

BIOLOGICAL CONTROL

Progênie de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) Parasitando Pupas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) de Diferentes Idades

FABRICIO F PEREIRA¹, JOSÉ C ZANUNCIO², JOSÉ E SERRÃO³, HARLEY N OLIVEIRA⁴, KELLEN FÁVERO¹, ELIZANGELA L V GRANCE¹

¹Fac. de Ciências Biológicas e Ambientais, Univ. Federal da Grande Dourados, 79804-970, Dourados, MS; fabriciofagundes@ufgd.edu.br; kellenfaver@gmail.com.br; eli_vargasgrance@yahoo.com.br; ²Depto. de Biologia Animal, Univ. Federal de Viçosa, 36571-900, Viçosa, MG; zanuncio@ufv.br; ³Depto. de Biologia Geral, Univ. Federal de Viçosa, 36571-900, Viçosa, MG; jeserrao@ufv.br; ⁴Embrapa Agropecuária Oeste, C. postal 661, 79804-970, Dourados, MS; harley@cpao.embrapa.br

Edited by Jorge B Torres – UFRPE

Neotropical Entomology 38(5):660-664 (2009)

Progeny of *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) Parasitising Pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) of Different Ages

ABSTRACT - *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle is a natural pupal parasitoid of eucalyptus defoliator lepidopterans and is considered a promising biocontrol agent. However, the development of efficient rearing techniques for this natural enemy are first required before it can be used in biocontrol programs. *Bombyx mori* L. pupae are potential alternative hosts for this parasitoid mass rearing, and they are easy to rear. Therefore, we investigated the most suitable host age and the effects of parasitoid age on progeny production of *P. elaeisis*. *B. mori* pupae, 24h-, 48h-, 72h- or 96h-old were exposed to *P. elaeisis* females of similar age. The duration of the life cycle (egg-adult) of *P. elaeisis* was not affected by the age of the parasitizing female; however, the host age affected parasitoid development. The best parasitization was obtained for 72h- to 96h-old parasitoid females when offered to 48h- to 72h-old host pupae, allowing the synchronized rearing of a large number of *P. elaeisis* offspring.

KEY WORDS: Insecta, biological control, pupal parasitoid, host age

RESUMO - *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle é um parasitóide pupal natural de pupas de lepidópteros desfolhadores de eucalipto e é considerado um promissor agente de controle biológico. No entanto, o desenvolvimento de técnicas de criação eficientes desse inimigo natural é inicialmente necessário para que ele possa ser utilizado em programas de controle biológico. Pupas de *Bombyx mori* L. são hospedeiras alternativas em potencial para criação massal de *P. elaeisis*. Por isto, nós avaliamos a idade mais suscetível do hospedeiro e os efeitos da idade do parasitóide na produção de progênie de *P. elaeisis*. Pupas de *B. mori* com 24, 48, 72 ou 96h de idade foram expostas a fêmeas de *P. elaeisis* de mesmas idades. A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *P. elaeisis* não foi afetada pela idade das fêmeas, entretanto, a idade do hospedeiro afetou o desenvolvimento do parasitóide. O melhor parasitismo foi obtido com fêmeas do parasitóide com 72h a 96h e pupas de *B. mori* com 48h a 72h de idade, que permitiram a elevação da progênie de *P. elaeisis*.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, controle biológico, parasitóide de pupas, idade de hospedeiro

O endoparasitóide gregário *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle é relatado parasitando naturalmente pupas de *Eupseudosoma involuta* (Sepp) (Lepidoptera: Arctiidae) e *Euselasia eucerus* Hewitson (Lepidoptera: Riodinidae) (Delvare & LaSalle 1993), *Sabulodes* sp. (Lepidoptera: Geometridae) (Bittencourt & Berti Filho 1999), *Thyriniteina arnobia* (Stoll) e *Thyriniteina leucoceraea* Rindge

(Lepidoptera: Geometridae) em condições naturais (Pereira *et al* 2008). Esses resultados caracterizam *P. elaeisis* como um parasitóide promissor para o controle de lepidópteros desfolhadores de eucalipto, cujos surtos são, geralmente, compostos por mais de uma espécie simultaneamente (Zanuncio *et al* 2003). Além disso, *P. elaeisis* parasitou pupas de alguns hospedeiros alternativos (Bittencourt & Berti

Filho 1999, 2004ab, Pereira *et al* 2009), o que justifica o desenvolvimento de pesquisas para maximizar sua produção em laboratório e permitir o desenvolvimento de um programa de controle biológico aplicado.

A idade do hospedeiro e do parasitóide (Thomazini & Berti Filho 2000, Matos Neto *et al* 2004), assim como várias outras variáveis abióticas e bióticas (Harvey & Gols 1998, Ueno 1999, Harbison *et al* 2001, Uçkan & Gulel 2002), podem influenciar características biológicas do inimigo natural, como, por exemplo, o sucesso do parasitismo, influenciando a eficiência de sistemas de criação de inimigos para programas de controle biológico (Parra 2002). O aumento da idade de fêmeas de parasitóides pode reduzir a reprodução e o parasitismo, com implicações no sistema de criação massal e na seleção de indivíduos para liberações (Amalin *et al* 2005). A idade do parasitóide pode, também, afetar a taxa de parasitismo (Harbinson *et al* 2001), a produção de descendentes totais (Cooperband *et al* 2003) e a razão sexual da prole (Gunduz & Gulel 2005).

Bombyx mori pode ser criada em grandes quantidades e sua pupa, apesar de ser encerrada em casulo, pode ser facilmente retirada sem ser afetada (Pereira *et al* 2009). Além disso, *P. elaeisis* consegue parasitar e se desenvolver em pupas de *B. mori*, apesar de a mesma ser maior do que outras hospedeiras do parasitóide, o que demonstra o potencial desse hospedeiro para ser utilizado como alternativa para criação de *P. elaeisis* (Pereira *et al* 2008, 2009). Entretanto, não existem informações sobre a melhor combinação da idade de fêmeas de *P. elaeisis* e de pupas de *B. mori* para se obter o melhor desempenho reprodutivo do parasitóide. Assim, este estudo avaliou o efeito da idade de fêmeas de *P. elaeisis* e de pupas de *B. mori* no parasitismo e desenvolvimento do parasitóide.

Material e Métodos

Criação de *B. mori*. Lagartas de primeiro estágio de *B. mori* foram fornecidas pelo Setor de Sericultura do Departamento de Biologia Animal da UFV, as quais foram colocadas em bandejas plásticas (39,3 x 59,5 x 7,0 cm) com folhas de amoreira fornecidas diariamente. Os casulos de *B. mori* foram transferidos para bandejas plásticas (28,3 x 36,0 x 7,0 cm) e mantidos a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa (UR) e fotofase de 14h.

Criação do parasitóide. Adultos de *P. elaeisis* foram mantidos em tubos de vidro (14 x 2,2 cm) tampados com algodão e com gotas de mel como alimento. Pupas de *B. mori*, com 48h a 72h de idade, foram retiradas dos casulos e expostas ao parasitismo por *P. elaeisis* durante 24h a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14h em câmara climatizada.

Efeito da idade de fêmeas de *P. elaeisis* e do hospedeiro na produção de descendentes. Pupas de *B. mori* com 24, 48, 72 ou 96h de idade foram retiradas dos casulos e expostas ao parasitismo por 45 fêmeas de *P. elaeisis* com as mesmas idades. Cada combinação idade do parasitóide – idade do hospedeiro (uma pupa mais um grupo de 45 fêmeas parasitóides) foi obtida com condicionamento dos mesmos em tubos de vidro (14 x

2,2 cm) tampados com algodão. As pupas de *B. mori* foram expostas ao parasitóide por 24h a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14h, retirando-se as fêmeas de *P. elaeisis* ao final desse período. Foram observadas a duração do ciclo de vida (ovo-adulto), a porcentagem de parasitismo descontando-se a mortalidade natural do hospedeiro (Abbott 1925), a porcentagem de emergência da progênie, o número de parasitóides emergidos por pupa de *B. mori*, e a razão sexual ($rs = n^\circ$ de fêmeas/ n° de adultos). O sexo dos indivíduos foi determinado de acordo com características morfológicas da antena e abdome de *P. elaeisis* (Delvare & LaSalle 1993).

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4 x 4 (quatro idades do parasitóide e quatro idades do hospedeiro), em delineamento inteiramente casualizado, com 12 repetições. Os resultados da duração do ciclo, número de indivíduos emergidos por pupa de *B. mori* e a razão sexual do parasitóide foram analisados a 5% de probabilidade (ANOVA), sendo os valores significativos submetidos a análise de regressão. Os valores da porcentagem de parasitismo e emergência de *P. elaeisis* foram submetidos à análise de modelos lineares generalizados com distribuição binomial e, quando significativos, submetidos ao teste χ^2 ($P \leq 0,05$) com o programa estatístico R Statistical System (Ihaka & Gentleman 1996).

A equação do tipo polinomial e/ou superfície de resposta para análise de regressão foi adotada a partir dos modelos quadráticos: $y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_1^2 + e_i$, onde y = progênie de *P. elaeisis* por pupa; x_1 = idade da pupa de *B. mori*; β_i = parâmetros estimados e e_i = erro aleatório, e parabolóide: $y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_1x_1^2 + \beta_2x_2^2 + e_i$, em que y = progênie de *P. elaeisis* por pupa; β_i = parâmetros estimados, e_i = erro aleatório com uma e/ou duas variáveis independentes, respectivamente.

A equação que melhor se ajustou aos dados foi escolhida a partir dos modelos quadrático e parabolóide, com base no coeficiente de determinação (R^2) e na significância dos coeficientes de regressão (β_i) e de regressão pelo teste F (até 5% de probabilidade). Os valores máximos do número de parasitóides (progênie de *P. elaeisis*) emergidos por pupa de *B. mori* foram determinados pelo cálculo e resolução da derivada primeira do modelo parabolóide de regressão ajustado.

Resultados

O período de duração do parasitismo a emergência de adultos de *P. elaeisis* não foi afetado pela idade das fêmeas, mas sim pela idade das pupas de *B. mori* ($\hat{y} = 34,8483 + 0,00796632x^{NS} - 0,285661z - 0,000366924x^2^{NS} + 0,00190184z^2$), sendo (\hat{y}) o período de duração (x) e (z), a idade desse parasitóide e do hospedeiro, respectivamente. Assim, a duração do ciclo de vida de *P. elaeisis* foi analisada apenas para a idade do hospedeiro (24, 48, 72 ou 96h) ($F = 24,6991$; $P = 0,0001$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,9998$ e $Gl_{\text{erro}} = 78$) (Fig 1).

O parasitismo de *P. elaeisis* atingiu 100% das pupas de *B. mori*, independentemente da idade de suas fêmeas e das pupas desse hospedeiro. Entretanto, a idade das fêmeas de *P. elaeisis* afetou a porcentagem de emergência ($\chi^2 = 7,311$; $P = 0,007$), mas isso não ocorreu em relação à idade de pupas

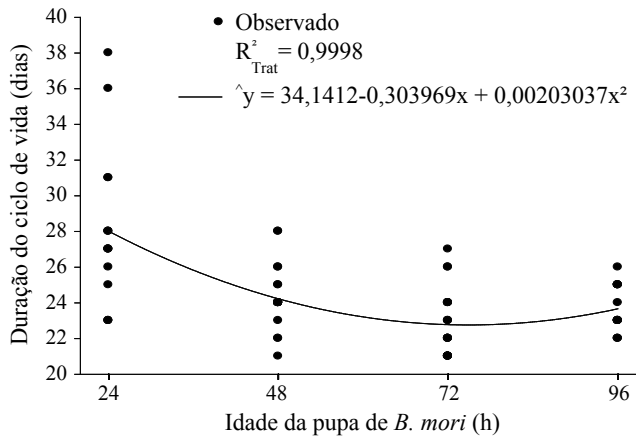


Fig 1 Duração do período de desenvolvimento do parasitismo a emergência de adultos *Palmistichus elaeisis* em pupas de *Bombyx mori* com 24, 48, 72 ou 96h de idade, a 25 ± 2°C, 70 ± 10% de umidade relativa e fotofase de 14h.

de *B. mori* ($\chi^2 = 0,004$; $P = 0,947$). Portanto, a emergência de *P. elaeisis* foi analisada apenas em relação à idade do parasitóide (24, 48, 72 ou 96h) ($F = 9,11$; $P = 0,0034$; $R^2_{\text{Trat}} = 0,8152$ e $Gl_{\text{erro}} = 15$) (Fig 2).

A idade de fêmeas de *P. elaeisis* e de pupas de *B. mori* afetou a produção de descendentes por pupa do parasitóide ($\hat{y} = -345,79 + 12,40x + 12,04z - 0,074x^2 - 0,096z^2$) ($R^2 = 0,2317$; $F = 7,4638$; $P = 0,0001$; $Gl_{\text{erro}} = 103$), sendo (\hat{y}) a descendência produzida de *P. elaeisis* em função da pupa de *B. mori* e (x) e (z) a idade da fêmea do parasitóide e da pupa, respectivamente. A derivada primeira dessa equação de regressão ajustada indicou produção máxima de *P. elaeisis* para fêmeas do parasitóide e pupas de *B. mori* com 83,8h e 62,5h de idade, respectivamente. Ao substituir x e z na equação por essas idades estima-se a produção de 550,6 indivíduos por pupa de *B. mori* (Fig 3).

A razão sexual de *P. elaeisis* foi semelhante nas diferentes combinações de idade do parasitóide e do hospedeiro *B. mori* com valores de 0,93 a 0,98 ($P > 0,05$).

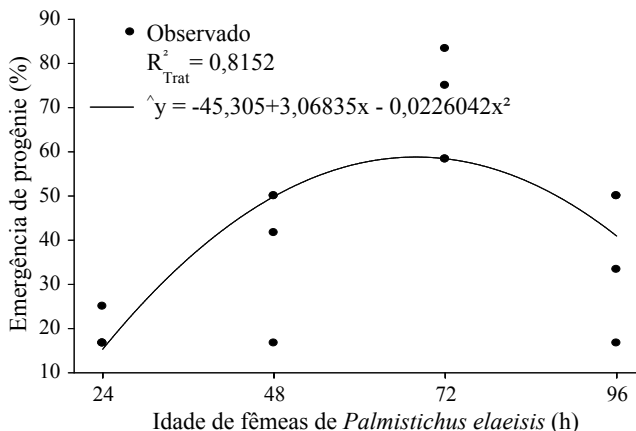


Fig 2 Porcentagem de emergência da progênie de *Palmistichus elaeisis* de pupas de *Bombyx mori* ao utilizar fêmeas do parasitóide com 24, 48, 72 ou 96h de idade, a 25 ± 2°C, 70 ± 10% de umidade relativa e fotofase de 14h.

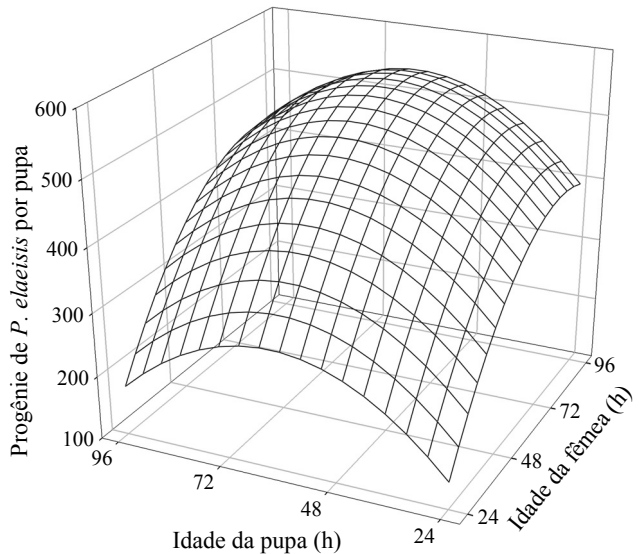


Fig 3 Progênie de *Palmistichus elaeisis* por pupa de *Bombyx mori* com 24, 48, 72 ou 96h e parasitadas por fêmeas do parasitóide com 24, 48, 72 ou 96h de idade, a 25 ± 2°C, 70 ± 10% de umidade relativa e fotofase de 14h ($\hat{y} = -345,79 + 12,408x + 12,045z - 0,074x^2 - 0,096z^2$) ($R^2 = 0,2317$; $F = 7,4638$; $P = 0,0001$; $gl_{\text{erro}} = 103$, sendo (\hat{y}) a progênie de *P. elaeisis* emergida por pupa e (x) e (z) as idades do hospedeiro e parasitóide, respectivamente).

Discussão

A maior duração do ciclo de vida (ovo, larva e pupa) de *P. elaeisis* em pupas de *B. mori* com 24h pode ter resultado da resposta imune do hospedeiro contra imaturos de parasitóides dessa idade. No entanto, esses mecanismos de defesa (taxa de encapsulação e produção de toxinas) não podem ser mantidos ativos por muito tempo devido ao seu alto custo metabólico (Schmidt et al 2001, Schmid-Hempel 2005). Assim, a menor duração de desenvolvimento de *P. elaeisis* em pupas de *B. mori* com 48h a 72h de idade poderia ter resultado de condições fisiológicas apropriadas para o parasitóide. Por outro lado, a tendência de aumento do ciclo de vida de *P. elaeisis* em pupas de *B. mori* com 96h pode ser explicada pelo fato de o hospedeiro estar em estágio adiantado de desenvolvimento, quando ocorrem mudanças drásticas dos tecidos, o que pode ter afetado sua qualidade nutricional e, conseqüentemente, reduzido a taxa de desenvolvimento do parasitóide, como relatado para *Pediobius fuscus* (Gahan) (Hymenoptera: Eulophidae) (Mohyuddin 1968).

A maior taxa de emergência da progênie de *P. elaeisis* proveniente de fêmeas com 72h e 96h em pupas de *B. mori* com 48h e 72h de idade evidencia que essas idades são mais adequadas para a criação do parasitóide. Por outro lado, as menores taxas de emergência de *P. elaeisis* de fêmeas com 24h podem ter ocorrido pelo fato as fêmeas não estarem ainda sexualmente maduras, pois o parasitóide apresentou período de pré-oviposição de 20h a 72h, dependendo do hospedeiro de criação.

Pupas de *B. mori* com 24h e 96h foram menos parasitadas e desfavoráveis ao desenvolvimento dos imaturos de *P.*

elaeisis que aquelas de 48h e 72h. Essa tendência corrobora a relatada para *Muscidifurax uniraptor* Kogan & Legner (Hymenoptera: Pteromalidae), com menor número de adultos por pupa de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) com 24h que naquelas com 48h e 72h de idade (Thomazini & Berti Filho 2000), o que pode substanciar a hipótese de que pupas em estágios avançados tornam-se de baixa qualidade ao parasitóide.

A maior progênie de *P. elaeisis* por pupa de *B. mori*, ambas com 72h de idade, pode ser explicada pelo fato de a fecundidade dos insetos depender da idade e ser, geralmente, dividida em pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição. A fecundidade atinge valores máximos na metade do segundo período da vida adulta e declina quando as fêmeas alcançam 60% do seu potencial reprodutivo (Morales-Ramos & Cate 1992). Esse declínio pode ser devido ao decréscimo da atividade fisiológica do parasitóide, do número de ovos depositados e da capacidade de parasitismo de fêmeas (Uçkan & Gulel 2002). A menor progênie de *P. elaeisis* em pupas de *B. mori* com 24h e 96h de idade indica que as mesmas são menos adequadas para esse parasitóide, provavelmente devido a mudanças morfológicas e fisiológicas (histólise, histogênese e diferenciação) durante a fase pupal (Chapman 1998). A ação dessas mudanças da pupa no desenvolvimento da progênie de parasitóides é pouco conhecida, mas pode determinar o grau de suscetibilidade do hospedeiro (Pfannenstiel *et al* 1996).

Palmistichus elaeisis apresentou razão sexual elevada, o que é importante para sistemas de criação massal, experimentos de laboratório e seleção de indivíduos para liberação no campo (Amalin *et al* 2005), pelo fato de as fêmeas serem responsáveis pela geração subsequente (Uçkan & Gulel 2002). A razão sexual obtida neste trabalho se assemelha àquela obtida para outros Eulophidae criados no hospedeiro alternativo *Neobellieria bullata* Parker (Diptera: Sarcophagidae) (Silva-Torres & Matthews 2003, Gonzáles *et al* 2004).

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que fêmeas de *P. elaeisis* com idades de 72h a 96h parasitam com maior sucesso pupas de *B. mori* com idades entre 48h e 72h e podem produzir até 550,6 indivíduos por pupa desse hospedeiro alternativo. Essa combinação de idades do parasitóide e do hospedeiro é mais adequada para a criação de *P. elaeisis* por favorecer a obtenção do maior número de descendentes e menor variação e duração da fase imatura do parasitóide, facilitando sua produção em larga escala para possíveis liberações no campo.

Agradecimentos

Ao Dr. Christer Hansson, do Department of Zoology, da Lund University, Sweden, e ao Dr. Marcelo Teixeira Tavares, do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo, pela identificação do parasitóide; à Empresa Fiação de seda (BRATAC S/A) pelo fornecimento de ovos de *B. mori*; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

Referências

- Abbott W S (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ Entomol* 18: 265-267.
- Amalin D M, Pena J E, Duncan R E (2005) Effects of host age, female parasitoid age, and host plant on parasitism of *Ceratogramma etiennei* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Fla Entomol* 88: 77-82.
- Bittencourt M A L, Berti Filho E (1999) Preferência de *Palmistichus elaeisis* por pupas de diferentes lepidópteros pragas. *Sci. Agric.* 56: 1281-1283.
- Bittencourt M A L, Berti Filho E (2004a) Exigências térmicas para o desenvolvimento de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de cinco espécies de lepidópteros. *Iheringia Ser Zool* 94: 321-323.
- Bittencourt M A L, Berti Filho E (2004b) Desenvolvimento dos estágios imaturos de *Palmistichus elaeisis* Delvare e LaSalle (Hymenoptera, Eulophidae) em pupas de Lepidoptera. *Rev Bras Entomol* 48: 65-68.
- Bittencourt M A L, Faria J C, Berti Filho E (2004c) Influência do sexo e da temperatura, de diferentes espécies de lepidópteros, sobre o parasitismo por *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Rev Agric* 79: 304-311.
- Chapman R F (1998) *The insects: structure and function*. Cambridge, Cambridge University Press, 770p.
- Cooperband M F, Matthews R W, Vinson S B (2003) 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.
- Delvare G, LaSalle J (1993) A new genus of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae) from the Neotropical region, with the description of a new species parasitica on key pests of oil palm. *J Nat Hist* 27: 435-444.
- Gonzáles J M, Abe J, Matthews R W (2004) Offspring production and development in the parasitoid wasp *Melittobia clavicornis* (Cameron) (Hymenoptera: Eulophidae) from Japan. *Entomol Sci* 7: 15-19.
- Gunduz E A, Gulel A (2005) Investigation of fecundity and sex ratio in the parasitoid *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) in relation to parasitoid age. *Turk J Zool* 29: 291-294.
- Harbison J L, Legaspi J C, Fabritius S L, Saldaña R R, Legaspi B C, Enkegaard A (2001) Effects of age and host number on reproductive biology of *Allorhogas pyralophagus* (Hymenoptera: Braconidae) attacking the Mexican rice borer (Lepidoptera: Pyralidae). *Environ Entomol* 30: 129-135.
- Harvey J A, Gols G J Z (1998) The influence of host quality on progeny and sex allocation in the pupal ectoparasitoid *Muscidifurax raptorellus* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Bull Entomol Res* 88: 299-304.
- Ihaka R, Gentleman R (1996) R: a language for data analysis and graphics. *J Comput Stat* 5: 299-314.

- Matos Neto F C, Zanuncio J C, Cruz I, Guedes R N C, Picanço M C (2004) Progeny production and parasitism by *Campoletis flavicincta* (Hym.: Ichneumonidae) as affected by female ageing. *Biol Agric Hort* 22: 369-378.
- Mohyuddin A I (1968) Notes on the distribution and biology of the *Pediobius furvus* (Gah.) (Hym., Eulophidae), a parasite of graminaceous stem-borers. *Bull Entomol Res* 59: 681-689.
- Morales-Ramos J A, Cate J R (1992) Laboratory determination of age-dependent fecundity, development, and rate of increase of *Catolaccus grandis* (Burks) (Hymenoptera: Pteromalidae). *Ann Entomol Soc Am* 85: 469-477.
- Parra J R P (2002) Controle biológico: criação massal de inimigos naturais, p.143-161. In Parra J R P, Botelho P S M, Corrêa-Ferreira B S, Bento J M S (eds) *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. São Paulo, Manole, 635p.
- Pereira F F, Zanuncio J C, Serrão J E, Pastori P L, Ramalho F S (2009) Reproductive performance of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) with previously refrigerated pupae of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). *Braz J Biol* 69: 631-637.
- Pereira F F, Zanuncio T V, Zanuncio J C, Pratisoli D, Tavares M T (2008) Species of Lepidoptera defoliators of eucalypt as new hosts for the polyphagous parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Braz Arch Biol Technol* 51: 259-262.
- Pfannenstiel R S, Browning H W, Smith Jr J W (1996) Suitability of Mexican rice borer (Lepidoptera: Pyralidae) as a host for *Pediobius furvus* (Hymenoptera: Eulophidae). *Environ Entomol* 25: 672-676.
- Schmidt O, Theopold V, Strand M R (2001) Innate immunity and its evasion and suppression by Hymenoptera endoparasitoid. *BioEssays* 234: 344-351.
- Schmid-Hempel P (2005) Evolutionary ecology of insect immune defenses. *Annu Rev Entomol* 50: 529-551.
- Silva-Torres C S A, Matthews R W (2003) Development of *Melittobia australica* Girault and *M. digitata* Dahms (Parker) (Hymenoptera: Eulophidae) parasiting *Neobellieria bullata* (Parker) (Diptera: Sarcophagidae) puparia. *Neotrop Entomol* 32: 645-651.
- Thomazini M J, Berti-Filho E (2000) Influência da densidade e idade de pupas de mosca doméstica no parasitismo por *Muscidifurax uniraptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Rev Agric* 75: 339-348.
- Uçkan F, Gulel A (2002) Age-related fecundity and sex ratio variation in *Apanteles galleriae* (Braconidae) and host effect on fecundity and sex ratio of its hyperparasitoid *Dibrachys boarmiae* (Hym., Pteromalidae). *J Appl Entomol* 126: 534-537.
- Ueno T (1999) Host-size-dependent sex ratio in a parasitoid wasp. *Res Pop Ecol* 41: 47-57.
- Zanuncio J C, Zanuncio T V, Freitas F A, Pratisoli D (2003) Population density of Lepidoptera in a plantation of *Eucalyptus urophylla* in the state of Minas Gerais, Brazil. *Anim Biol* 53: 17-26.

Received 19/II/07. Accepted 14/VII/09.
