

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

***Palmistichus elaeisis* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) DENSIDADE
E IDADE DO PARASITOIDE E DO HOSPEDEIRO ALTERNATIVO E
DISPERSAO EM PLANTAÇÃO DE EUCALIPTO**

MURICI CARLOS CANDELÁRIA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP –
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Mestre em Ciência Florestal

BOTUCATU-SP

Agosto – 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

***Palmistichus elaeisis* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) DENSIDADE
E IDADE DO PARASITOIDE E DO HOSPEDEIRO ALTERNATIVO E
DISPERSÃO EM PLANTAÇÃO DE EUCALIPTO**

MURICI CARLOS CANDELÁRIA

Eng. Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP –
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Mestre em Ciência Florestal

BOTUCATU-SP

Agosto – 2013

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

C216p Candelária, Murici Carlos, 1988-
Palmistichus elaeisis (Hymenoptera: Eulophidae): densidade e idade do parasitoide e do hospedeiro alternativo e dispersão em plantação de eucalipto / Murici Carlos Candelária. - Botucatu : [s.n.], 2013
v, 84 f. : tabs., grafs., ils., fots.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Carlos Frederico Wilcken
Inclui bibliografia

1. Eucalipto - Doenças e pragas. 2. Agentes no controle biológico de pragas. 3. Parasitoides. I. Wilcken, Carlos Frederico. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “*Palmistichus elaeisis* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE): DENSIDADE E IDADE DO PARASITOIDE E DO HOSPEDEIRO ALTERNATIVO E DISPERSÃO EM PLANTAÇÃO DE EUCALIPTO”

ALUNO: MURICI CARLOS CANDELARIA

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS FREDERICO WILCKEN

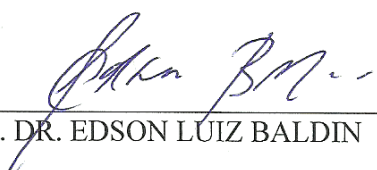
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CARLOS FREDERICO WILCKEN



PROF. DR. JOSÉ COLA ZANUNCIO



PROF. DR. EDSON LUIZ BALDIN

Data da Realização: 02 de agosto de 2013.

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

Arthur Schopenhauer

Agradeço

A Deus, porque sem ele nada sou.

“Os que confiam no SENHOR serão como o monte de Sião, que não se abala, mas permanece para sempre.”

Salmo 125:1

Ofereço

Aos meus pais António C. Candelária e Márcia S. Candelária, pelo amor, incentivo e exemplo que são para mim!

Ao meu irmão Murilo A. Candelária, minha cunhada Maressa M. Candelária e minha sobrinha Melissa pelo incentivo e amizade!

A minha esposa Miriã Siqueira Candelária, pelo seu amor, carinho e apoio durante todos esses anos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

- À Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Botucatu.
- Ao Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken, pela orientação, confiança e apoio para a realização e conclusão deste trabalho.
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.
- Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal e em Proteção de Plantas pelos ensinamentos.
- Ao Laboratório CETMA (Comércio de Agentes para Controle Biológico) pelo fornecimento das pupas de *Diatraea saccharalis*.
- À Suzano Papel e Celulose pela concessão da área e apoio na instalação e condução do experimento de dispersão, em especial aos funcionários: Eng. Agr. Everton P. Soliman, Téc. Pesq. Isnar A.T. Vaz e Téc. Pesq. Dileto B. Baú.
- Aos funcionários do Departamento de Proteção Vegetal.
- Aos amigos e companheiros de Laboratório de Controle Biológico de Pragas Florestais (LCBPF), em especial à Adriane, Mário, Natália, Thaíse e Fernanda pela amizade e apoio.
- Ao Bruno e Marcelo pela amizade e convívio.
- A todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

OBRIGADO!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1 Eucalipto.....	9
2.2 Lagartas desfolhadoras do eucalipto.....	10
2.3 Parasitoides	11
2.4 <i>Palmistichus elaeisis</i>	12
2.5 Multiplicação de inimigos naturais.....	13
2.6 Hospedeiro alternativo.....	14
2.6.1 <i>Diatraea saccharalis</i>	15
2.7 Dispersão de parasitoides.....	16

CAPÍTULO 1. Diferentes densidades de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)

Resumo.....	19
Abstract.....	20
Introdução.....	21
Material e Métodos.....	23
Resultados.....	25
Discussão.....	30
Conclusão.....	33
Referências	34

CAPÍTULO 2. Idade do parasitoide *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) e do hospedeiro *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)

Resumo.....	37
Abstract.....	38
Introdução.....	39
Material e Métodos.....	41
Resultados.....	43
Discussão.....	46
Conclusões.....	49
Referências	50

CAPÍTULO 3. Dispersão e parasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiro alternativo em plantações de eucalipto

Resumo.....	54
Abstract.....	55
Introdução.....	56
Material e Métodos.....	58
Resultados.....	63
Discussão.....	66
Conclusão.....	68
Referências	69

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
-------------------------------------	-----------

4. CONCLUSÕES FINAIS.....	73
----------------------------------	-----------

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
---	-----------

RESUMO

Parasitoides representam uma ferramenta importante no controle biológico de lepidópteros desfolhadores em plantações de eucalipto. O uso do endoparasitoide *Palmistichus elaeisis* (Delvare e LaSalle, 1993) (Hymenoptera Eulophidae) possui grande potencial de sucesso no controle de lepidópteros desfolhadores em plantios florestais. Sua polifagia permite seu estabelecimento no campo, mesmo com o declínio da praga. Esse mesmo aspecto facilita sua criação massal em laboratório com o uso de hospedeiros alternativos, como a broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae). A eficiência do parasitoide em campo pode ser comprometida pela qualidade de sua criação, podendo refletir negativamente no controle biológico. Nesse contexto foram conduzidos experimentos para se conhecer a melhor densidade do parasitoide *P. elaeisis* por pupa de *D. saccharalis*, a melhor idade da pupa e parasitoide, avaliação da dispersão e eficiência de controle do parasitoide em áreas florestais, objetivando o aperfeiçoamento das técnicas de criação de *P. elaeisis* sobre pupas de *D. saccharalis* e avaliação da dispersão do parasitoide em campo. Os experimentos foram realizados em condições de laboratório e em plantios de eucalipto localizados em Lençóis Paulista, SP. Para determinação da densidade ideal de *P. elaeisis*, pupas de *D. diatraea* foram expostas ao parasitismo nas densidades 1:1, 1:9, 1:18, 1:27, 1:36, 1:45, 1:54, 1:63, 1:72, e 1:81 pupa:parasitoide respectivamente.. Na determinação da melhor idade do

parasitoide e hospedeiro foram utilizados parasitoides e pupas com idade de 24, 48, 72, 96 e 120 horas, sendo oferecida cada idade de hospedeiro para todas as idades de parasitoides. Para determinação da dispersão e parasitismo em campo foram utilizados adultos de *P. elaeisis* com, no máximo de 48 horas de idade, pupas de *D. saccharalis* e armadilhas amarelas foram colocadas em diferentes alturas e distâncias nas direções norte, nordeste, leste, sudeste, sul, sudoeste, oeste, noroeste. O aumento da proporção de fêmeas de *P. elaeisis* sobre pupas de *D. saccharalis* interfere na progênie desse parasitoide, sendo a densidade de 27 parasitoides por hospedeiro a mais indicada para sua criação. A idade da pupa interfere na progênie do parasitoide e na taxa de parasitismo, enquanto a idade do parasitoide não interfere nos parâmetros avaliados. A dispersão foi afetada pela diferença da distância do ponto de liberação, com o parasitoide demonstrando capacidade de parasitismo e dispersão a 80 m.

Palavras-chave: Criação massal, controle biológico, parasitoide de pupa, dispersão, *Eucalyptus*

REARING OF *Palmistichus elaeisis* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) IN ALTERNATIVE HOST AND EVALUATION OF DISPERSION IN EUCALYPTUS PLANTATION. 2013. 67 p. Dissertation (Master of Forestry Science) Faculdade de Ciências Agronômicas – Universidade Estadual Paulista, Botucatu 2013.

Author: MURICI CARLOS CANDELÁRIA

Adviser: Prof. Dr. CARLOS FREDERICO WILCKEN

ABSTRACT

The utilization of parasitoids for biological control of lepidopteran defoliators in *Eucalyptus* plantations is an important tool in the IPM program. The use of the endoparasitoid *Palmistichus elaeisis* (Delvare and LaSalle, 1993) (Hymenoptera Eulophidae) presents great potential for success in the control of lepidopteran pests due its polyphagia, allowing its establishment in the field, even when the pest population declines. This aspect facilitates the mass production in the laboratory by use of alternative hosts as *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae). The efficiency of the parasitoid *P. elaeisis* in the field can be compromised by the quality of its rearing, which can affect negatively on biological control. In this context, experiments were carried out to determine the best density of the parasitoid *P. elaeisis* per *D. saccharalis* pupa, the best parasitoid and pupal age and the dispersion of the parasitoid in *Eucalyptus* plantations. The experiments were carried out under laboratory conditions and in eucalyptus plantations in Lençóis Paulista, SP, Brazil. To determine the ideal density of *P. elaeisis*, pupae of *D. diatraeae* were exposed to the following parasitism densities: 1:1, 1:9, 1:18, 1:27, 1:36, 1:45, 1:54, 1:63, 1:72, and 1:81 pupa: parasitoid, respectively. To determine the best age of host and parasitoid, pupae with 24, 48, 72, 96 and 120 hours of age were offered to parasitoids with 24, 48, 72, 96 and 120 hours of age. The age of pupae interfere in the parasitoid progeny and the rate of parasitism, whereas the age of parasitoid does not interfere in the evaluated parameters. The best parasitoid ages were from 48 to 96 hours old and better pupal age ranged from 72 to 96 hours. To determine the dispersion and parasitism in the field adults of *P. elaeisis* with 48 h of age were used, pupae of *D. saccharalis* and yellow sticky traps were placed at different heights and distances in the directions north, northeast, east, southeast, south, southwest, west, northwest. The

parasitoid dispersion was affected by distance from the release point and *P. elaiesis* showed parasitism capacity and dispersion until 80 m.

Keywords: Mass rearing, biological control, pupal parasitoid, dispersion, *Eucalyptus*.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O eucalipto correspondeu a 73% de todas as plantações florestais feitas em 2010 no Brasil (ABRAF, 2011), com produtividade média de até $45 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}$ de madeira, utilizando-se clones híbridos das espécies mais cultivadas (MORA; GARCIA, 2000; RAPASSI et al., 2008). Plantado comercialmente no país desde 1908 (QUEIROZ; BARRICHELO, 2007) o eucalipto, originário da Austrália e de outras ilhas da Oceania, adaptou-se perfeitamente ao Brasil. Os produtos obtidos de sua madeira representam 4,5% do PIB brasileiro em 2011 (ABRAF, 2012).

Em 2012 o Brasil possuía 4.873.952 hectares plantados com eucalipto, com destaque aos estados de São Paulo e Minas Gerais como os maiores produtores (ABRAF, 2012). O setor florestal mostra-se em expansão, sendo capaz de gerar renda e empregos. Em 2011, o valor bruto da produção florestal correspondeu a R\$ 53,9 bilhões (ABRAF, 2012).

Grandes extensões territoriais caracterizadas pela presença de apenas um tipo de cultivo contribuem para uma baixa diversidade de insetos e plantas, contribuindo para o aumento de pragas devido à oferta ilimitada de alimento e a falta de inimigos naturais. (SANTOS et al., 2002; DALL’OGLIO et al., 2003). Comprometendo a capacidade de recuperação dos agroecossistemas devido à reduzida diversidade funcional e estrutural (GLIESSMAN, 2000).

Muitos insetos nativos do Brasil se adaptaram ao eucalipto. No final da década de 1940 os lepidópteros desfolhadores demonstraram sua importância devido à redução

expressiva na produção de madeira em plantações de eucalipto (BERTI FILHO, 1982). Muitas espécies desse grupo se tornaram importantes em plantios florestais, apresentando surtos frequentes e danos consideráveis (ZANUNCIO et al., 2003).

Dentre as espécies de lepidópteros desfolhadores destaca-se *Thyriniteina arnobia* (Stoll 1782) (Lepidoptera: Geometridae) que, pelos surtos populacionais periódicos e consequentes danos, se tornou a principal espécie de lagarta desfolhadora do eucalipto (ZANUNCIO et al., 1991), sendo a mais estudada no Brasil (HOLTZ et al., 2003).

Além da *T. arnobia* várias lagartas apresentam surtos com danos econômicos ao eucalipto sendo as principais *Glena unipennaria unipennaria* (Guenée, 1857) (Lepidoptera: Geometridae) (PERES FILHO; BERTI FILHO, 1985), *Sarsina violascens* (Herrich-Schaffer, 1856) (Lepidoptera: Lymantriidae) (ZANUNCIO; LIMA, 1975). Outras espécies de lepidópteros foram relatadas atacando essa cultura, pertencentes a diversas famílias, como Notodontidae (MORAES; SOARES, 1981) e Arctiidae (OHASHI, 1978).

O controle de pragas florestais com inseticidas químicos pode causar impacto ambiental e elevar os custos de produção (ZANUNCIO et al., 1994). A pressão do mercado consumidor e da certificação florestal exigem a produção de madeira “limpa”, aumentando a importância do controle biológico, com a introdução ou manutenção de populações de predadores, parasitoides e patógenos (SILVA, 2000).

Dentre as alternativas de controle biológico, o uso de parasitoides tem grande importância pela sua alta eficiência, facilidade de manejo e criação, sendo esses os inimigos naturais com maior ocorrência em plantios florestais (DALL’OGLIO et al., 2003). A grande diversidade de espécies de lepidópteros em plantios florestais favorece o uso de parasitoides polífagos.

Os parasitoides têm grande importância pela sua diversidade, pelos níveis de parasitismo sobre as populações hospedeiras (PEREIRA, 2006) e controle sobre insetos de diferentes ordens (PENNACCHIO; STRAND, 2006). Há aproximadamente 50.000 espécies de himenópteros parasitoides (VAN DRIESCHE; BELLOWES, 1996).

A família Eulophidae apresenta grande variedade de espécies de parasitoides, como endoparasiticos ou ectoparasiticos; coinobiontes ou idiobiontes; especialistas ou generalistas, solitários ou gregários (NOYES, 1998), utilizados no controle

de pragas em culturas agrícolas e florestais (LEITE et al., 2006; DOGANLAR; MENDEL, 2007).

Palmistichus elaeisis (Delvare; Lasalle 1993) (Hymenoptera: Eulophidae) é um endoparasitóide gregário, da subfamília Tetrastichinae (LASALLE, 1993) e foi descrito parasitando pupas de *Eupseudosoma involuta* (Sepp 1852) (Lepidoptera: Arctiidae), *Euselasia eucerus* (Hewitson 1872) (Lepidoptera: Riodinidae) (DELVARE; LASALLE, 1993), *Sabulodes* sp. (Lepidoptera: Geometridae) (BITTENCOURT; BERTI FILHO, 1999), *T. arnobia*, *Thyrintina leucoceraea* (Rindge 1961) (Lepidoptera: Geometridae) (PEREIRA et al., 2008) e *Sascina violascens* (Herrich-Schaeffer) (Lepidoptera: Lymantriidae) (ZACHÉ et al., 2012).

O alto número de hospedeiros credencia *P. elaeisis* como um promissor agente de controle de lepidópteros desfolhadores de eucalipto, cujos surtos são geralmente compostos por mais de uma espécie simultaneamente (ZANUNCIO et al., 2003). Essa mesma característica permite seu desenvolvimento em laboratório utilizando-se um hospedeiro alternativo, justificando o desenvolvimento de pesquisas para maximizar sua produção massal e permitir o desenvolvimento de um programa de controle biológico aplicado (PEREIRA et al., 2009).

A criação massal de parasitoides depende da escolha do hospedeiro alternativo (MAGRO; PARRA, 2001; RAMALHO; DIAS, 2003). O hospedeiro deve ser de baixo custo de produção e não reduzir a eficiência de controle do parasitoide.

Dentre os muitos hospedeiros alternativos broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae) destaca-se pela facilidade de criação, quantidade de informações disponíveis sobre sistema de manejo e criação, e pela facilidade de ser encontrado comercialmente, devido seu uso na criação de *Cotesia flavipes* (Cameron 1981) (Hymenoptera: Braconidae), além da sua alta suscetibilidade ao *P. elaeisis*.

Bittencourt e Berti Filho (1999) conseguiram 82,13% de parasitismo utilizando esse hospedeiro para *P. elaeisis*, concluindo assim que *D. saccharalis* possibilita a criação massal desse parasitoide. Contudo, é necessário o aperfeiçoamento de técnicas de criação, pois ainda é desconhecida a melhor densidade de fêmeas por pupa além da idade ideal tanto de parasitoide quanto de hospedeiro.

A densidade de parasitoide, idade de pupa e parasitoide (THOMAZINI; BERTI FILHO, 2001; MATOS NETO et al., 2004) podem afetar a capacidade de parasitismo e refletir diretamente na qualidade do parasitoide alterando características como: tamanho do corpo (BITTENCOURT; BERTI FILHO, 1999), longevidade (SILVA-TORRES; MATTHEWS, 2003) e duração do ciclo (BITTENCOURT; BERTI FILHO, 2004).

Para minimizar o custo e maximizar a produção de parasitoides em programas de criação massal, é necessário pesquisar e desenvolver técnicas que possibilitem sua criação no hospedeiro escolhido (SAGARRA et al., 2000). O objetivo do aprimoramento da criação massal é a liberação em campo (PRATISSOLI et al., 2005).

Nesse contexto o presente trabalho teve por objetivo desenvolver e aperfeiçoar técnicas de criação de *P. elaeisis* em pupas de *D. saccharalis* e avaliar a dispersão desse parasitoide em plantios florestais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Eucalipto

O eucalipto pertence à família das mirtáceas e apresenta grande variedade entre suas espécies, podendo atingir desde alturas arbustivas até gigantescas (MARTINI, 2004). Estima-se que os primeiros plantios no Brasil ocorreram entre os anos de 1855 e 1870 (PENFOLD et al., 1961), sendo sua introdução essencialmente para uso como planta ornamental e quebra vento, sendo utilizado com essas finalidades até o início do século XX.

O primeiro relato de plantio comercial de eucalipto ocorreu em 1908, (QUEIROZ; BARRICHELO, 2007). O eucalipto foi escolhido para suprir sua demanda por lenha e dormentes da Companhia Paulista de Estradas de Ferro (ANDRADE, 1961).

O desenvolvimento do setor florestal tornou o eucalipto uma cultura essencial na economia brasileira. Em 2011, a área ocupada por plantios florestais de eucaliptos no Brasil totalizou 4.873.952 ha, representando crescimento de 2,5% (119.617 ha) frente ao indicador de 2010 (ABRAF, 2012). Os estados de São Paulo e Minas Gerais se destacam no cenário nacional, detendo 40,9% da área total de plantios florestais, enquanto os estados de Mato Grosso do Sul e Tocantins apresentaram os maiores índices de crescimento atingindo valores de 24,3% e 37,11%, respectivamente (ABRAF, 2012).

O setor florestal em 2011 mantém 4,7 milhões de postos de empregos, incluindo empregos diretos (0,6 milhões), empregos indiretos (1,5 milhões) e empregos resultantes do efeito - renda (2,61 milhões). Os tributos arrecadados pelos segmentos associados às florestas plantadas corresponderam a 7,6 bilhões em 2011, o que representa 0,51% da arrecadação nacional (ABRAF, 2012).

2.2 Lagartas desfolhadoras do eucalipto

Com a implantação de grandes áreas plantadas com eucalipto, formou-se um sistema de monocultura, com oferta quase ilimitada de alimento e uma reduzida área de vegetação natural (ZANUNCIO et al., 1976; SANTOS et al., 1982), e essas condições reduzem o número de inimigos naturais e favorecem o aumento de insetos-praga (DALL'OGGIO et al., 2003).

Muitos fatores podem causar redução no rendimento dos maciços florestais, entre as principais causas destacam-se os insetos (SANTOS et al., 1982) e, dentro desse grupo, os lepidópteros desfolhadores são os que causam maiores danos a cultura do eucalipto (ZANUNCIO et al., 1993).

Lagartas desfolhadoras de mirtáceas nativas, como *Psidium guajava* (goiaba), tem se adaptado aos grandes plantios de eucalipto. Nos seus hospedeiros naturais os lepidópteros desfolhadores sobrevivem sem apresentarem surtos populacionais (ANJOS et al., 1987). Contudo, devido a grande oferta de alimento esses insetos se habituaram ao eucalipto, encontraram condição favorável a desenvolverem grandes populações (ZANUNCIO et al., 1991).

Lepidópteros desfolhadores foram relatados causando danos ao eucalipto como: *Eupseudosoma aberrans* (Schaus 1905) e *E. involuta* (Sepp, 1852) (Lepidoptera: Arctiidae), *Automeris* sp. (Walker 1855), *Eacles imperiales* (Walker 1855) (Lepidoptera: Saturniidae), *Sabulodes caberata* (Guenée 1857) *T. arnobia* e *Oxydia vesulia* (Cramer 1779) (Lepidoptera: Geometridae), (ZANUNCIO et al., 1990). Destaca-se *T. arnobia* pelos surtos populacionais periódicos e consequentes danos (ZANUNCIO et al., 1991).

2.3 Parasitoides

Os lepidópteros desfolhadores têm como principais inimigos naturais os parasitoides. Os parasitoides desempenham importante papel na regulação de populações de seus hospedeiros, devido suas larvas se alimentarem de ovos, lagartas, pupas e adultos (PARON; BERTI FILHO, 2000; PENNACCHIO; STRAND, 2006; PEREIRA et al., 2008). A maioria dos parasitoides pertence às ordens Hymenoptera e Diptera (VAN DRIESCHE; BELLOWS, 1996). Considera-se parasitoide aquele, cuja larva se desenvolve alimentando-se dentro ou junto a um hospedeiro que, na maioria das vezes, é morto com o desenvolvimento da larva parasitoide (GAULD; BOLTON, 1988).

Um dos primeiros relatos de parasitoide em lagartas desfolhadoras de eucalipto foi feito por Lima (1950), observando o parasitismo de *Achaetoneura affinis* (Townsend 1927) (Diptera: Tachinidae) em *T. arnobia* e *S. violascens*.

Thyrintina. arnobia também foi relatada sendo parasitada por *Archytas* sp., *Deopalus* sp., *Winthemyia* sp. (Diptera: Tachidae) (BERTI FILHO, 1974), *Sarcodexia stenodontes* (Townsend 1927) (Diptera: Sarcophagidae), *Patelloa similis* (Townsend, 1927), *Lepesia affinis* (Townsend 1927) (Diptera: Tachinidae) (BERTI FILHO, 1981), *Brachymeria ovata* (Say, 1824) (Hymenoptera: Chalcidoidea) (OHASHI, 1984) e por *Trichospilus diatraeae* (Cherian & Margabandhu, 1942) (Hymenoptera: Eulophidae) (PEREIRA et al., 2008).

Brachymeria ovata foi relatado também parasitando um grande número de lepidópteros de importância florestal como *E. involuta*, *Glena* sp., *E. aberrans* e *S. violascens* (OHASHI, 1984). *T. diatraeae* foi relatado por Zache (2012) parasitando pupas de *E. aberrans*, *S. violascens* (ZACHE et al., 2011a), *E. eucerus* (ZACHE et al., 2011b) e *Melanolophia consimilaria* (Walker 1860) (Lepidoptera: Geometridae) (ZACHE et al., 2010).

Outras famílias de parasitoides também foram relatadas ocorrendo em lepidópteros em florestas de *Eucalyptus grandis* como: Braconidae, Ichneumonidae, Trichogrammatidae e Perilampidae (WILCKEN, 1991).

A grande diversidade de parasitoides encontrados ressalta a importância desse grupo no controle biológico (PRATISSOLI et al., 2005). A quantidade de hospedeiros secundários potencializa o uso de parasitoides no controle florestal de

lepidópteros desfolhadores de eucalipto, cujos surtos são geralmente compostos por mais de uma espécie simultaneamente (ZANUNCIO et al., 2003).

2.4 *Palmistichus elaeisis*

A família Eulophidae apresenta 297 gêneros e 4472 espécies descritas (NOYES, 2003), sendo encontradas em regiões tropicais e temperadas, parasitando ovos, larvas, pupas e adultos, de forma endoparasítica ou ectoparasítica; idiobiontes ou coinobiontes; solitários ou gregários; primários ou hiperparasitoides; generalistas ou especialistas (NOYES, 1998), sendo a terceira família em Chalcidoidea mais utilizada no controle biológico (Noyes 2003).

Os eulofídeos são predominantes no parasitismo de estágios imaturos de dípteros, coleópteros, himenópteros e lepidópteros (LASALLE; SCHAUFF, 1995), sendo a subfamília Tetrastichinae a maior da família Eulophidae, e seus hospedeiros chegam a mais de 100 famílias, pertencentes a diferentes ordens (LASSALE, 1993).

O parasitoide *Palmistichus elaeisis* foi descrito inicialmente em pupas de *E. involuta* e *E. eucerus* (DELVARE; LASALLE, 1993), posteriormente, sua ocorrência também foi descrita em pupas de *Sabulodes* sp. (BITTENCOURT; BERTI FILHO, 1999), *T. arnobia* e *T. leucoceraea* (PEREIRA et al 2008). *S. violascens* (ZACHÉ et al., 2012), *Anticarsia gemmatalis* (Hübner 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) *H. virescens*, e *S. frugiperda* (BITTENCOURT; BERTI FILHO 1999), *Bombyx mori* (Linnaeus 1758) (Lepidoptera: Bombycidae) (PEREIRA et al., 2009) *Dirphia moderata* Bouvier (Lepidoptera: Saturniidae) e *Halysidota pearsoni* Watson (Lepidoptera: Arctiidae) (PEREIRA et al., 2008).

Os ovos de *P. elaeisis* são hialinos, lisos, com a região anterior mais estreita com período de incubação aproximado de 48 horas. As larvas de 1º instar são apodas com cutícula transparente, formato himenopteriforme com 12 segmentos, larvas do 2º, 3º, e 4º instares diferem das mais jovens quanto à coloração, tamanho e volume do corpo (BITTECOURT; BERTI FILHO, 2004).

A pré-pupa de *P. elaeisis* é inteiramente branca, com pigmentação na formação dos apêndices (transformação para fase de pupa) Pupas de fêmeas são maiores em

comprimento que as de machos e, a partir do 14º dia de desenvolvimento ocorrem o escurecimento do tegumento e dos olhos (BITTECOURT; BERTI FILHO, 2004).

P. elaeisis é um endoparasitoide de hábito gregário, preferencialmente de lepidópteros, com hábito polífago e relatos em mais de 20 espécies, o caracterizando como um promissor agente de controle biológico (PEREIRA et al., 2009).

2.5 Multiplicação de inimigos naturais

A criação massal de insetos representa a primeira etapa de programas de controle biológico aplicado com parasitoides (PARRA et al., 2002). Pode ser classificadas quanto ao tamanho em três categorias: pequena escala, criações comerciais e criações massais (PARRA, 2009).

A criação em pequena escala tem a finalidade de estudos básicos sobre o inseto criado, geralmente são denominadas como criações de pesquisa. Pode ser facilmente conduzida, e não necessita de grande infraestrutura (PARRA et al., 2002).

A criação comercial é feita por companhias que são remuneradas com a venda de inimigos naturais, ou com o fornecimento de componentes para criação, como dietas já preparadas, recipientes, etc. (PARRA et al., 2002). Em países de primeiro mundo essa pratica é mais frequente, e direcionada principalmente produção em cultivo protegido e pequenos proprietários.

A criação massal caracteriza-se pela produção de um número elevado de indivíduos (PARRA, 2009). Segundo Finney e Fisher (1964), criação massal é a produção econômica de milhões de insetos benéficos, em uma linha de montagem, com o objetivo de se produzir, com o mínimo de homens/hora e de espaço, o número máximo de fêmeas férteis no tempo mais curto possível e com um baixo custo.

Leppla e Adams (1987) definiram criação massal como uma atividade sistemática, em instalações integradas, com objetivo de produzir um suprimento relativamente grande de insetos para distribuição.

Outros autores, como Mackauer (1972), estabelecem combinações entre o aspecto econômico e o biológico da criação massal, definindo como uma produção de insetos capaz de atingir objetivos com uma aceitável relação custo/benefício.

A despeito de particularidades das diversas definições disponíveis na literatura, criações massais servem de suporte a programas de controle biológico e a outros métodos de controle (PARRA, 2009).

Diversos fatores abióticos e bióticos, como temperatura, umidade, espécie, idade do parasitoide, tamanho, alimentação entre outros podem influenciar na capacidade de parasitismo, fecundidade, progênie e razão sexual da prole de parasitoides (KING, 2002; UCKAN; GULEL, 2002; GUNDUZ; GUNLEL, 2005; DE OLIVEIRA et al., 2005).

O conhecimento dos fatores que influenciam o sistema de criação é importante na implementação de criações massais eficientes de inimigos naturais (HENTZ et al., 1998).

2.6 Hospedeiro alternativo

O hospedeiro alternativo ou de substituição é aquele que o parasitoide normalmente não parasita, mas que é adequado para promover seu bom desenvolvimento. Sua criação deve ser de baixo custo e não comprometer a eficiência dos parasitoides sobre o hospedeiro natural ou preferencial em condições de campo (PARRA, 2002). A escolha do hospedeiro pode viabilizar ou não o sistema de criação massal de parasitoides, sendo decisiva na implantação do controle biológico (PARON; BERTI-FILHO, 2000; MAGRO; PARRA, 2001; RAMALHO; DIAS, 2003).

Diversos fatores interferem na capacidade das fêmeas do parasitoide, os principais se correlacionam diretamente com a qualidade do hospedeiro como: tamanho, idade, sexo, e estado nutricional (BRODEUR; BOIVIN 2004). A idade do hospedeiro pode afetar o número de indivíduos da progênie (THOMAZINI; BERTI FILHO, 2001; MATOS NETO et al., 2004; PEREIRA, 2006).

A idade do parasitoide apresenta grande importancia no seu desempenho (REZNIK; VAGHINA, 2007), influenciando em fatores como: capacidade de parasitismo (AMALIN et al., 2005), progênie (COOPERBAND et al., 2003) e razão sexual (GUNDUZ; GULEL, 2005).

A idade ideal do parasitoide *P. elaeisis* criado sobre pupas de *B. mori* que viabiliza sua produção em larga escala para possíveis liberações no campo, é entre 72 a 96 horas (PEREIRA et al., 2009).

Além da idade, a densidade de parasitoides por hospedeiro afeta a produção de descendentes (MATOS NETO et al., 2004; PEREIRA, 2010). Pereira (2010) afirma que a melhor densidade de *P. elaeisis* sobre pupas de *B. mori* é de 45 parasitoides por pupa, sendo que nas densidades 1:1 e 9:1 parasitoides:pupas, respectivamente, não ocorre emergência do parasitoide.

Características como a duração do ciclo (SILVA-TORRES; MATTHEWS, 2003), razão sexual da prole (CHOI et al., 2001; PEREIRA, 2010), capacidade de parasitismo (SAMPAIO et al., 2001), tamanho da capsula encefálica (PEREIRA, 2010) podem ser alteradas pela diferente densidade de parasitoides por hospedeiro.

A grande variação causada por fatores inerentes ao hospedeiro e parasitoide como densidade e idade demonstra a importância do aprimoramento das técnicas de criações massais em laboratório para maximizar a produção dos mesmos (SAGARRA et al., 2000).

2.6.1 *Diatraea saccharalis*

Segundo Oliveira (2008) a broca da cana é a principal praga da cana-de-açúcar nas Américas. Seu hábito alimentar no interior dos caules torna difícil o uso de métodos químicos para seu controle. Assim, programas de controle biológico com utilização de parasitoides são utilizados (GALLO, 2002).

O Brasil conta com um Programa Nacional de controle da *Diatraea* spp.. Iniciado na década de 70 esse programa é considerado o maior programa de controle biológico do mundo, baseado no parasitoide larval *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) (GITAHY et al., 2007).

A broca da cana destaca-se pela facilidade de criação, quantidade de informações disponíveis sobre sistema de manejo, e pela facilidade de ser encontrada comercialmente devido seu uso na criação de *C. flavipes*. Sua alta suscetibilidade ao parasitoide *P. elaeisis* também favorece seu uso. Bittencourt e Berti Filho (1999) conseguiram

82,13% de parasitismo utilizando esse hospedeiro para *P. elaeisis*, concluindo assim que *D. saccharalis* possibilita a criação massal desse parasitoide.

Assim a escolha de *D. saccharalis* como hospedeiro alternativo para criação massal de *P. elaeisis* é fundamentada na busca pela facilidade e simplificação dos processos envolvidos.

2.7 Dispersão de parasitoide

O controle biológico é uma das alternativas mais promissoras contra a dependência de pesticidas no manejo de pragas (HEGAZI et al., 2012). Tradicionalmente com foco na introdução e estabelecimento permanente de inimigos naturais, as estratégias do controle biológico têm sido direcionadas a uma abordagem inundativa (PARRELLA et al., 1992).

A estratégia inundativa consiste na liberação de inimigos naturais criados de forma massal em intervalos programados para coincidir com o período de maior surto populacional do inseto alvo (HEGAZI et al., 2012).

O sucesso das estratégias de controle biológico depende do conhecimento da capacidade de dispersão dos parasitoides (ZAPPALA et al., 2012). Essa dispersão pode ser influenciada por fatores como hospedeiro, clima, número de insetos liberados, densidade da praga, entre outros (STEINBAUER et al., 2006; CHAPMAN et al., 2009).

A distribuição dos inimigos naturais para o controle biológico é importante no comportamento de dispersão, sendo necessário estudos para que possa sua melhor compreensão (TABONE et al., 2010).

As principais técnicas utilizadas para avaliação da dispersão consistem na utilização de armadilhas adesivas, marcação e recaptura dos insetos liberados (Suverkropp et al, 2009), utilização de hospedeiros alternativos (PRATISSOLI et al., 2005), ou naturais (GRANCE, 2010). Contudo, vários métodos utilizados para insetos em geral não são confiáveis para pequenos parasitoides (HAGLER et al., 2002).

Além de fatores inerentes ao próprio parasitoide, os padrões de distribuição podem se correlacionar com fatores físicos, como vento, temperatura e estrutura

da vegetação (CORBETT; ROSENHEIM, 1996). O sucesso ou insucesso do controle biológico é difícil de ser determinado. Contudo, a falta do conhecimento da dinâmica de distribuição do inimigo natural no ambiente liberado pode ser responsável direto pelo insucesso do programa de controle biológico (HASSAN, 1997).

Capítulo 1 – Diferentes densidades de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) sobre pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)

(Baseado nas normas do periódico Neotropical Entomology)

RESUMO: A reprodução de parasitoides, em laboratório, depende de uma série de fatores que devem ser controlados. A densidade de parasitoides altera aspectos da biologia e comportamento desses inimigos naturais, especialmente para parasitoides gregários como *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle 1993 (Hymenoptera: Eulophidae). Esse estudo avaliou o desenvolvimento e reprodução *P. elaeisis* com diferentes densidades sobre pupas de *Diatraea saccharalis* Fabricius 1794 (Lepidoptera: Crambidae). Pupas de *D. saccharalis* com 48 horas de idade foram individualizadas e expostas ao parasitismo por um, nove, 18, 27, 36, 45, 54, 63, 72 ou 81 fêmeas de *P. elaeisis*, com 48 horas de idade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 10 repetições, sendo uma pupa do hospedeiro por repetição. A taxa de parasitismo foi de 80% na densidade 1:1 e 100% nas demais. O número de parasitoides não emergidos e a razão sexual não diferiram entre tratamentos. O ciclo de vida (ovo-adulto) aumentou com a densidade de parasitoides por pupa. O número de parasitoides emergidos por pupa diferiu entre as densidades do parasitoide, tendo aumentado até a densidade de 72:1. As densidades de fêmeas de *P. elaeisis* por pupa de *D. saccharalis* de 27:1, 36:1, 45:1, 54:1, 63:1 e 72:1, não diferiram, sendo satisfatórias para a reprodução desse inseto. No entanto, considera-se a densidade de 27:1 fêmeas por pupa a densidade adequada para reprodução massal desse parasitoide.

Palavra chaves: Criação massal, parasitoide de pupas, densidade de parasitoides, controle biológico

Different densities of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) on pupae of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae)

ABSTRACT: Reproduction of parasitoids in laboratory depends on many factors that must be controlled. The parasitoid density alters biological and behavioral aspects of these natural enemies, especially for gregarious parasitoids such as *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle 1993 (Hymenoptera: Eulophidae). This study evaluated the development and reproduction of *P. elaeisis* with different densities on *Diatraea saccharalis* Fabricius 1794 (Lepidoptera: Crambidae) pupae. Pupae of *D. saccharalis* with 48 hours of age were isolated and exposed to parasitism by one, nine, 18, 27, 36, 45, 54, 63, 72 or 81 females of *P. elaeisis* with 48 hours of age. There were ten replicates per set, being one host pupa per replicate. The parasitism rate was 80% in the density 1:1 and 100% in the others. The number of parasitoids emerged and sex ratio did not differ among treatments. The life cycle (egg to adult) length of the parasitoid expanded with higher densities of parasitoids per pupa. The number of parasitoids emerged per pupa differed among parasitoid densities and increased up to the density 72:1. The densities of *P. elaeisis* females for pupae of *D. saccharalis* 27:1, 36:1, 45:1, 54:1, 63:1 and 72:1, did not differ, and were considered adequated for reproduction of this insect. However, the density of 27:1 females per pupa was considered the most suitable for mass production of this parasitoid.

Keywords: Rearing mass, pupal parasitoid, parasitoid density, biological control

1. INTRODUÇÃO

O sucesso do parasitismo é uma ação complexa. O parasitoide precisa localizar, avaliar e superar a resposta imune do hospedeiro (BRODEUR; BOIVIN, 2004), dependendo da qualidade do mesmo. Fatores ligados ao hospedeiro, como tamanho, idade, sexo e estado nutricional, interferem na qualidade do parasitismo (BRODEUR; BOIVIN, 2004).

A criação de inimigos naturais com hospedeiros alternativos apresenta menores custos (PRATISSOLI et al., 2005; ZANUNCIO et al., 2008). *Palmistichus elaeisis* (Delvare e LaSalle 1993) (Hymenoptera: Eulophidae) foi relatado parasitando diferentes hospedeiros e com diversos hospedeiros alternativos usados para sua criação. Altos níveis de proteína, ciclo de vida curto, baixo custo de criação e aceitação de dietas artificiais definem o potencial de um hospedeiro alternativo (PEREIRA et al., 2010).

Diatraea saccharalis (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae) possui características que permitem sua utilização como hospedeiro alternativo para a produção massal de *P. elaeisis*, como alta suscetibilidade ao parasitismo. Sua importância para a cultura da cana-de-açúcar levou à geração de conhecimentos sobre sua técnica de criação, o Programa Nacional de Controle de *Diatraea* spp., iniciado na década de 70 e considerado o maior programa de controle biológico do mundo (GITAHY et al., 2007), criou um mercado de criação desse inseto e sua comercialização.

Vários imaturos podem coexistir em um único hospedeiro graças a um gene de tolerância que permite às larvas parasitoides compartilharem um hospedeiro sem competirem (BRODEUR; BOIVIN, 2004). No entanto, é necessário um tamanho mínimo de hospedeiro ou um número máximo de imaturos para o gene tolerante ser estável (GODFRAY, 1987) e para que a progênie não seja afetada pela densidade de parasitoides por hospedeiro (NETO et al., 2004). *Palmistichus elaeisis* é um parasitóide gregário, o que torna necessário definir a densidade ideal de suas fêmeas por pupa do hospedeiro para viabilizar sua produção (PEREIRA et al., 2010).

O sucesso do controle biológico com parasitóides depende de estudos básicos com o hospedeiro e métodos de criação (PRATISSOLI et al., 2005; PEREIRA et al., 2009). A densidade é uma etapa básica desse processo e, portanto, este trabalho teve como objetivo estudar a densidade mais adequada de *P. elaeisis* por pupa do hospedeiro *D. saccharalis*.

2. MATERIAL E METODOS

Palmistichus elaeisis foi originalmente coletado em pupas de *Euselasia eucerus* (Hewitson, 1872) (Lepidoptera: Riodinidae) em plantações de eucalipto no estado de São Paulo. Os insetos foram mantidos em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de comprimento) vedados com tecido tipo “voil” e alimentados com mel puro, para sua multiplicação e manutenção em pupas de *D. saccharalis* com 48 a 72 horas de idade, sendo oferecidas durante 72 horas a esse parasitoide. Após esse período, os parasitoides foram individualizados em tubos de vidro acondicionados em câmara climatizada à $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h até emergência dos adultos, seguindo metodologia de Zache et al. (2010) para criação de *Trichospilus diatreaeae* (Cherian e Margabandhu, 1942) (Hymenoptera: Eulophidae).

As pupas de *D. saccharalis* foram fornecidas pelo laboratório de Comércio de Agentes para Controle Biológico (CETMA) localizado em Lençóis Paulista, SP. Pupas de *D. saccharalis* com 48 horas de idade e peso de 130 mg foram utilizadas no experimento, sendo expostas ao parasitismo de fêmeas de *P. elaeisis*, com 48 horas de idade, alimentadas apenas com gotas de mel. Os tratamentos foram representados pelas diferentes densidades desse parasitoide por pupa de *D. saccharalis*: um, nove, 18, 27, 36, 45, 54, 63, 72 e 81 fêmeas de *P. elaeisis* por pupa de *D. saccharalis*, com 10 repetições em delineamento inteiramente casualizado. Essas pupas foram expostas a diferentes densidades do parasitoide durante 72 horas e retiradas e individualizadas em tubos de vidro em câmara climatizada à 25

$\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10 \%$ e fotofase de 12 h até emergência dos adultos. Quinze pupas não parasitadas foram mantidas com as mesmas condições para se determinar a mortalidade natural.

O ciclo de vida (ovo-adulto), taxa de parasitismo, número de parasitoides não emergidos, razão sexual ($rs = n.^{\circ} \text{♀}/\text{♂} + \text{♀}$), número de parasitoides emergidos por pupa e por fêmea foram avaliados. O sexo dos adultos foi determinado com base nos caracteres morfológicos de abdômen e antena (DELVARE; LASALLE, 1993). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis, ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

O ciclo de vida de *P elaeisis* variou entre 19 a 23 dias, sendo a maior média (22 dias) com a densidade 1:1 (parasitoide:pupa). Houve redução da duração do ciclo de vida com o aumento da densidade (Tabela 1). A taxa de parasitismo foi de 80% na densidade 1:1, e de 100% nas demais (Tabela 1).

Tabela 1. Parasitismo (%) e duração do ciclo ovo-adulto (dias) de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) nas diferentes densidades de parasitoides por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h).

Densidade		Duração ciclo ovo adulto ⁽¹⁾
Parasitoide/ pupa	Parasitismo (%) ⁽¹⁾	
1:1	80 a	22,0 d
9:1	100 a	22,0 d
18:1	100 a	21,1 c
27:1	100 a	20,7 c
36:1	100 a	20,2 b
45:1	100 a	20,8 b
54:1	100 a	19,5 a
63:1	100 a	19,5 a
72:1	100 a	19,5 a
81:1	100 a	19,5 a

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra por coluna não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$).

O número de indivíduos do parasitoide *P. elaeisis* foi semelhante com as diferentes densidades desse inimigo natural (Figura 1). A razão sexual de *P. elaeisis* não foi influenciada pelas densidades de parasitismo testadas, variando entre 0,93 a 0,95 nas densidades 27:1 e 1:1, respectivamente, sem relação entre aumento da proporção de fêmeas por hospedeiro (Tabela 2).

Tabela 2. Número de parasitoides não emergidos (NE) e razão sexual de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) nas diferentes densidades por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h).

Densidade Parasitoide/pupa	Parasitoides não emergidos (NE)	Razão Sexual(RS= n.º ♀ / n.º ♂ + n.º ♀)
1:1	1,85 a	0,95 a
9:1	1,70 a	0,95 a
18:1	1,30 a	0,94 a
27:1	1,80 a	0,93 a
36:1	2,40 a	0,94 a
45:1	1,60 a	0,93 a
54:1	1,70 a	0,94 a
63:1	1,00 a	0,94 a
72:1	1,30 a	0,94 a
81:1	2,10 a	0,93 a

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra por coluna não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$).

O aumento da densidade de fêmeas de *P. elaeisis* por pupa de *D. saccharalis* afetou o número de parasitoides emergidos, apresentando acréscimo até a densidade 72:1, e decréscimo na densidade 81:1(Figura 1).

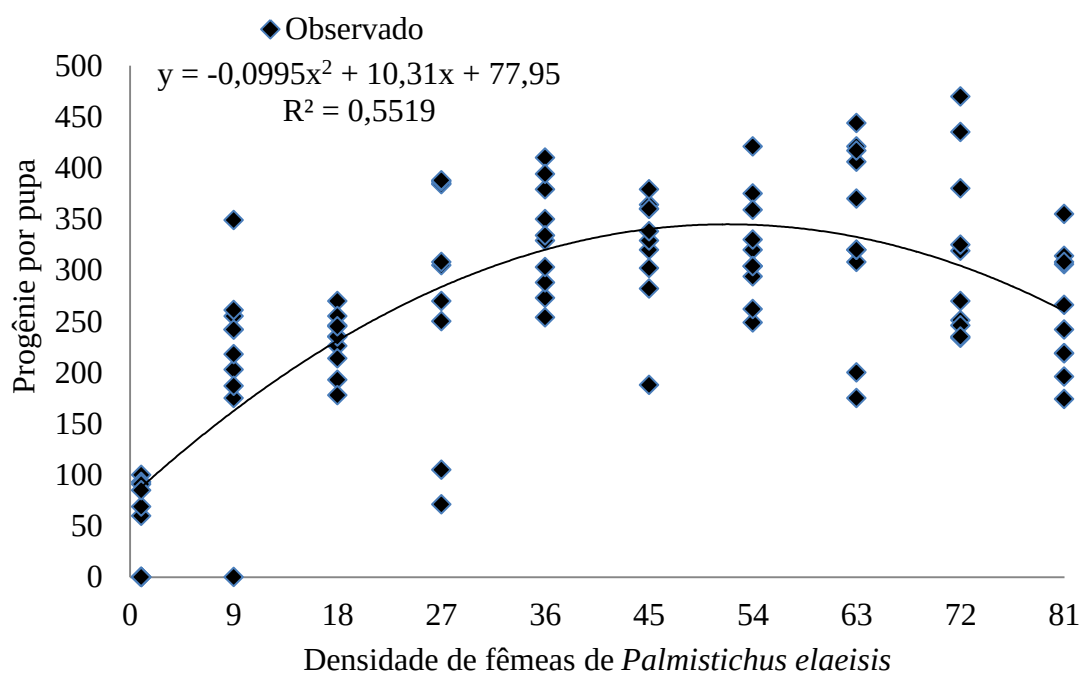


Figura 1. Progênie de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) nas diferentes densidades de parasitoides por pupa (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h).

O aumento da densidade de fêmeas de *P. elaeisis* por pupa de hospedeiro afetou a progênie por fêmea desse parasitoide, com maior valor na menor densidade (1:1) e menores valores a partir da densidade 45:1 (parasitoide:hospedeiro) (Figura 2).

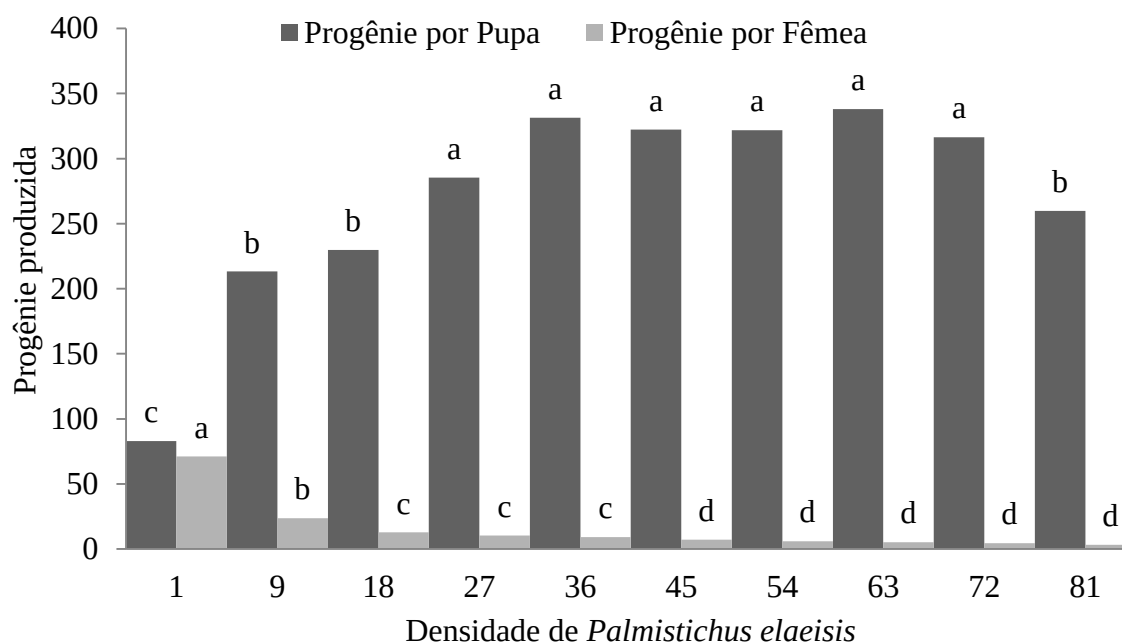


Figura 2. Progenie por pupa e por fêmeas de *Palmitischus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) nas densidades um, nove, 18, 27, 36, 45, 54, 63, 72 e 81 parasitoides por pupa. (Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h).

4. DISCUSSÃO

O menor ciclo de vida (ovo-adulto) com o aumento da proporção de parasitoides por pupa é semelhante ao encontrado para *P. elaeisis* com diferentes densidades sobre pupas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) (PEREIRA et al., 2010) e, para diferentes densidades de *Melittobia digitata* (Dahms) (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Neobellieria bullata* (Parker) (Diptera: Sarcophagidae) (SILVA-TORRES; MATTHEWS, 2003).

A redução na duração do ciclo total se deve a maior competição por nutrientes causada pelo aumento no número de imaturos por hospedeiro, resultado semelhante ao evidenciado por Bittencourt e Berti Filho (2004) e Torqueti Rodrigues et al., (2013), em *P. elaeisis* e *Trichospilus diatraeae*, respectivamente, com o aumento da temperatura.

A inexistência de resposta das diferentes densidades de *P. elaeisis* na porcentagem de parasitismo é semelhante ao encontrado por Sampaio (2001), quando não foi verificada variação na porcentagem de parasitismo de *Aphidius colemani* (Viereck, 1912) (Hymenoptera, Braconidae) em diferentes densidades sobre o hospedeiro *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae), indicando que esse hospedeiro não deve apresentar barreiras nutricionais ou fisiológicas para o desenvolvimento de *A. colemani*. Contudo, a taxa de parasitismo, com diferentes densidades de *P. elaeisis* por pupa de *B. mori* levanta as hipóteses de que esse hospedeiro apresenta mecanismos de defesa eficiente contra *P. elaeisis* e/ou a variação na progênie desse parasitoide é devido ao tamanho da pupa de *B. mori* em

relação ao seu hospedeiro natural *T. arnobia*, exigindo maior número de parasitoides para neutralizar o sistema imunológico da pupa.

A porcentagem de parasitismo semelhante em todas as densidades utilizadas, demonstrou que o hospedeiro alternativo *D. saccharalis* não deve apresentar barreiras nutricionais ou fisiológicas eficazes contra *P. elaeisis* ou que o menor tamanho das pupas de *D. saccharalis* em relação ao hospedeiro natural *T. arnobia* torna necessário menor número de parasitoides para quebrar a capacidade de defesa desse último hospedeiro.

A não diferença na razão sexual do parasitoide nas diferentes densidades de parasitoides por pupa de *D. saccharalis* é semelhante aos relatados para *P. elaeisis* com pupas de *D. saccharalis* (0,98) (BITTENCOURT; BERTI-FILHO, 1999) e para *P. elaeisis* sobre pupas de *B. mori* (0,93 a 0,97) (PEREIRA et al., 2010). O acréscimo ou decréscimo da densidade de parasitoides por pupa não foi correlacionado com a proporção de machos e fêmeas produzidos, mas afetou a largura da capsula cefalica e do corpo desse parasitoide (PEREIRA et al., 2010). Machos maiores podem apresentar maiores reservas, tendo maior capacidade de dispersão e cópula.

O número de indivíduos de *P. elaeisis* não-emergidos foi baixo comparado ao de emergidos e não foi afetado pelo aumento da densidade desse inimigo natural. No entanto, isso interferiu no número de parasitoides emergidos, com melhores valores nas densidades 27:1, 36:1, 45:1, 54:1, 63:1 e 72:1 e número médio máximo de indivíduos produzidos na densidade 63:1 (338,1).

As densidades 27:1, 36:1, 45:1, 54:1, 63:1 e 72:1 não diferiram em relação ao número de parasitoides emergidos. Segundo GROSMAN et al. (2008), um número adequado de parasitoides pode reduzir ou modificar o comportamento de defesa de seus hospedeiros, injetando toxinas durante a oviposição para superar a resposta imune (SCHMID-HEMPEL, 2005). Nesse sentido, as densidades 27:1, 36:1, 45:1, 54:1, 63:1 e 72:1 foram satisfatórias para a neutralização dos mecanismos de defesa do hospedeiro, sendo a densidade de 27:1 a mais adequada, pois exige número menor de insetos.

O declínio do número de parasitoides emergidos na densidade 81:1 mostrou que o excesso de toxinas injetadas e a alta competição por alimento no interior do hospedeiro pode inviabilizar o hospedeiro. Isto ocorre devido à maior probabilidade do

número elevado de fêmeas de *P. elaeisis* por pupa matar o hospedeiro antes do desenvolvimento de seus imaturos (PEREIRA et al., 2010).

O parasitismo de 100% nas densidades acima de 1:1 e a menor duração no ciclo nas densidades mais altas podem ser justificados pela ocorrência de superparasitismo. Segundo BRODEUR; BOIVIN (2004), a aceitação do primeiro hospedeiro é mais vantajoso quando a probabilidade da fêmea do parasitoide encontrar outro hospedeiro é menor que a de ganhar a competição por nutrientes com o primeiro ocupante.

Evidências de superparasitismo de *P. elaeisis* foram relatadas em pupas de *Thyrinteina arnobia* (Stoll 1784) (Lepidoptera: Geometridae) (SOARES et al., 2009). Os resultados encontrados nesse trabalho indicam a ocorrência de superparasitismo, que pode ser uma estratégia adaptativa de parasitóides e, em algumas situações, pode ser vantajosa (BRODEUR; BOIVIN, 2004). O parasitismo de hospedeiros recentemente parasitados com defesas imunes enfraquecidas aumenta as chances de sucesso (KHAFAGI; HEGAZI, 2008).

5. CONCLUSÃO

A criação massal de *P. elaeisis* é viável com pupas de *D. saccharalis*, sendo a densidade mais adequada de 27:1 parasitoide:hospedeiro, respectivamente.

6. REFERÊNCIAS

Bittencourt MAL, Berti Filho E (1999) Preferência de *Palmistichus elaeisis* por pupas de diferentes lepidópteros pragas. *Scientia Agric* 56: 1281-1283.

Bittencourt MAL, Berti Filho E (2004) Exigências térmicas para o desenvolvimento de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de cinco espécies de lepidópteros. *Iheringia Ser Zool* 94: 321-323.

Brodeur J, Boivin G (2004) Functional ecology of immature parasitoids. *Annual Review of Entomology*. 49:27-49.

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

Gitahy PD, DE Souza MT, Monnerat RG, Arrigoni ED, Baldani JI (2007) A Brazilian *Bacillus thuringiensis* strain highly active to sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera : Crambidae). *Brazilian Journal of Microbiology*. 38:531-53.

Godfray HCJ (1987) The evolution of clutch size in parasitic wasps. *American Naturalist*. 129:221-233.

Grosman AH, Janssen A, DE Brito EF, Cordeiro EG, Colares F, Fonseca JO, Lima ER, Pallini A, Sabelis MW (2008) Parasitoid increases survival of its pupae by inducing hosts to fight predators. *Plos One*. 3.

Khafagi WE, Hegazi EM (2008) Does superparasitism improve host suitability for parasitoid development? A case study in the *Microplitis rufiventris* - *Spodoptera littoralis* system. *Biocontrol*. 53:427-438.

Neto FDC, Cruz I, Zanuncio JC, Silva CHO, Picanco MC (2004) Parasitism by *Campoletis flavicincta* on *Spodoptera frugiperda* in corn. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 39:1077-1081.

Pereira FF, Zanuncio JC, Serrao JE, Pastori PL, Ramalho FS (2009) Reproductive performance of *Palmistichus elaeisis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) with previously refrigerated pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). *Brazilian Journal of Biology*. 69: 865-869.

Pereira FF, Zanuncio JC, Serrao JE, Zanuncio TV, Pratisoli D, Pastori PL (2010) 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 Ciencias*. 82:323-331.

Pratisoli D, Zanuncio JC, Vianna UR, Andrade JS, Pinon TBM, Andrade GS (2005) 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*. 48:523-529.

Schmid-Hempel P (2005) Evolutionary ecology of insect immune defenses. *Annual Review of Entomology*. 50:529-551.

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

Torquet I, Rodrigues MA, Pereira FF, Kassab SO, Pastori L, Glaeser DF, DE Oliveira HN, Zanuncio JC (2013) Thermal requirements and generation estimates of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) in sugarcane producing regions of Brazil. *Florida Entomologist*. 96:154-159.

Zache B, Wilcken CF, Dacosta RR, Soliman EP (2010) *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), a new parasitoid of *Melanolophia consimilaria* (Lepidoptera: Geometridae). *Phytoparasitica*. 38:355-357.

Zanuncio JC, Pereira FF, Jacques GC, Tavares MT, Serrao JE (2008) *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera : Tenebrionidae), a new alternative host to rear the pupae parasitoid *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera : Eulophidae). *Coleopterists Bulletin*. 62:64-66.

Capítulo 2 – Influência da idade do parasitoide *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) e do hospedeiro *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) no parasitismo

(Baseado nas normas do periódico Neotropical Entomology)

RESUMO: A idade é um dos principais fatores que afetam o parasitismo, ciclo de vida e progênie de parasitoides e, por isto, deve ser controlada para o sucesso da criação massal. O objetivo desse estudo foi determinar as faixas ideais de idades de parasitoide e hospedeiro para a produção de *Palmistichus elaeisis* (Delvare; LaSalle, 1993) (Hymenoptera: Eulophidae) sobre *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1974) (Lepidoptera: Crambidae). Pupas de *D. saccharalis* com 24, 48, 72, 96 e 120 horas de idade foram individualizadas e expostas ao parasitismo por *P. elaeisis* com 24, 48, 72, 96 e 120 horas de idade, com cada idade de hospedeiro oferecida a cada idade do parasitoide. A idade do parasitoide e do hospedeiro não afetou a taxa de parasitismo, porcentagem de emergência, número de imaturos mortos e a razão sexual, essa última considerada alta, o que é desejável para parasitoides gregários como *P. elaeisis*. A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) desse parasitoide foi maior com pupas de 24 horas, indicando dificuldades de *P. elaeisis* de se desenvolver em pupas recém formadas. A idade do parasitoide não afetou seu ciclo de vida, mas a idade do hospedeiro e desse inimigo natural afetou o número de parasitoides emergidos, com melhores valores nas idades de 48 a 96 horas para *D. saccharalis* e de 96 horas para *P. elaeisis*.

Palavras chaves: Parasitoide de pupas, idade de hospedeiro, idade de parasitoide, criação massal

Influence of age of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) in parasitism

ABSTRACT: Age is a major factor that affects parasitism, life cycle and progeny of parasitoids and, therefore, must be controlled for successful mass rearing. The aim of this study was to determine the ideal age ranges of parasitoid and host for the production of *Palmistichus elaeisis* (Delvare and LaSalle, 1993) (Hymenoptera: Eulophidae) on *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae). Pupae of *D. saccharalis* with 24, 48, 72, 96 and 120 hours of age were isolated and exposed to parasitism by *P. elaeisis* with 24, 48, 72, 96 and 120 hours of age, with each age host offered every age of the parasitoid. The age of parasitoid and host did not affect the parasitism rate, parasitoid emergence, number of dead immatures and sex ratio, this one considered high, which is desirable for gregarious parasitoids as *P. elaeisis*. The parasitoid life cycle (egg to adult) was longer with pupae with 24 hours of age, indicating difficulties of *P. elaeisis* to develop in recently formed pupae. The parasitoid age did not affect its life cycle, but the age of the host age and its natural enemy has affected the number of emerged parasitoids, with better values at ages from 48 to 96 hours for *D. saccharalis* and 96 hours for *P. elaeisis*.

Keywords: pupal parasitoid, host age, parasitoid age, mass rearing

1. INTRODUÇÃO

Parasitoides são encontrados nas ordens Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Trichoptera, destacando-se a Hymenoptera pelo número e diversidade de formas de parasitismo, sendo responsável por 20% das espécies da classe Insecta (PENNACCHIO; STRAND, 2006).

Palmistichus elaeisis Delvare; LaSalle 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) foi relatado em mais de 20 espécies de diferentes ordens como *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) (ZANUNCIO et al., 2008), *Musca domestica* Linnaeus, 1758 (Diptera: Muscidae) (ZACHÉ et al., 2013) e de diversas famílias de Lepidoptera, como Arctiidae (Delvare; LaSalle 1993), Geometridae (BITTENCOURT; BERTI FILHO 1999; PEREIRA et al., 2008) e Lymantriidae (ZACHÉ et al., 2012). *Palmistichus elaeisis* se desenvolve em diferentes hospedeiros, o que pode estar relacionado à sua capacidade de supressão da resposta imune com a inoculação de substâncias imunomoduladoras presentes no ovário deste parasitóides (ANDRADE et al., 2010).

O hábito polífago caracteriza *P. elaeisis* como agente promissor no controle biológico (PEREIRA et al., 2008), pois surtos populacionais de lepidópteros desfolhadores são, geralmente, compostos por mais de uma espécie-praga (ZANUNCIO et al., 2003).

O sucesso do controle biológico aplicado depende da criação de inimigos naturais (PRATISSOLI et al., 2005). Fatores como o tamanho, idade, sexo e estado

nutricional do hospedeiro (BRODEUR; BOIVIN, 2004), além da idade do parasitoide (REZNIK; VAGHINA, 2007) podem afetar o parasitismo. A emergência da progênie de *P. elaeisis* parasitando pupas de *Bombyx mori* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Bombycidae) variou com a idade de fêmeas desse parasitoide (PEREIRA et al., 2009).

Hospedeiros podem continuar o desenvolvimento por um determinado período após serem parasitados (WYCKHUYS et al., 2008) e, por isto, fêmeas parasitoides precisam encontrar aqueles mais adequados para sua prole (HENRY et al., 2005). Imaturos desses inimigos naturais podem se desenvolver com sucesso em várias fases dos hospedeiros (BRODEUR; BOIVIN, 2004), mas as hospedeiras de suas espécies escolhem determinados tamanhos ou estágios (CHAU; MACKAUER, 2000), para uma melhor eficiência de parasitismo e desenvolvimento de seus descendentes.

A susceptibilidade de *Diatraea saccharalis* Fabricius 1794 (Lepidoptera: Crambidae) a *P. elaeisis* possibilita a criação desse parasitoide com esse hospedeiro alternativo (BITTENCOURT E BERTI FILHO 1999). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a reprodução de *P. elaeisis* com pupas de *D. saccharalis*, tendo-se parasitoide e hospedeiro com diferentes idades.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Indivíduos de *Palmistichus elaeisis* utilizados foram obtidos de pupas de *Euselasia eucerus* Hewitson, 1872 (Lepidoptera: Riodinidae) coletadas em plantios de eucalipto no estado de São Paulo. Esse parasitoide foi mantido em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de comprimento) vedados com tecido tipo “voil” e alimentados com mel puro. Pupas de *D. saccharalis* com 48 a 72 horas de idade foram utilizadas para o parasitismo, multiplicação e manutenção de *P. elaeisis*. Após 72 horas de contato com os parasitoides, as pupas foram individualizadas em tubos de vidro em câmara climatizada à temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h até emergência dos adultos, metodologia semelhante à utilizada para criação de *Trichospilus diatraeae* Cherian e Margabandhu (ZACHÉ et al., 2010).

As pupas de *D. saccharalis* foram fornecidas pelo laboratório de Comércio de Agentes para Controle Biológico (CETMA) localizado em Lençóis Paulista, SP. As pupas utilizadas foram selecionadas com peso médio de 130 mg, individualizadas e expostas ao parasitismo por 36 fêmeas de *P. elaeisis* alimentadas previamente com gotas de mel puro. Os tratamentos foram representados pelas diferentes relações de idades entre parasitoide e hospedeiro com fêmeas de *P. elaeisis* e pupas de *D. Saccharalis*, com idades de 24, 48, 72, 96 e 120 horas, oferecidas todas as idades do hospedeiro e do parasitoide.

As pupas de *D. saccharalis* foram expostas ao parasitismo nas diferentes idades durante 72 horas e, após esse período, individualizadas em tubos de vidro em

câmara climatizada à temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h até emergência dos adultos. Quinze pupas não parasitadas foram mantidas nas mesmas condições para se determinar a mortalidade natural desse hospedeiro.

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto), a taxa de parasitismo, o número de parasitoides emergidos e não emergidos e a razão sexual ($rs = n.^{\circ} \text{♀}/\text{♂} + \text{♀}$) de *P. elais* foram avaliados. O sexo dos adultos desse inimigo natural foi determinado baseado nos caracteres morfológicos do abdômen e antena dos mesmos (DELVARE; LASALLE, 1993). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

O parasitismo por fêmeas de *P. elaeisis*, de todas as idades, e a emergência desses parasitoide foi de 100%, sem efeito de sua idade ou de seu hospedeiro nesse parâmetro.

A razão sexual de *P. elaeisis* foi semelhante com todas as idades testadas e considerada alta, variando entre 0,92 a 0,98. O número de parasitoides não emergidos foi reduzido, sem diferenças entre idades da pupa hospedeira e do parasitoide.

A idade do parasitoide não afetou a duração de seu ciclo de vida (ovo-adulto), mas a do hospedeiro foi afetada por esse fator (Figura 1) e, por isto, esse parâmetro foi analisado por regressão apenas em relação à idade do hospedeiro (Figura 2).

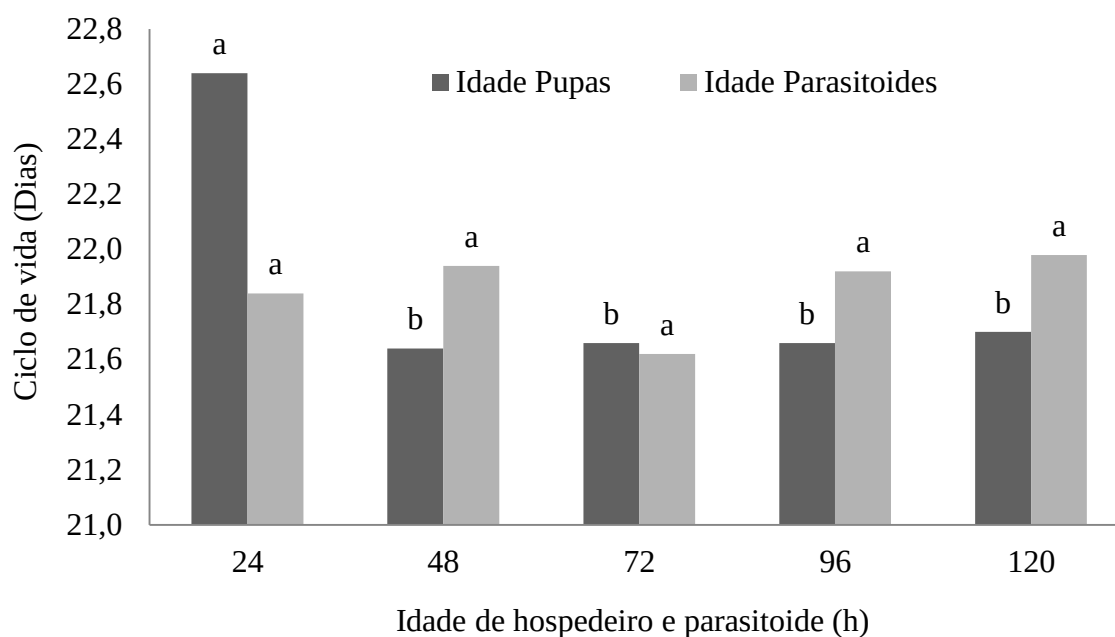


Figura 1. Duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) de diferentes idades em pupas do hospedeiro *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) de diferentes idades (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h).

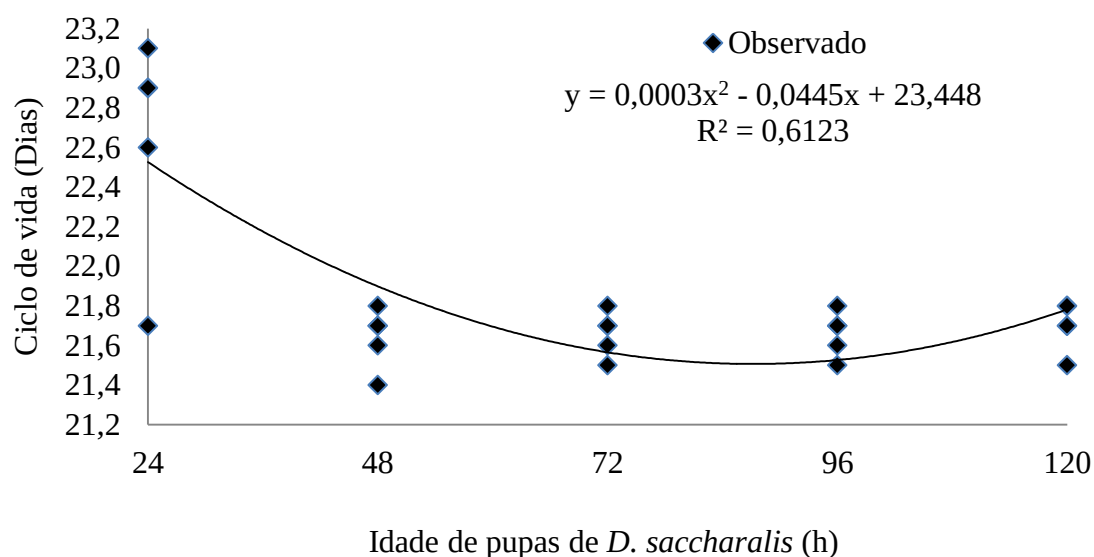


Figura 2. Duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) com pupas do hospedeiro *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) com diferentes idades (temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h).

A progênie de *P. elaeisis* foi maior (Figura 3) com pupas de *D. saccharalis* com 48 a 96 horas e fêmeas desse parasitoide com 96 horas.

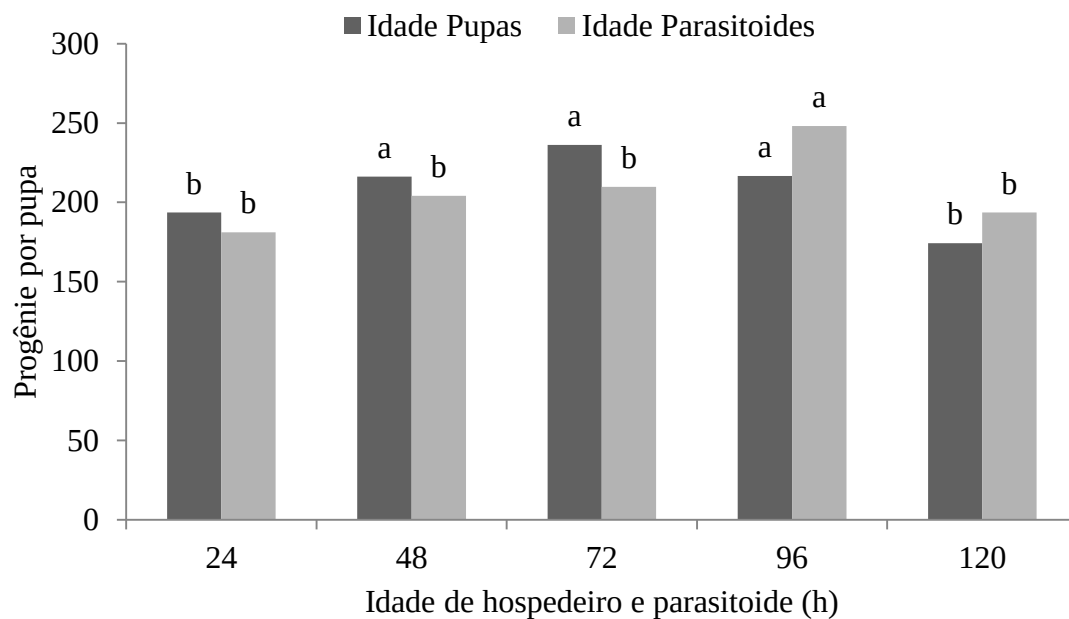


Figura 3. Progênie de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) com pupas do hospedeiro *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) e fêmeas desse parasitoide com 24, 48, 72, 96 e 120 horas (Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h).

4. DISCUSSÃO

A porcentagem de parasitismo e emergência de *P. elaeisis* com pupas de *D. saccharalis* foram semelhantes entre os tratamentos, concordando com o relatado para esse parasitoide, sendo de 100% de parasitismo, com pupas desse hospedeiro (BITTENCOURT e BERTI FILHO, 1999).

O desenvolvimento de *P. elaeisis* em hospedeiros com diferentes idades sugere capacidade de supressão de resposta imune por substâncias imunomoduladoras de seu ovário colocadas no hospedeiro durante a oviposição (ANDRADE et al., 2010). Isto pode favorecer o parasitismo e a emergência da progênie de fêmeas desse parasitoide com pupas de hospedeiros de idades variáveis.

A razão sexual semelhante entre tratamentos e com valores elevados concorda com o relatado para esse parasitoide com *P. elaeisis* de diferentes idades em pupas de *B. mori* de diferentes idades (PEREIRA et al. 2009). Uma maior proporção de fêmeas representa aspecto evolutivo na reprodução de parasitoides, pois a próxima geração depende delas (AMALIN et al., 2005), o que indica elevada possibilidade de sucesso do uso de *P. elaeisis* no controle biológico.

O reduzido número de parasitoides não emergidos e com valores semelhantes nas diferentes idades do parasitoide e hospedeiro indica que *P. elaeisis* pode ter reduzido o número de granulócitos de pupas de *D. saccharalis* como relatado para esse parasitoide em pupas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner 1818 (Lepidoptera: Noctuidae)

(ANDRADE et al., 2010). A supressão de hemócitos circulantes na hemolinfa reduz as taxas de encapsulamento em pupas de *A. gemmatalis* parasitadas, reduzindo as defesas do hospedeiro contra parasitoides como *P. elaeisis* e *T. diatraeae*, o que evitaria a formação de parasitóides imaturos (ANDRADE et al., 2010).

A duração semelhante do ciclo de vida de *P. elaeisis* com fêmeas de diferentes idades desse parasitoide é semelhante ao descrito para esse parasitoide em pupas de *B. mori*, ambos com diferentes idades (PEREIRA et al. 2009). Isto se deve ao fato de fêmeas desse parasitoide ovipositarem número semelhante de ovos por pupa do hospedeiro, independentemente de sua idade (PEREIRA et al. 2009).

O aumento da duração do ciclo de vida de *P. elaeisis* em pupas de *D. saccharalis* com 24 horas demonstra maior impacto da resposta imune do hospedeiro e menor suscetibilidade ao parasitismo (PEREIRA et al., 2009).

A variação da progênie e da duração do ciclo de vida se deve ao estágio de desenvolvimento do hospedeiro, que afeta imaturos de parasitoides devido a variações na qualidade e quantidade de recursos (SEQUEIRA; MACKAUER, 1992a), dos quais imaturos de himenópteros parasitóides são totalmente dependentes (SEQUEIRA; MACKAUER, 1992b).

Menor período de vida de *P. elaeisis*, mostrado pela curva de regressão, (Figura 2), nas idades de 48 a 96 horas e a tendência de aumento com pupas de 120 horas pode indicar que o desenvolvimento dos tecidos do hospedeiro dificultou o sucesso de desenvolvimento dos imaturos desse parasitoide. Portanto, pupas de *D. saccharalis* com 48 a 96 horas de idade são mais adequadas para o desenvolvimento de *P. elaeisis*.

A variação da progênie de *P. elaeisis* com a idade desse parasitoide e do hospedeiro, com melhor idade do parasitoide de 96 horas, e o efeito da idade do parasitoide sobre a capacidade de parasitismo tem sido registrado para outros parasitóides (HONDA; KAINOH, 1998). Esses resultados são semelhantes aos obtidos com *Cotesia marginiventris* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae), com idade ótima de parasitismo de pupas de *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) com 48 a 96 horas (RAJAPAKSE et al., 1992).

A maior progênie de *P. elaeisis* com 96 horas é coerente com o fato de parasitoides apresentarem períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição (PEREIRA

et al., 2009). *Palmistichus elaeisis* com 96 horas apresentaria estágio mais adequado para a oviposição, pois indivíduos mais novos não estariam maduros para o parasitismo e aqueles mais velhos poderiam ter menos reservas para realizar o parasitismo (AMALIN et al., 2005).

A maior progênie de *P. elaeisis* em pupas de *D. saccharalis* com 48 a 96 horas mostra melhor qualidade nutricional desse hospedeiro para imaturos de *P. elaeisis*. A menor progênie desse parasitoide nas idades de 24 e 120 horas são coerentes com o aumento da duração do ciclo de vida desse parasitoide nessas idades. Com 24 horas, o hospedeiro pode apresentar resposta imune elevada contra organismos invasores, mais o gasto energético para manutenção desse sistema é elevado (SADD; SCHMID-HEMPEL, 2009). Por isto, a redução da resposta imune ao longo do tempo é inevitável, tornando o hospedeiro mais suscetível ao parasitoide, como evidenciado com pupas de *D. saccharalis* com 48 a 96 horas.

A redução da progênie de *P. elaeisis* em pupas de *D. saccharalis* com 120 horas de idade deve-se, provavelmente ao fato dessas pupas estarem em etapa avançada de diferenciação e mudanças fisiológicas e morfológicas (CHAPMAN 1998), como relatado para esse parasitoide com pupas de *B. mori* com 24, 72 e 96 horas (PEREIRA et al., 2008).

Esses resultados auxiliam no aumento da produção de adultos de *P. elaeisis*, permitindo maior sucesso na criação massal desse parasitoide em programas de controle biológico.

5. CONCLUSÕES

A duração do ciclo de vida do parasitoide não é afetada pela idade do hospedeiro.

A progênie de *P. elaeisis* em pupas de *D. saccharalis* foi maior com fêmeas desse parasitoide com 96 horas e pupas desse hospedeiro com idade entre 48 a 96 horas.

6. REFERÊNCIAS

Amalin DM, Pena JE, & Duncan RE, (2005) Effects of host age, female parasitoid age, and host plant on parasitism of *Ceratogramma etiennei* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Florida Entomologist, 88, 77-82.

Andrade GS, Serrao JE, Zanuncio, JC, Zanuncio TV, Demolin Leite GL, & Polanczyk RA, (2010) Immunity of an Alternative Host Can Be Overcome by Higher Densities of Its Parasitoids *Palmistichus elaeisis* and *Trichospilus diatraeae*. Plos One, 5.

Bittencourt MAL, Berti Filho E (1999). Preferência de *Palmistichus elaeisis* por pupas de diferentes lepidópteros pragas. Scientia Agric 56: 1281-1283.

Brodeur J, & Boivin G (2004) Functional ecology of immature parasitoids. Annual Review of Entomology, 49, 27-49.

Chau A, & Mackauer M (2000) Host-instar selection in the aphid parasitoid *Monoctonus paulensis* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae): a preference for small pea aphids. European Journal of Entomology, 97, 347-353.

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

He XZ, Wang Q, Teulon DAJ (2005) Host stage preference and reproductive fitness of *Aphidius eadyi* (Hymenoptera : Aphidiidae) on *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera : Aphididae). New Zealand Journal of Agricultural Research, 48, 157-163.

Henry LM, Gillespie DR, & Roitberg BD (2005) Does mother really know best? Oviposition preference reduces reproductive performance in the generalist parasitoid *Aphidius ervi*. *Entomologia Experimentalis Applicata*, 116, 167-174.

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

Pennacchio F & Strand MR (2006) Evolution of developmental strategies in parasitic Hymenoptera. *Annual Review of Entomology*, 51, 233-258.

Pereira FF, Zanuncio JC, Serrao JE, Oliveira HN, Favero K, & Grance ELV (2009) Progeny of *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) parasitising pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) of different ages. *Neotropical Entomology*, 38:660-664.

Pereira FF, Zanuncio TV, Zanuncio JC, Pratisoli D, & Tavares MT (2008) Species of Lepidoptera defoliators of Eucalyptus as new host for the parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera : Eulophidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51:259-262.

Pratisoli D, Zanuncio JC, Vianna UR, Andrade JS, Pinon TBM, & Andrade GS (2005) 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*, 48, 523-529.

Rajapakse RHS, Waddill VH, & Ashley TR (1992) 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*, 13, 87-94.

Reznik SY, & Vaghina NP (2007) Effect of photoperiod on parasitization by *Trichogramma principium* (Hymenoptera : Trichogrammatidae). *European Journal of Entomology*, 104, 705-713.

Sadd BM & Schmid-Hempel P (2009) Principles of ecological immunology. *Evolutionary Applications*, 2, 113-121.

Sequeira R & Mackauer M (1992a) Covariance of adult size and development time in the parasitoid wasp *Aphidius ervi* in relation to the size of its host, *Acyrtosiphon pisum*. *Evolutionary Ecology*, 6, 34-44.

Sequeira R. & Mackauer M. (1992b) Nutritional ecology of an insect host parasitoid association - the pea aphid *Aphidius ervi* system. *Ecology*, 73, 183-189.

Wyckhuys KAG, Stone L, Desneux N, Hoelmer KA, Hopper KR, & HEIMPEL GE (2008) Parasitism of the soybean aphid, *Aphis glycines* by *Binodoxys communis*: the role of aphid defensive behaviour and parasitoid reproductive performance. *Bulletin of Entomological Research*, 98, 361-370.

Zaché B, Wilcken CF, Dacosta RR, & Soliman EP (2010) *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (Hymenoptera: Eulophidae), a new parasitoid of *Melanolophia consimilaria* (Lepidoptera: Geometridae). *Phytoparasitica*, 38: 355-357.

Zaché B, Zaché RRC, Souza NM, Dal Pogetto MHFA, Wilcken CF (2012) Evaluation of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as parasitoid of the eucalyptus defoliator *Eupseudosoma aberrans* Schaus, 1905 (Lepidoptera: Arctiidae). *Biocontrol Science and Technology* 22:363-366.

Zaché B; Zaché RRC, Candelaria MC, Wilcken CF (2013) *Musca domestica* as a host for mass rearing of parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Agrociencia Uruguay*, V 17 1:104-106

Zanuncio JC, Pereira FF, Jacques GC, Tavares MT, & Serrao JE (2008) *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera : Tenebrionidae), a new alternative host to rear the pupae parasitoid *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera : Eulophidae). *Coleopterists Bulletin*, 62:64-66.

Zanuncio JC, Zanuncio TV, DE Freitas FA, & Pratisoli D (2003) Population density of Lepidoptera in a plantation of *Eucalyptus urophylla* in the state of Minas Gerais, Brazil. *Animal Biology*, 53, 17-26.

Capítulo 3 – Dispersão e parasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiro alternativo em plantações de eucalipto

(Baseado nas normas do periódico Neotropical Entomology)

RESUMO: O conhecimento da dinâmica de dispersão de parasitoides no campo é essencial para o controle biológico. O objetivo desse estudo foi avaliar a dispersão de *Palmistichus elaeisis* (Delvare; Lasalle 1993) (Hymenoptera: Eulophidae) em campo e seu parasitismo em hospedeiro alternativo em plantios de eucalipto. Cem mil indivíduos desse parasitoide, criados em laboratório, foram liberados no centro da área de avaliação, formada pela disposição de pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae) e armadilhas amarelas (armadilhas) colocadas alternadamente em seis distâncias nas direções norte, nordeste, leste, sudeste, sul, sudoeste, oeste e noroeste. As pupas do hospedeiro e as armadilhas foram recolhidas após sete dias. Um total de 56% das pupas de *D. saccharalis* foi parasitado por *P. elaeisis*, com o índice de parasitismo diminuindo com o aumento da distância do ponto de liberação. O número de indivíduos desse parasitoide nas armadilhas amarelas também diminuiu com aumento da distância. O parasitismo e dispersão *P. elaeisis* foram semelhantes nas direções cardeais e colaterais, mas esses parâmetros variaram com a altura, com 59,3% parasitismo na maior altura e 40,7% na menor. Fêmeas de *P. elaeisis* se dispersam e parasitam a até 80 metros do ponto de liberação em plantações de eucalipto.

Palavras-chave: Dispersão, Eulophidae, parasitoide de pupas, *Eucalyptus*, controle biológico

Dispersal and parasitism of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) on alternative host in eucalypt plantations

ABSTRACT: Understanding the dispersion dynamics of parasitoids in the field is essential for biological control. The aim of this study was to evaluate the dispersion of *Palmistichus elaeisis* (Delvare; LaSalle 1993) (Hymenoptera: Eulophidae) in the field and its parasitism on alternative hosts in eucalyptus plantations. A hundred thousand individuals of this parasitoid were released in the center of the assessment area, formed by positioning pupae of *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae) and yellow sticky traps arranged alternately in six distances in two different heights in the directions North, Northeast, East, Southeast, South, Southwest, West and Northwest. The pupae and traps were collected after seven days. A total of 56% of the pupae of *D. saccharalis* were parasitized by *P. elaeisis* with the parasitism rate decreasing with increasing distance from the release point. The number of parasitoid individuals in yellow sticky traps also decreased with increasing distance. Parasitism and dispersal of *P. elaeisis* were similar in the cardinal directions and side effects, but these parameters varied with time, with 59.3% parasitism in higher height and 40.7 % in lower height. Females of *P. elaeisis* disperse and parasitize up to 80 meters from the release point.

Keywords: Dispersion, Eulophidae, pupal parasitoid, *Eucalyptus*, biological control

1. INTRODUÇÃO:

O eucalipto apresenta grande importância econômica para o Brasil e seu cultivo pode reduzir significativamente a destruição de florestas nativas (ZANUNCIO et al., 2010). Entretanto, as plantações de eucalipto são afetadas por várias pragas ao longo de seu desenvolvimento, sendo os lepidópteros desfolhadores considerados pragas-chave para essa cultura (ZANUNCIO et al., 2009). O controle desse grupo de pragas é baseado na aplicação de *Bacillus thuringiensis* e no controle biológico aplicado, com uso de predadores e parasitoides.

O parasitoide *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) apresenta hábito polífago, sendo extremamente promissor em programas de manejo integrado de lagartas desfolhadoras (PEREIRA et al., 2009). *Palmistichus elaeisis* tem sido criado em hospedeiros alternativos com ampla progênie, atingindo até 550 indivíduos por pupa de *Bombyx mori* Linnaeus (Lepidoptera: Bombycidae) (PEREIRA et al., 2009).

A dispersão é essencial na dinâmica populacional dos insetos (STEIN et al., 1994). O conhecimento da mobilidade e dispersão de parasitoides é essencial para o controle biológico, (ZAPPALA et al., 2012), podendo ser uma alternativa ao uso de inseticidas (HEGAZI et al., 2012).

A dispersão dos inimigos naturais apresenta grande influência no controle biológico (HOUGARDY; MILLS, 2006), tornando-se necessário conhecer fatores como hospedeiros, condições climáticas, números de insetos liberados, densidade da praga,

época, número de liberações e fenologia da planta, que podem afetar a dispersão de inimigos naturais (STEINBAUER et al., 2006; CHAPMAN et al., 2009).

A distribuição de inimigos naturais é importante para o controle biológico, mas isto tem sido pouco estudado para parasitoides, principalmente pela dificuldade de se medir esse parâmetro para insetos pequenos (TABONE et al., 2010).

A dinâmica de *P. elaeisis* em campo ou semi-campo é ainda pouco estudada (PEREIRA et al., 2010). Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a dispersão e taxa de parasitismo desse inimigo natural em plantios de eucalipto.

2. MATERIAL E MTODOS

O experimento foi conduzido em plantios clonais de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com três anos de idade e espaçamento 2x3 m, localizada em Lençóis Paulista, SP (Figura 1). Os dados meteorológicos foram obtidos da estação experimental dessa fazenda.

Os indivíduos de *Palmistichus elaeisis* (Delvare; LaSalle 1993) (Hymenoptera: Eulophidae) foram liberados em duas áreas distantes 2 km entre si (Figura 1). Armadilhas amarelas foram colocadas nas áreas antes da instalação dos experimentos para se determinar ou não a presença do parasitoide *P. elaeisis*.

Pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius 1794) (Lepidoptera: Crambidae) foram fornecidas pelo laboratório de Comércio de Agentes para Controle Biológico (CETMA) localizado em Lençóis Paulista, SP. O parasitoide *P. elaeisis* foi obtido de criação estoque em condições controladas (temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h) do Laboratório de Controle Biológico de Pragas Florestais da FCA/UNESP – Campus de Botucatu.

Quarenta e oito pontos foram marcados em cada área experimental nas direções: norte, nordeste, leste, sudeste, sul, sudoeste, oeste e noroeste, com seis pontos por direção e distância de aproximadamente 13,5 m entre pontos, formando seis círculos com distâncias de: 13,5, 27,0, 40,5, 54,0, 67,5, e 80 m do centro de liberação dos parasitoides. Duas pupas de *D. diatraea* ou duas armadilhas amarelas foram colocadas por ponto de avaliação a 0,5 e 2,0 m de altura. A porcentagem de parasitismo e a dispersão de *P. elaeisis* foram

avaliadas com pupas de *D. saccharalis* e armadilhas amarelas, respectivamente, intercalando-se pupas e armadilha em cada ponto das direções (Figura 2).



Figura 1. Locais de liberação dos parasitoides. Mapa da Fazenda Penha, Lençóis Paulista, SP.

* Imagem obtida através do Google Earth 15/05/2013.

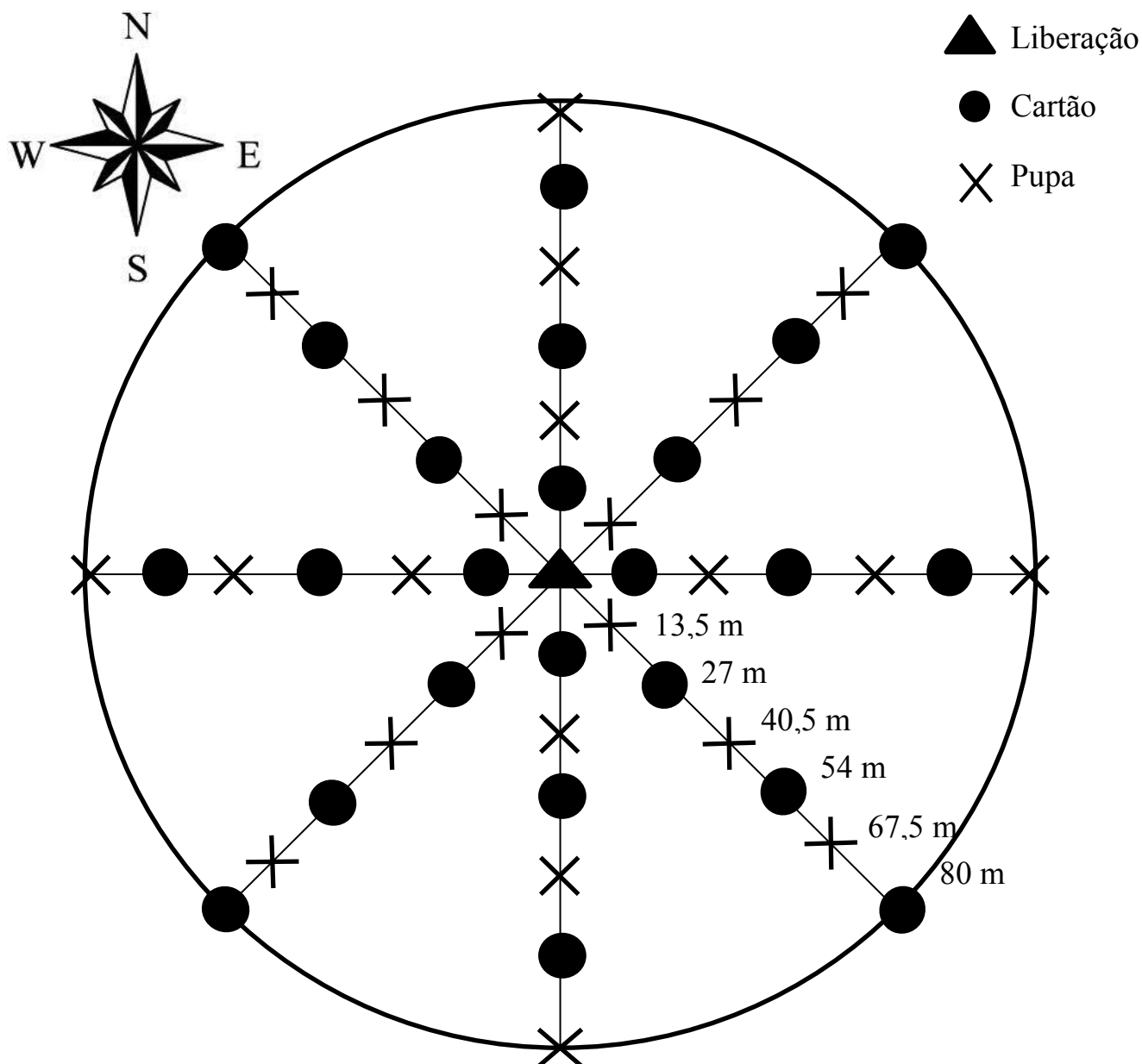


Figura 2. Distribuição dos pontos de avaliação em plantio de eucalipto com diferentes distâncias do ponto central de liberação de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). Lençóis Paulista, SP. Maio de 2013.

Um total de 100 mil parasitoides com 48 horas de idade e criados em condições controladas de temperatura ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$), UR ($70 \pm 10\%$), e fotofase (12 h) foram alimentados com mel puro e liberados a altura de 1,5m no centro de cada área. Pupas de *D.*

saccharalis, com 48 horas de idade foram acondicionadas em embalagens de tecido do tipo filó. Pupas e armadilhas amarelas foram colocados na área no mesmo dia de liberação de *P. elaeisis* (Figura 3).



Figura 3. Armadilhas amarelas dispostas a 0,5 e 2,0 metros (A). Embalagens de tecido tipo filó dispostas a 0,5 e 2,0 metros (B). Instalação das direções na área experimental (C). pupa de *Diatraea saccharalis* em embalagem de tecido tipo filó (D).

Após sete dias, pupas e armadilhas foram recolhidas e levadas ao laboratório. O número de indivíduos de *P. elaeisis* foi contabilizado nas armadilhas e pupas individualizadas em tubos de vidro (2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de comprimento) vedados

com tecido tipo “voil” e colocadas a temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h até a emergência do adulto do hospedeiro ou do parasitoide.

A dispersão em função das distâncias, direções e alturas de *P. elaeis* foram avaliadas com pelas armadilhas amarelas. O parasitismo total (%), por distância, direção, e altura foi determinada pelo parasitismo ou não das pupas de *D. saccharalis*.

Nenhum trato cultural ou aplicação de produtos fitossanitários foi realizado durante a realização do experimento. A temperatura média foi de $23,5^{\circ}\text{C}$, com máxima de 30°C e a mínima de 17°C , e umidade relativa de 70%. Não houve chuvas no período de avaliação e a velocidade média do vento de $1,01 \pm 0,15\text{ m/s}$.

A dispersão e o parasitismo por *P. elaeis* foi avaliado em delineamento estatístico inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as medias comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS

O levantamento prévio da área não mostrou a presença de *P. elaeisis* nas armadilhas, demonstrando que não houve influência de parasitoides previamente presentes na área nos parâmetros avaliados.

A taxa de parasitismo de pupas de *D. saccharalis* por *P. elaeisis* foi de 56%, com 21% das mesmas predadas e 23% completaram o ciclo, ocorrendo emergência de mariposas. A porcentagem de parasitismo foi maior (87,5%) na menor distância (13,5 m) e menor (25%) na maior distância (80 m) do ponto de liberação. Os pontos intermediários apresentaram valores de 62,5, 50,0, 62,5, e 50% de parasitismo nas distâncias 27,0, 40,5, 54,0, e 67,5 m, respectivamente (Figura 4 A)

As direções norte, nordeste, leste, sudeste, sul, sudoeste, oeste e noroeste mostraram taxa de parasitismo variando de 33,3% a 83,3 % (Figura 2 B). Um total de 59,3% das pupas localizadas a 2 m de altura foram parasitadas, enquanto este valor foi 40,7% a 0,5 m de altura (Figura 4 B).

O número de indivíduos de *P. elaeisis* capturados por armadilha decresceu com o aumento da distância do ponto central. A maior captura por armadilha (17,3 indivíduos) foi verificada na distância de 13,5 m e a menor captura (1,3 indivíduos) na distância de 80,0 m. Ocorrendo relação da dispersão com a distância do ponto de liberação dos parasitoides (Figura 4 A).

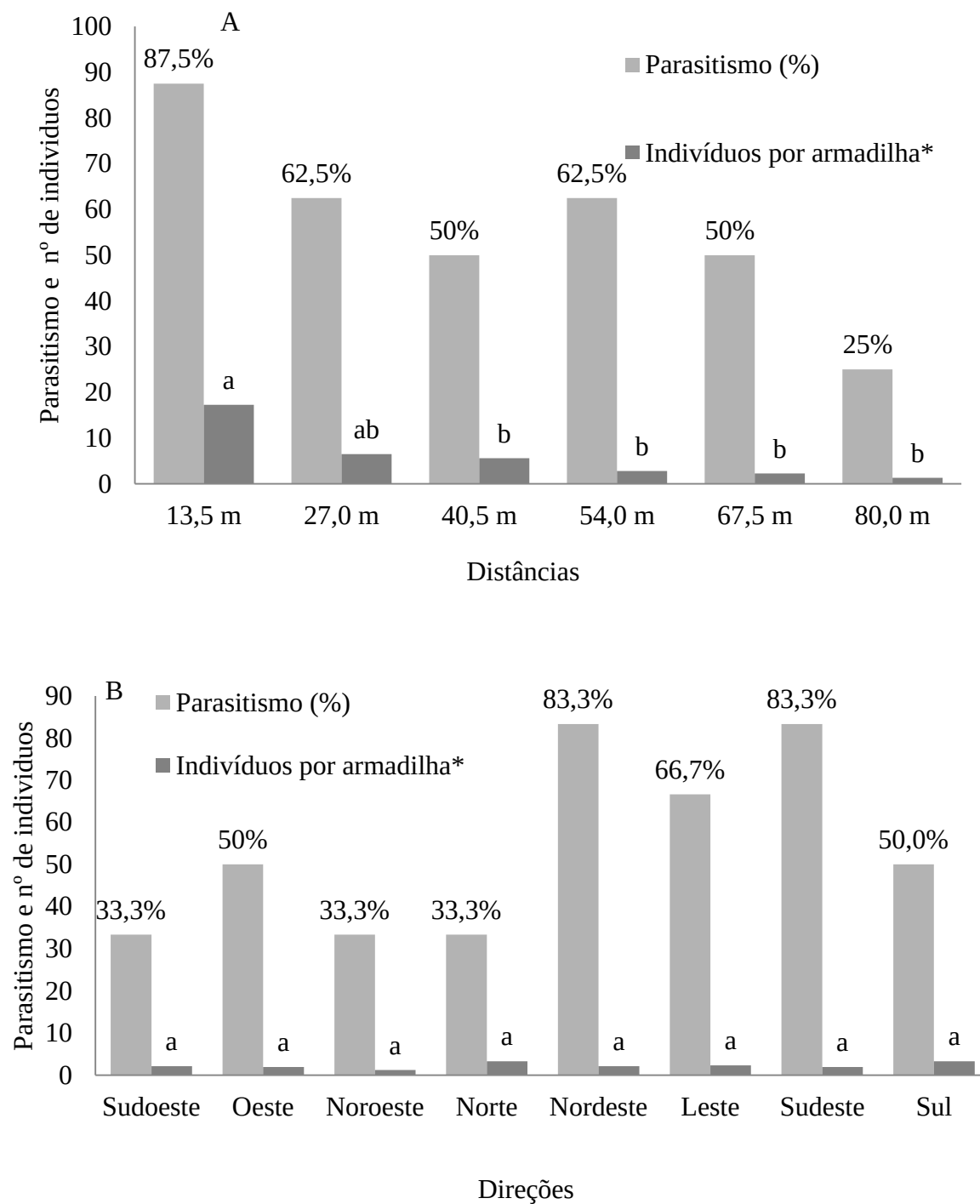


Figura 4. Parasitismo (%) em pupas de *D. saccharalis* e número de indivíduos de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) por armadilha nas diferentes distâncias do ponto liberação (A) e nas diferentes direções (B). Lençóis Paulista, SP. Maio de 2013.

*Médias seguidas de mesma letra por parâmetro não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$).

Em relação as direções norte, nordeste, leste, sudeste, sul, sudoeste, oeste e noroeste não houve diferença na captura de *P. elaeisis*, com valores de 1,17 a 3,27 parasitoides por armadilha (Figura 4 B).

Um total de 8,87 parasitoides foi coletado na altura de 2,0 m por armadilha, enquanto isto foi apenas de 3,12 indivíduos a 0,5 m. O parasitoide demonstrou maior presença e taxa de parasitismo na maior altura, em todas distâncias e direções (Figura 5).

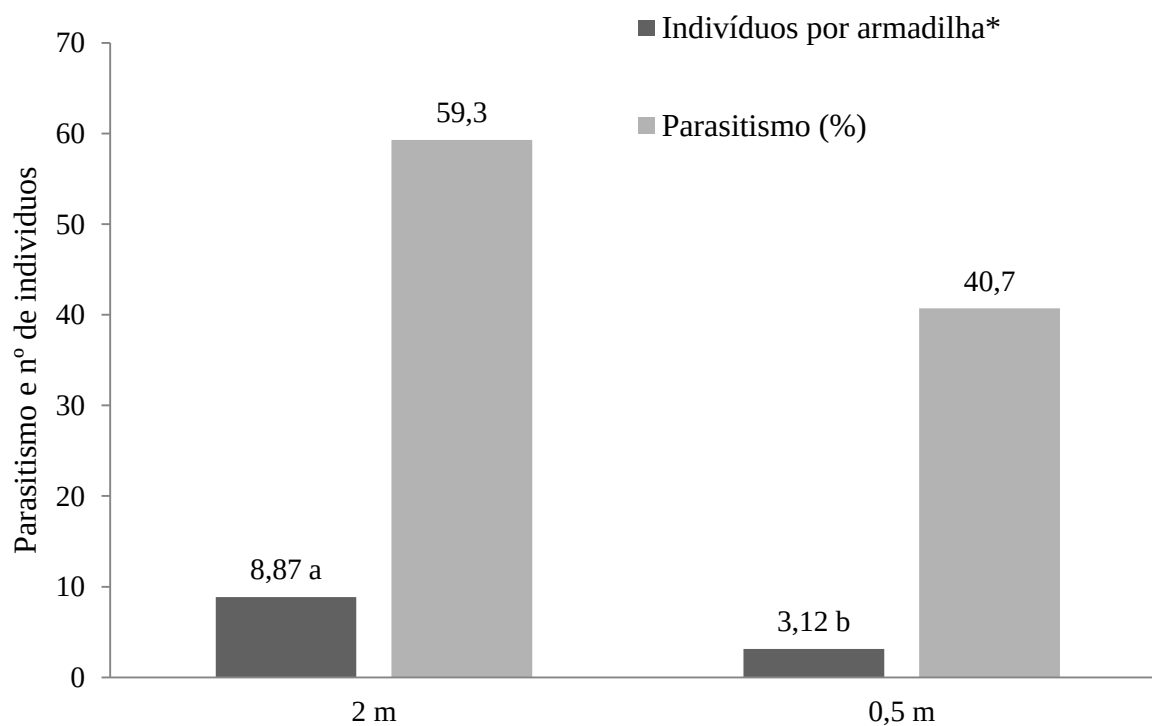


Figura 5. Parasitismo em pupas de *D. saccharalis* e número de indivíduos de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) por armadilha em diferentes alturas .Lençóis Paulista, SP. Maio de 2013.

*Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$).

4. DISCUSSÃO

A taxa de 56% de parasitismo demonstrou a capacidade de *P. elaeisis* para localizar e parasitar as pupas de *D. saccharalis* em plantios de eucalipto. Esse resultado é semelhante ao obtido com *Closterocerus chamaeleon* Girault (Hymenoptera, Eulophidae), com 62% de parasitismo de pupas de *Ophelimus maskelli* Ashmead (Hymenoptera: Eulophidae) no campo (CALECA et al., 2011).

O decréscimo da taxa de parasitismo com o aumento da distância do centro de liberação de *P. elaeisis* é coerente com os resultados das armadilhas amarelas, que tiveram menor número de parasitoides capturados com o aumento da distância de liberação dos mesmos. Isto pode ser devido ao fato dos parasitoides tenderem a apresentar voos mais curtos e se estabelecerem perto do local de liberação (SUVERKROPP et al., 2009). A redução do parasitismo por *P. elaeisis* foi semelhante à verificada para *Trichogramma ostrinae* Pang et Chen (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae) em milho doce, com dispersão de 180 m em seis dias e de 230 m em 21 dias a partir do ponto de liberação. A redução da taxa de parasitismo com o aumento da distância de liberação indica a importância de distribuição apropriada desse parasitoide para o sucesso do controle biológico (BRODEUR; BOIVIN, 2004).

A redução no número de parasitoides nas maiores distâncias pode ser também devido à concorrência, pois, se a chance de encontrar um novo hospedeiro for menor

que vencer a competição pelo hospedeiro inicial, é sempre mais vantajoso à primeira opção (BRODEUR; BOIVIN, 2004). Por isto, a liberação de número excessivamente alto de indivíduos em relação ao número de hospedeiros pode comprometer a dispersão.

A dispersão uniforme de *P. elaeisis* nas direções cardeais e colaterais, mesmo com predominância de vento no sentido norte – sul (velocidade de $1,01 \pm 0,15$ m/s) mostrou capacidade adequada de voo desse parasitoide. No entanto, o vento afetou a dispersão de *Trichogramma semifumatum* Perkins (Hymenoptera: Trichogrammatidae) no controle de *Heliothis* spp. (Lepidoptera Noctuidae) (HENDRICKS, 1967). Além disso, *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) se dispersou, preferencialmente, no sentido sul e sudeste e para as partes mais altas e iluminadas das plantas (LOPES, 1988). Para *Ageniaspis citrícola* Logvinovskaya (Hymenoptera: Encyrtidae) foi verificada dispersão preferencial pelo quadrante norte (JAHNKE et al., 2008).

A maior coleta de parasitoides e taxa de parasitismo na maior altura (2 m) pode ser relacionada com o efeito da arquitetura da planta sobre a dispersão do inimigo natural. Steinbauer (2006) constatou ocorrência de espécies de parasitoides em sub-bosque. Portanto, *P. elaeisis* deve ser mais efetivo para espécies de lepidópteros desfolhadores que pupam na copa das árvores de eucalipto que para as espécies que pupam no solo.

5. CONCLUSÃO

Fêmeas de *P. elaeisis* se dispersam e parasitam até 80 metros do ponto de liberação.

6. REFERÊNCIAS

Brodeur J, Boivin G (2004) Functional ecology of immature parasitoids. *Annual Review of Entomology*, 49: 27-49.

Caleca V, Lo Verde G, Rizzo MC, Rizzo R (2011) Dispersal rate and parasitism by *Closterocerus chamaeleon* (Girault) after its release in Sicily to control *Ophelimus maskelli* (Ashmead) (Hymenoptera, Eulophidae). *Biological Control*, 57: 66-73.

Chapman AV, Kuhar TP, Schultz PB, Brewster CC (2009) Dispersal of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in potato fields. *Environmental Entomology*, 38: 677-685.

Hegazi E, Khafagi W, Herz A, Konstantopoulou M, Hassan S, Agamy E, Atwa A, Shweil S (2012) Dispersal and field progeny production of *Trichogramma* species released in an olive orchard in Egypt. *Biocontrol*, 57: 481-492.

Hendricks DE (1967) Effect of wind on dispersal of *Trichogramma semifumatum*. *Journal of Economic Entomology*, College Park, 60:1367-1373.

Hougardy E, Mills NJ (2006) The influence of host deprivation and egg expenditure on the rate of dispersal of a parasitoid following field release. *Biological Control*, 37:206-213.

Jahnke SM, Redaelli LR, Diefenbach LMG, Efrom CF (2008) Spatial distribution of parasitism on *Phyllocnistis citrella* stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) in citrus orchards. *Brazilian Journal of Biology*, 68:913-917.

Lopes JRS, Estudos bioetológicos de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) (Hym. Trichogrammatidae) para controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius., 1794) (Lep., Pyralidae). 1988. 141 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Pereira FF, Zanuncio JC, Pastori PL, Porto Pedrosa AR, DE Oliveira HN (2010) Parasitism of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) in alternative host on eucalypt in semi-field. *Revista Ciencia Agronomica*, 41:715-720.

Pereira FF, Zanuncio JC, Serrão JE, Oliveira HN, Favero K, Grance ELV (2009) Progeny of *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) parasitising pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) of different ages. *Neotropical Entomology*, 38:660-664.

Stein SJ, Price PW, Craig TP, Itami JK (1994) Dispersal of a galling awfly– implications for studies of insect populations -dynamics. *Journal of Animal Ecology* 63:666-676.

Steinbauer M., Short MW, Schmidt S (2006) The influence of architectural and vegetational complexity in eucalypt plantations on communities of native wasp parasitoids: Towards silviculture for sustainable pest management. *Forest Ecology and Management* 233:153-164.

Suverkropp BP, Bigler F, Van Lenteren JC (2009) Dispersal behaviour of *Trichogramma brassicae* in maize fields. *Bulletin of Insectology*, 62:113-120.

Tabone E, Bardon C, Desneux N, Wajnberg E (2010) Parasitism of different *Trichogramma* species and strains on *Plutella xylostella* L. on greenhouse cauliflower. *Journal of Pest Science*, 83:251-256.

Zanuncio JA, Pastori PL, Kirkendall LR, Lino-Neto J, Serrao JE, Zanuncio JC (2010) *Megaplatypus mutatus* (Chapuis) (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae) attacks hybrid eucalyptus L'Heritier de Brutelle clones in Southern Espirito Santo, Brazil. *Coleopterists Bulletin*, 64:81-83.

Zanuncio JC, Torres JB, Sedyama CAZ, Pereira FF, Pastori PL, Wermelinger ED, Ramalho FS (2009) Mortality of the defoliator *Euselasia eucerus* (Lepidoptera: Riodinidae) by biotic factors in an *Eucalyptus urophylla* plantation in Minas Gerais State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 81:61-66.

Zappala L, Campolo O, Grande SB, Saraceno F, Biondi A, Siscaro G, Palmeri V (2012) Dispersal of *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae) after augmentative releases in citrus orchards. *European Journal of Entomology*, 109:561-568.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle biológico de lagartas desfolhadoras vem sendo alvo de estudos há algum tempo, utilizando-se como principal agente de controle os percevejos predadores. Algumas espécies como *Podisus nigrolimbatus* (Spinola, 1832), *Podisus conexivus* (Bergroth) e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) apresentam boa capacidade de predação. Contudo, a dificuldade da reprodução massal e a avaliação da predação em campo são fatores limitantes para o seu uso no controle biológico. Nesse contexto, os parasitoides apresentam maior potencial, principalmente devido sua fácil multiplicação em escalas massais. No Brasil o estudo de parasitoides de pupas teve início no final da década de 80, sendo mais amplamente estudados nos últimos 20 anos. Para produção massal de parasitoides é necessário o seu desenvolvimento em um hospedeiro que apresente uma boa relação custo/benefício, e o conhecimento dos fatores que podem influenciar esse desenvolvimento. Os resultados deste estudo demonstram que fatores como densidade, idade de parasitoide e hospedeiro podem influenciar o sistema de criação massal de *Palmistichus elaeisis* sobre *Diatraea saccharalis*, sendo necessário o conhecimento de técnicas que possibilitem a exploração eficaz da criação massal desse parasitoide. O hábito polífago de *P. elaeisis* também possibilita sua criação em outros hospedeiros alternativos, sendo importante o estudo de outras espécies que possam ser utilizadas na sua reprodução massal. O experimento de campo demonstrou a capacidade de dispersão desse parasitoide até 80 metros. Contudo, foram liberados 100 mil parasitoides na área, considerando uma área de 10 hectares seriam necessários aproximadamente dois milhões

de parasitoides. Nesse contexto novos estudos devem ser realizados a fim de avaliar os fatores que podem interferir na dispersão desse inseto, como densidade da praga, além da sua localização já que foi verificado uma maior dispersão de *P. elaeisis* na altura de 2,0 m. A localização da copa das árvores acima de 2,0 m, e a dispersão de *P. elaeisis* até a distância máxima avaliada demonstram a necessidade de novos estudos avaliando-se maiores alturas, incluindo a copa das árvores e maiores distâncias.

4. CONCLUSÕES FINAIS

- *D. saccharalis* é um hospedeiro alternativo viável para a manutenção da criação de *P. elaeisis*. Com a densidade de 27 parasitoides por hospedeiro a mais adequada.
- A prole de *P. elaeisis* sobre pupas de *D. saccharalis* é maior com fêmeas de idade de 96 horas em pupas do hospedeiro entre 48 a 96 horas.
- O parasitoide *P. elaeisis* se dispersa e parasita pupas de *D. saccharalis* até 80 metros de distâncias em plantação clonal de eucaliptos, porém o parasitismo reduz nas maiores distâncias.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. **Anuário estatístico da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas: ano base 2010**. Brasília: 130 p. 2011.

ABRAF. **Anuário estatístico da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas: ano base 2011**. Brasília: 130 p. 2012.

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, E. N. **O eucalipto**. 2. ed. Jundiaí: Cia. Paulista de Estradas de Ferro. 1961.

ANJOS, N.; SANTOS, G.P.; ZANÚNCIO, J.C. ANJOS, N. A lagarta-parda, *Thyriniteina arnobia* Stoll 1782 (Lepidoptera: Geometridae) desfolhadora de eucaliptos. **Boletim técnico. EPAMIG**, Belo Horizonte, 1-56. 1987.

BERTI FILHO, E. Biologia de *Thyriniteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera, Geometridae) e observações sobre a ocorrência de inimigos naturais. Piracicaba, 74p. 1974. **Tese (Doutorado)** – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

BERTI FILHO, E. Insetos associados a plantações de espécies do gênero *Eucalyptus* nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo. Piracicaba, 1981. 176p. 1981. **Tese (Livre-Docente)** – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

BERTI FILHO, E. Insetos associados a populações de espécies do gênero *Eucalyptus* nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo. Piracicaba, 1982. 180p. (**tese de livre-docência-ESALQ/USP**).

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

BITTENCOURT MAL AND BERTI FILHO E. Exigências térmicas para o desenvolvimento de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de cinco espécies de lepidópteros. **Iheringia Ser Zool** v. 94, p. 321-323. 2004

BRODEUR J, BOIVIN G. . Functional ecology of immature parasitoids. **Annual Review of Entomology** 49:27-49. 2004.

CHAPMAN A.V., KUHAR T.P., SCHULTZ P.B., BREWSTER C.C. Dispersal of *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Potato Fields. **Environmental Entomology** 38:677-685. 2009.

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

COOPERBAND M F, MATTEWS R W, VINSON S B. Factors affecting the reproductive biology of *Melittobia digitata* and failure to meet the sex ratio predictions of Hamilton's local mate competition theory. **Entomol Exp Appl** 109: 1-12. 2003.

CORBETT, A. AND ROSENHEIM, J. A. Impact of natural enemy overwintering refuge and its interaction with the surrounding landscape. **Ecol Entomol** 21: 155–164. 1996.

DALL’OGLIO, O.T.; ZANUNCIO, J.C.; de FREITAS, F.A.; PINTO, R, Himenópteros parasitoides coletados em povoamentos de *Eucalyptus grandis* e mata native em ipaba, estado de Minas Gerais. **Ciência Florestal**, v. 13, n.1, p. 123-129, 2003.

DE OLIVEIRA, H.N.; COLOMBI, C.A.; PRATISSOLI, D.; PEDRUZZI, E.P.; DALVI, L.P. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma exiguum* Pinto e Platner, 1978 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criado em dois hospedeiros por diversas gerações. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, p.284-288, 2005.

DELVARE, G.; LASALLE, J. A new genus of Tetrastichinae (Hymenoptera, Eulophidae) from the neotropical region, with the description of a new species parasitic on key pests of oil palm. **Journal of Natural History**, v. 27, n. 2, Mar-Apr 1993.

DOGANLAR, M.; MENDEL, Z. First record of the eucalyptus gall was *Ophelimus maskelli* and its parasitoid, *closterocerus chamaeleon*, in Turkey. **Phytoparasitica** v. 35, p. 333-335. 2007

FINNEY, G.L. & FISHER, T.W. Culture of entomophagous insects and their hosts. In : **Biological Control of Insect Pests and Weeds** (P. DEBACH, ed.). -- Reinhold Publ. Corp., New York, p.328-357. 1964

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. DE; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S. & OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. 920p. 2002.

GAULD, I.; BOLTON, B. (Eds) **The hymenoptera**. New York: Oxford University Press, 332p. 1988.

GITAHY, P. M.; SOUZA, M. T.; MONNERAT, R.G., ARRIGONI, E. B.; BALDANI, J.I., A Brazilian *Bacillus thuringiensis* strain highly active to sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, p 531-537, 2007.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 653p. 2000.

GRANCE, E. L. V (2010) Potencial de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) para o controle de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em cana-de-açúcar. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Grande Dourados, Dourados, 53p.

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

HAGLER, J. R., JACKSON, C. G., HENNEBERRY, T. J., GOULD, J. R. Parasitoid mark-release-recapture techniques – II. Development and application of a protein marking technique for *Eretmocerus* spp., parasitoid of *Bemisia argentifolii*. **Biocontrol Sci Technol** 12: 661-675. 2002.

HASSAN, S.A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: Fealq, p.183-206. 1997.

HEGAZI E, KHAFAGI W, HERZ A, KONSTANTOPOULOU M, HASSAN S, AGAMY E, ATWA A, SHWEIL S. Dispersal and field progeny production of *Trichogramma* species released in an olive orchard in Egypt. **Biocontrol** 57(4):481-492. 2012.

HENTZ, M.G.; ELLSWORTH, P.C.; NARANJO, S.E.; WATSON, T.F. 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.

HOLTZ, A. M.; H. G. OLIVEIRA; A. PALLINI; M. VENZON; J. C. ZANUNCIO; C. L. OLIVEIRA; J. S. MARINHO; M. C. ROSADO. Desempenho de *Thyrinteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) em eucalipto e goiaba: o hospedeiro nativo não é um bom hospedeiro? **Neotropical Entomology** 32: 427-431. 2003.

KING, B.H. Offspring sex ratio and number in response to proportion of host sizes and ages in the parasitoids wasp *Spalangia cameroni* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Environmental Entomology**, v.31, p.505-508, 2002.

LASALLE, J. & M. E. SCHAUFF. The Chalcidoidea families. Eulophidae, p. 315-329. In: P. E. HANSON, & I. D. GAULD (Eds.). **The Hymenoptera of Costa Rica**. New York, Oxford University Press, 893 p. 1995.

LASALLE, J. North American genera of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae). **J. Nat. Hist.**, 28, 109-236. 1993.

LEPPLA NC, ADAMS F. **Insect mass-rearing technology, principles and applications**, 20 pp 1987.

LEITE, G. L. D., PICANÇO, M.; ZANUNCIO, J. C.; ECOLÉ, C. C.; Factors affecting herbivory of Thrips palmi (Thysanoptera: Thripidae) and Aphis gossypii (Homoptera: Auididae) on the eggplant (Solanum melongena). **Braz Arch Biol Technol** 49: 361-369. 2006

LIMA, A. M. C. Mosca parasítica das lagartas dos eucaliptos (Tachinidae). **Chacaras e Quintais**, v.82, n.2, p.167-169, 1950.

MACKAUER, M. The aphid-attacking genera of Aphelinidae (Hymenoptera), including the description of a new genus. **Canadian Entomologist** p. 104 1972

MAGRO, R. S.; PARRA, J. R. P. Biologia de ectoparasitoide Bracon henetor (Say 1857) (Hymenoptera: Braconidae) em sete espécies de lepidópteros. **Scinentia Agricola**, v. 58, p.693-698, 2001.

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

MATOS NETO, F. C.; CRUZ, I.; ZANUNCIO, J.C.; SILVA, C. H. O.; PICANÇO, M. C. Parasitism by campoletis flavicincta on Spodoptera frugiperda in com. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 1077-1081, 2004.

MORA, A.L. & GARCIA, C.H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 112 p. 2000.

MORAES, G.W. SOARES, L.A. Ciclo biológico e consumo foliar de *Psorocampa denticulata* Schaus (Notodontidae), Lepidóptero desfolhador de eucalipto. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA**, Fortaleza, Anais. P. 141. 1981.

NOYES, J. S. Catalogue of the Chalcidoidea of the World. Amsterdam: **ETI Eletronic Publication**, 1998.

NOYES, J. S. Catalogue of the Chalcidoidea of the World. Amsterdam: **ETI Eletronic Publication**, 1998.

NOYES, J.S. **Universal Chalcidoidea Database**. 2003. Disponível em: <http://www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html>>. Acesso em: 07 jan. 2013.

OLIVEIRA M. A. P, MARQUES E. J, TEIXEIRA V. W, BARROS R. Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. sobre características biológicas de *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Crambidae) **actascibiolsci.v3** p36-27. 2008.

OHASHI, O. S. Biologia e aspectos morfológicos de *Brachymeria ovata* (Say, 1824) (Hymenoptera: Chalcidoidea) endoparasitóide de pupas de Lepidoptera. 1984. 90 p. Tese (**Doutorado em Entomologia**) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

OHASHI, O.S. Biologia e caracteres morfológicos diferenciais de *Eupseudosoma aberrans* (Schans, 1905) e *E. involuta* (Sepp, 1852) (Lepidoptera: Arctiidae) e ocorrência de inimigos naturais. Piracicaba, 1978. 99p **Dissertação (M.S)** –ESALQ/USP Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

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

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

PARRA, J.R.P. A evolução das dietas artificiais e suas interações em ciência e tecnologia. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1164 p. 2009.

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

Parrella MP, Heinz KM, Nunnery L. Biological control through augmentative release of natural enemies: a strategy whose time has come. **Am Entomol** 38:172–179. 1992.

PENFOLD, A. R.; WILLIS, J. L. **The eucalypts**. London: Leonard Hill, 551 p. 1961.

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

PEREIRA FF, ZANUNCIO TV, ZANUNCIO JC, PRATISSOLI D AND TAVARES MT.. Species of Lepidoptera defoliators of eucalypt as new hosts for the polyphagous parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). **Braz arch biol technol** 51: 259-262. 2008.

PEREIRA, F. F. Desenvolvimento e técnicas de criação de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiros natural e alternativo. **Tese (Doutorado)** UFV-Universidade Federal de Viçosa, 95p. 2006.

PEREIRA, F. F. *et al.* 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, n. 02, p. 323-331, 2010

PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E.; PASTORI, P.L.; RAMALHO, F.S. Reproductive performance of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) with previously refrigerated pupae of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, p.631-637. 2009.

PERES FILHO, O.; BERTI FILHO, E. Biologia de *Glena unipennaria unipennaria* (Guenée, 1857) (Lepidoptera: Geometridae) em folhas de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 42, p. 55-81, 1985.

PRATISSOLI, D. *et al.* Capacidade de dispersão de *Trichogramma pretiosum* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 06, p. 613-616, 2005.

QUEIROZ, L. R. S.; BARRIQUELO, L. E. G. **O eucalipto**: um século no Brasil. São Paulo: Antonio Bellini Editora & Cultural, 127 p. 2007.

RAMALHO, F.S.; DIAS, J.M. Efeitos dos hospedeiros alternativos na biologia de *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae), parasitoide de *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.32, n. 2, p. 305-310, 2003.

RAPASSI, R.M.A.; TARSITANO, M.A.A.; PEREIRA, J.C.R.; ARAÚJO, C.A.M. Cultura do eucalipto na região de Suzanópolis, Estado de São Paulo: Análise econômica. **Inf. Econ.**, v. 38, p. 7-13. 2008.

Reznik SY, Vaghina NP. Effect of photoperiod on parasitization by *Trichogramma principium* (Hymenoptera : Trichogrammatidae). **European Journal of Entomology** 104(4):705-713. 2007.

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

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

SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C.; ANJOS, N. Novos resultados sobre a biologia de *Psorocampa denticulata*. Schaus (Lepdoptera: Notodontidae), desfolhadora de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, MG v.2, n.6, p. 121-132, 1982.

SANTOS, P. S.; ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C. Influência de faixas de vegetação nativa em povoamentos de *Eucalyptus cloeziana* sobre população de *Oxydia vesulia* (Lipidoptera: Geometridae). **Revista Arvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 499-504, 2002.

SILVA, C. A. D. Microorganismos entomopatogênicos associados a insetos e ácaros do algodoeiro. **EMBRAPA-CNPA**, Campina Grande, Paraíba. Doc. No. 77. 2000.

SILVA-TORRES, C. S. A.; MATTHEWS, R. W. Development of *Melittobia australica* Girault and *M. digitata* Dahms (Parker) (Hymenoptera: Eulophidae) parasiting *Neobellieria bullata* (Parker) (Diptera: Sarcophagidae) puparia. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.32, n. 4, p. 645-651, 2003.

STEINBAUER M.J., SHORT M.W., SCHMIDT S. The influence of architectural and vegetational complexity in eucalypt plantations on communities of native wasp parasitoids: Towards silviculture for sustainable pest management. **Forest Ecology and Management** 233:153-164. 2006.

SUVERKROPP B.P., BIGLER F., VAN LENTEREN J.C. Dispersal behaviour of *Trichogramma brassicae* in maize fields. **Bulletin of Insectology** 62:113-120. 2009.

TABONE E., BARDON C., DESNEUX N., WAJNBERG E. Parasitism of different *Trichogramma* species and strains on *Plutella xylostella* L. on greenhouse cauliflower. **Journal of Pest Science** 83:251-256. 2010.

THOMAZINI, M. J.; BERTI-FILHO, E. Ciclo biológico, exigências térmicas e parasitismo de *Muscidifurax uniraptor* em pupas de mosca domestica. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 469-473, 2001.

UÇKAN, F.; GÜLEL, A. Age-related fecundity and sex ratio variation in *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae) and host effect on fecundity and sex ratio of its hyperparasitoid *Dibrachys boarmiae* (Hym.: Pteromalidae). **Journal Applied of Entomology**, v.126, p.534-537, 2002.

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

WILCKEN, C. F. Estrutura da comunidade de lepidópteros coletados em armadilhas luminosas que ocorrem em florestas de *Eucalyptus grandis* Jill ex Maiden. Piracicaba, 1991. 148p. **Dissertação (M.S.)** – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

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.

ZACHÉ, B.; ZACHÉ, R.R.C ; SOLIMAN, E.P ; WILCKEN, C.F. Evaluation of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as parasitoid of the eucalyptus defoliator *Euselasia eucerus* (Lepidoptera: Riodinidae). **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 20, p. 1-5, 2011b.

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

ZACHÉ, B.; ZACHÉ, R.R.C ;SOUZA, N.M; DIAS, T.K.R.; WILCKEN, C.F. New record of *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu, 1942 (hymenoptera: eulophidae) parasitizing *Sarsina violascens* (herrich-schaeffer, 1856) (lepidoptera: Lymantriidae) in brazil. **Journal of plant protection research**, v.51, p.420 – 422, 2011a.

ZANUNCIO J.C.; ZANUNCIO T.V.; DE FREITAS F.A.; PRATISSOLI D. Population density of Lepidoptera in a plantation of *Eucalyptus urophylla* in the state of Minas Gerais, Brazil. **Animal biology**, v. 53, n.1, p.17-26, 2003.

ZANUNCIO, J. C. Efeito do controle químico e microbiológico sobre três pragas de eucalipto e outros insetos. Piracicaba, 1976. 76p.**Dissertação (M.S)** – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ZANUNCIO, J.C. & LIMA, J.O.G. Ocorrência de *Sarsina violascens* (Herrich-Schaeffer, 1856) (Lepidoptera: Lymantridae) em eucaliptais de Minas Gerais. **Brasil florestal**, Rio de Janeiro, 6(23): 48-50, 1975.

ZANUNCIO, J.C. et al. Coleópteros associados a eucaliptocultura nas regiões de São Mateus e Aracruz, Espírito Santo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.41, n.232, p.584-590, 1993.

Zanuncio, J.C., L.G. Batista, T.V. Zanuncio, E.F. Vilela & J.F. Pereira. Levantamento e Flutuação de lepidópteros associados à eucaliptocultura: VIII Região de Belo Horizonte, Minas Gerais, junho de 1989 a maio de 1990. **Rev. Árvore** 15: 83-93. 1991

ZANUNCIO, J.C.; ALVES, J.B.; ZANUNCIO, T.V.; GARCIA, J.F. Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. **Forest Ecology and Management**, Wageningen, v. 65, n. 1, p. 65-73, 1994.

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

ZAPPALA L, CAMPOLO O, GRANDE SB, SARACENO F, BIONDI A, SISCARO G, PALMERI V. Dispersal of *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae) after augmentative releases in citrus orchards. **European Journal of Entomology** 109(4):561-568. 2012.