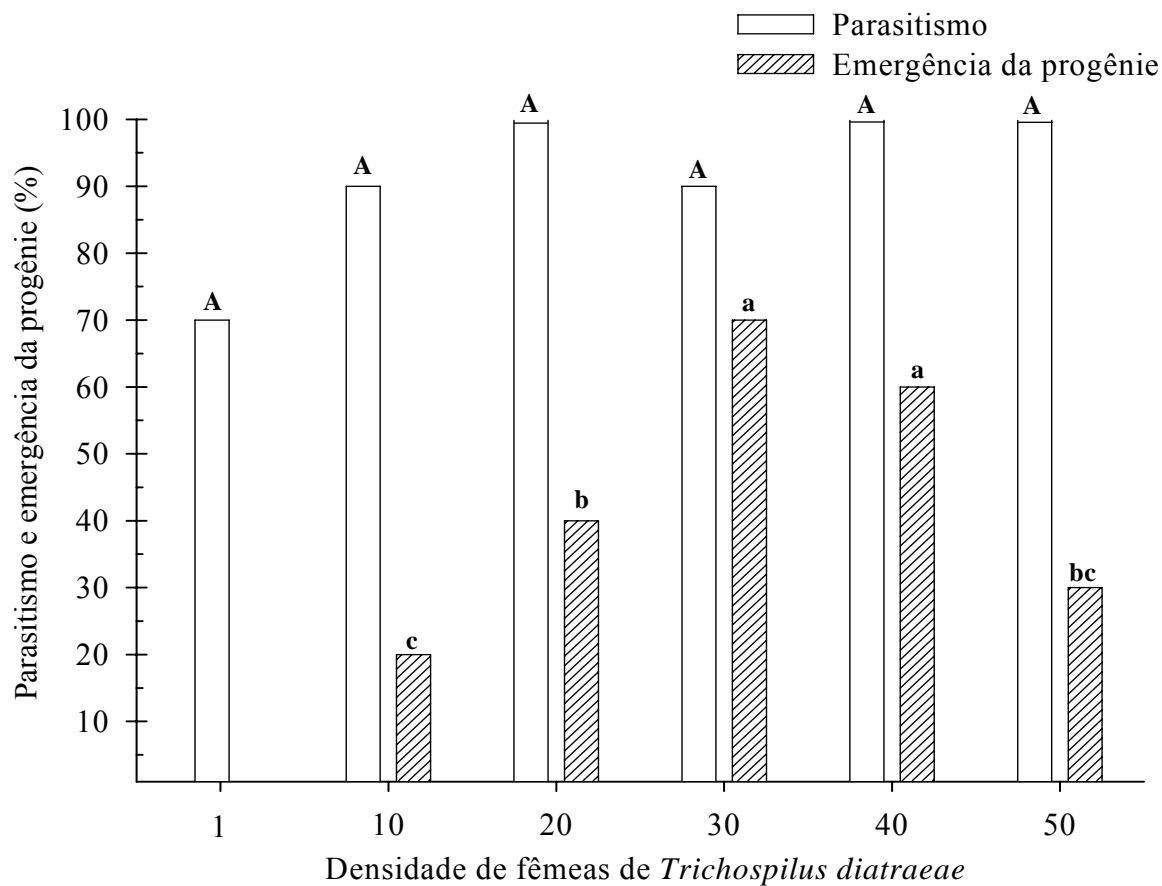


Figura 6. Porcentagem de pupas parasitadas e emergência da progênie de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) nas densidades de uma, 10, 20, 30, 40 e 50 por pupa de *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae) (não houve dados para condução da análise de emergência da progênie na densidade de 1:1 de fêmea/hospedeiro). Barras seguidas da mesma letra maiúscula ou minúscula não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

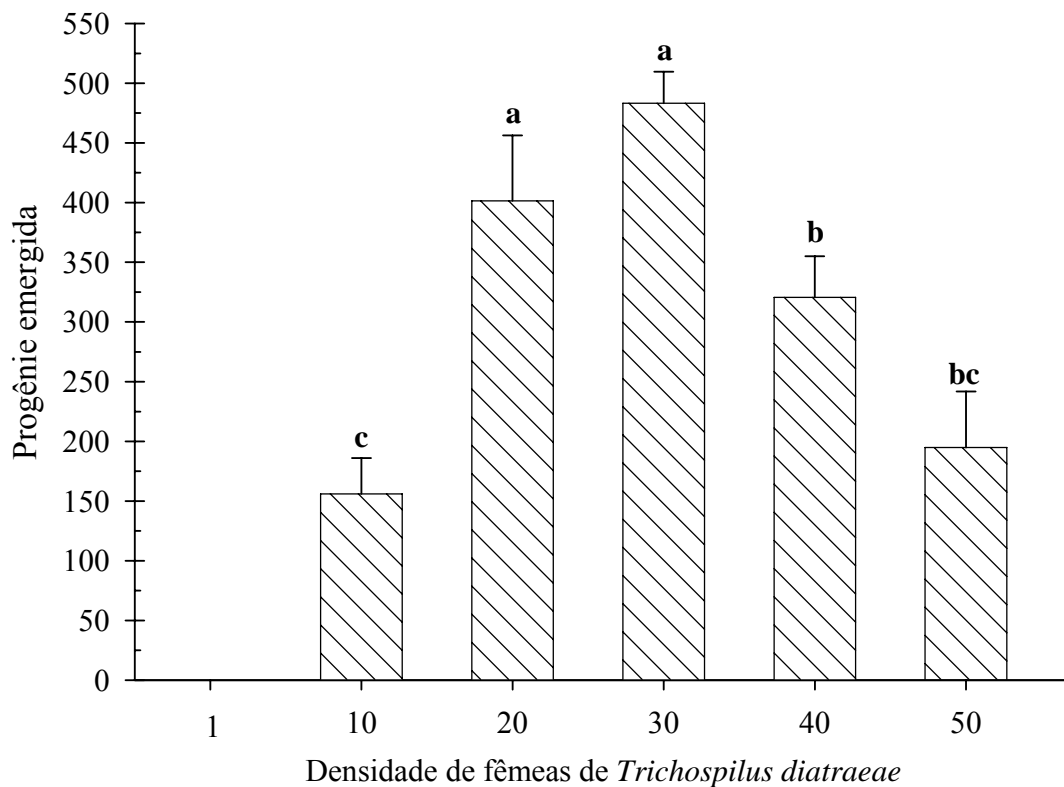


Figura 7. Progênie (média \pm erro-padrão) de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) com fêmeas de 48 a 72 e 72 a 96 horas de idades nas densidades de 10, 20, 30, 40 ou 50 por pupa de *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae). Não houve emergência da progênie na densidade de uma fêmea (não houve dados para condução da análise na densidade de 1:1 de fêmea/hospedeiro) ($F= 10,54$, $gl= 4$, $P< 0,001$). Barras seguidas da mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

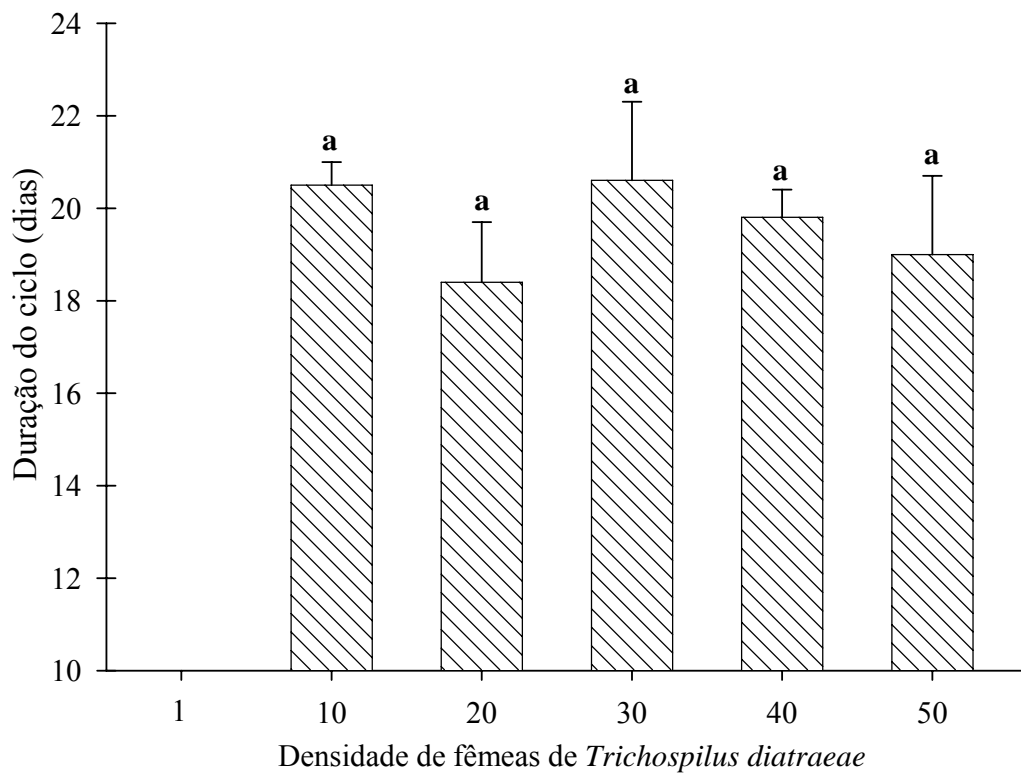


Figura 8. Duração do ciclo (média ± erro-padrão) de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) com fêmeas de 48 a 72 e 72 a 96 horas de idades nas densidades de 10, 20, 30, 40 ou 50 por pupa de *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae) (não houve dados para condução da análise na densidade de 1:1 fêmea/parasitóide) ($F=0,527$. $gl=4$, $P=0,53$). Barras seguidas da mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

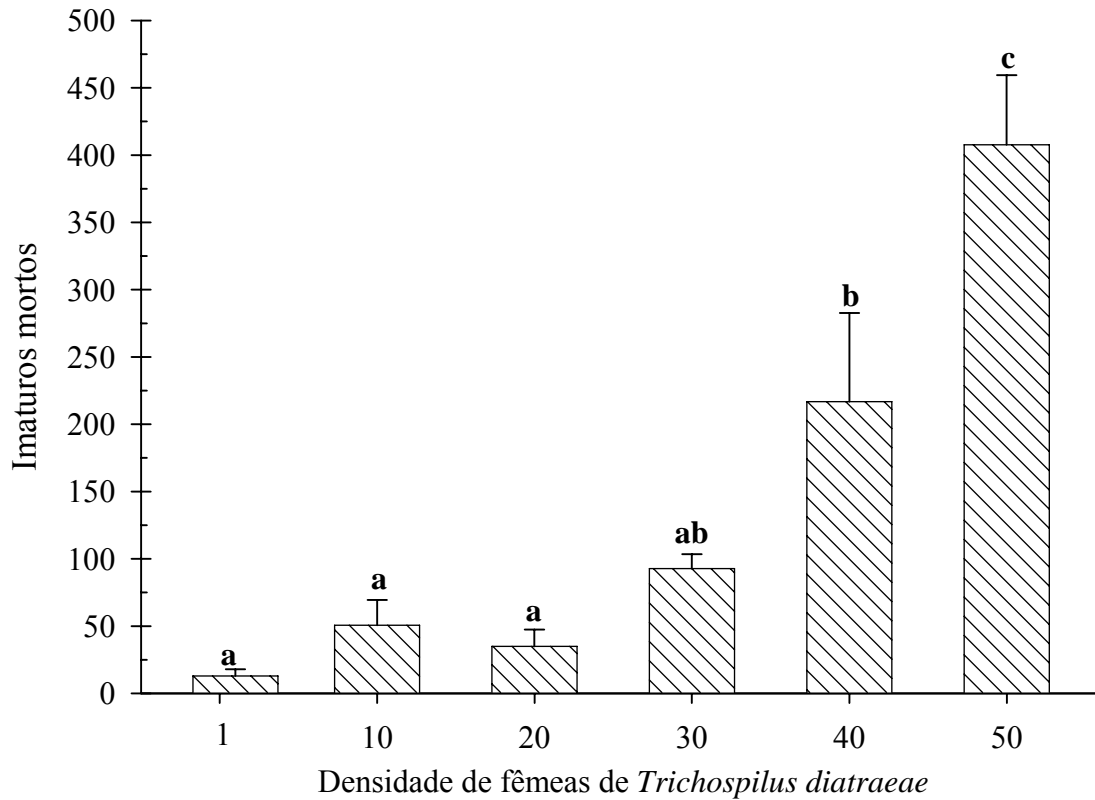


Figura 9. Número de imaturos mortos (média \pm erro-padrão) de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) com fêmeas de 48 a 72 e 72 a 96 horas de idades nas densidades de 10, 20, 30, 40 ou 50 por pupa de *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae) ($F= 15,325$, $gl= 5$, $P< 0,001$). Barras seguidas da mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

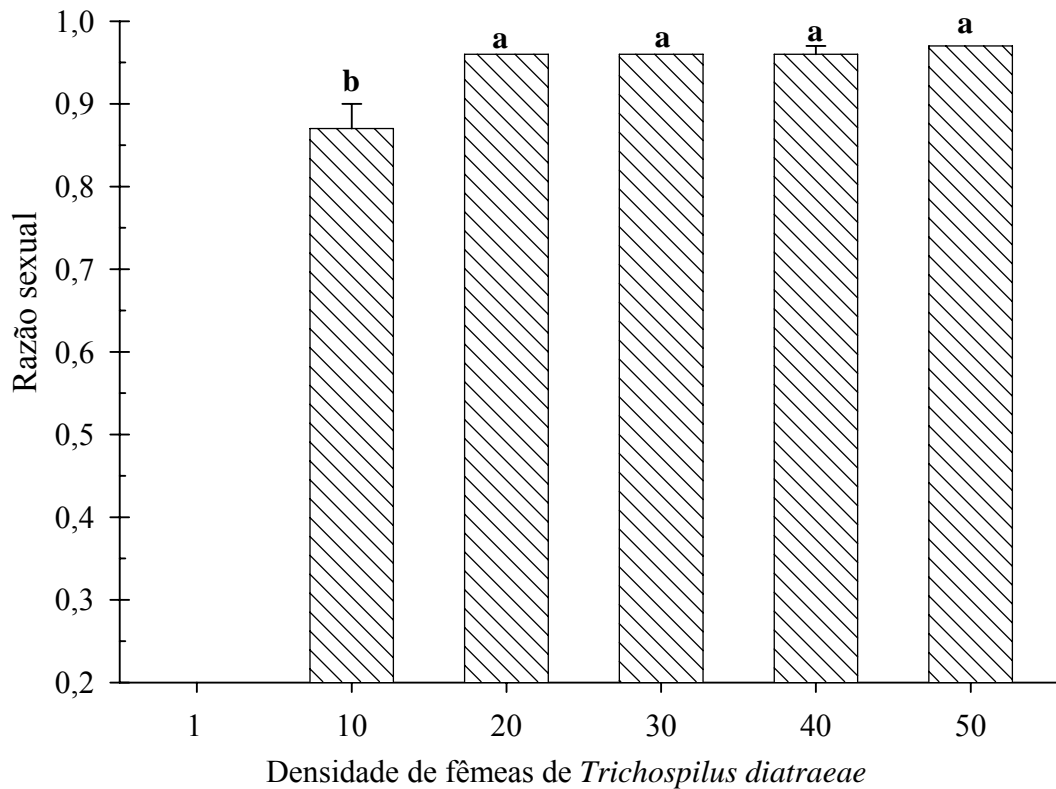


Figura 10. Razão sexual (média \pm erro-padrão) de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) com fêmeas de 48 a 72 e 72 a 96 horas de idades nas densidades de 10, 20, 30, 40 ou 50 por pupa de *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae). (não houve dados para condução da análise na densidade de 1:1) ($F= 8,046$, $gl= 4$, $P< 0,001$). Barras seguidas da mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

1 **Tabela 1.** Tamanho do corpo (mm) e largura da cápsula cefálica (mm) de machos e fêmeas de
 2 *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) (média ± erro-padrão) com idade
 3 de fêmeas entre 48 a 72 horas nas densidades de um, 10, 20, 30, 40 ou 50
 4 fêmeas/hospedeiro por pupa de *Brassolis sophorae* (Lepidoptera: Nymphalidae).

Densidades	Tamanho do corpo		Cápsula cefálica	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
1	**	**	**	**
10	1,58 ± 0,06b	1,73 ± 0,04b	0,46 ± 0,04a	0,50 ± 0,01b
20	1,80 ± 0,04ab	2,10 ± 0,09a	0,50 ± 0,00a	0,59 ± 0,01a
30	1,98 ± 0,04a	2,08 ± 0,03a	0,46 ± 0,02a	0,60 ± 0,00a
40	1,62 ± 0,08b	1,83 ± 0,07b	0,50 ± 0,00a	0,56 ± 0,02a
50	1,66 ± 0,11b	1,83 ± 0,03b	0,50 ± 0,00a	0,50 ± 0,01b

5 *Médias seguidas da mesma letra minúscula por coluna não diferem pelo teste de Tukey (P<
 6 0,05).** Não houve progênie.

7 .

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

O parasitoide *T. diatraeae* parasitou, em laboratório, pupas de lepidópteros daninhos ao cultivo do dendezeiro, *E. cyparissias cyparissias*, *O. invirae* e *B. sophorae* e, apresenta potencial para multiplicação nessas espécies.

Trichospilus diatraeae mostrou melhores características reprodutivas em pupas de *B. sophorae* que naquelas de *O. invirae*.

As densidades de 20 e 30 fêmeas do parasitoide *T. diatraeae* por pupa de *B. sophorae* proporcionam maior número de descendentes, com maior tamanho e menor número de imaturos mortos.