

CAPACIDADE DE BUSCA E REPRODUÇÃO DE *Trichospilus diatraeae* E *Palmistichus elaeisis* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EM PUPAS DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

Roberto Augusto Chichera, Fabricio Fagundes Pereira, Samir Oliveira Kassab, Rogério Hidalgo Barbosa, Patrik Luiz Pastori e Camila Rossoni

RESUMO

O sucesso no controle de pragas depende da capacidade do parasitoide localizar e parasitar o hospedeiro. Dessa forma, estudaram-se aspectos biológicos e a habilidade dos parasitoides *Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) criados em *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em localizar e parasitar pupas desse lepidóptero. Trinta e seis pupas de *D. saccharalis* foram individualizadas em tubos de vidro com três tratamentos e 12 repetições. Os tratamentos foram: 1) uma fêmea de *P. elaeisis*/pupa, 2) uma fêmea de *T. diatraeae*/pupa e 3) (uma fêmea de *P. elaeisis* + uma de *T. diatraeae*)/pupa. Os parasitoides foram retirados dos tubos após 24h e as pupas mantidas a 25 ±1°C, 70 ±10% de umidade relativa (UR) e 14h de fotoperíodo até a emergência

dos adultos. Para analisar a habilidade de busca e parasitismo foram utilizados 75 internódios de cana-de-açúcar (10-15cm) onde se introduziu uma pupa de *D. saccharalis* com 24h de idade. Cada internódio foi colocado em uma garrafa plástica transparente onde 21 fêmeas de *P. elaeisis* ou 21 de *T. diatraeae* e no outro tratamento 21 fêmeas de *P. elaeisis* + 21 fêmeas de *T. diatraeae* foram liberadas. Essas pupas foram individualizadas, após 72h, em tubos de vidro a 25 ±1°C, 70 ±10% UR e 14h de fotoperíodo. *Palmistichus elaeisis* foi dominante em parasitar pupas de *D. saccharalis* nos tubos de vidro. *Trichospilus diatraeae* foi mais eficiente em parasitar e se desenvolver em pupas de *D. saccharalis* no interior de colmos de cana-de-açúcar.

Introdução

Parasitoides podem regular populações de insetos e se destacam como um dos principais grupos de inimigos naturais (Van Driesche e Bellows 1996; Dall'Oglio *et al.*, 2003). Esses organismos se distribuem em inúmeras e com diferentes modo de vida, sendo a parasitica mais diversa e abundante em Hymenoptera (Pennacchio e Strand, 2006). A conservação ou liberações de parasitoides são tipos de controle biológico utilizados para manter populações de insetos em equilíbrio (Mills, 2009).

A coleta, identificação e a criação de inimigos naturais em

laboratório são etapas importantes de programas de controle biológico aplicado de insetos-praga. Além disso, o conhecimento de aspectos morfológicos, comportamentais e principalmente biológicos, constitui informações básicas para outros estudos como a seleção de espécies ou linhagens de parasitoides com potencial para o controle de pragas (Parra *et al.*, 2002).

O número de hospedeiros (ovo, larva, lagarta, pré-pupa, pupário, pupa ou insetos adultos) com sinais de parasitismo (alteração da coloração, presença de orifícios), número de parasitoides emergidos por hospedeiro (progênie), duração do ciclo de vida (ovo-adulto), número de fêmeas em relação ao total de indivíduos (razão sexual), longevidade dos indivíduos, número de indivíduos que não completam o ciclo (imaturos) e tamanho do corpo do parasitoide devem ser incluídos em estudos de biologia reprodutiva de parasitoides (Pereira *et al.*, 2010a, b).

Palmistichus elaeisis Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) e *Trichospilus diatraeae* Cherian & Margabandhu (Hymenoptera: Eulophidae) apresentam potencial para o controle de pragas, especialmente lepidópteros (Pereira *et al.*, 2010a, b; Pas-

tori *et al.*, 2012). Estes parasitoides foram relatados em insetos das famílias Arctiidae (Delvare e Lasalle, 1993; Zaché *et al.*, 2012a), Bombycidae (Pereira *et al.*, 2009a), Crambidae (Paron e Berti-Filho, 2000; Bittencourt e Berti-Filho, 2004) Geometridae (Pereira *et al.*, 2008a, b, 2011; Soares *et al.*, 2009; Zaché *et al.*, 2010; Pastori *et al.*, 2012), Noctuidae (Bittencourt e Berti-Filho, 1999, 2004; Andrade *et al.*, 2010) e Riodinidae (Zaché *et al.*, 2011, 2012b).

A biologia de *T. diatraeae* e *P. elaeisis* foi estudada em diversos hospedeiros e isto levou a questionar qual dessas espécies pode ter maior eficiência no

controle de pragas.

PALAVRAS CHAVE / Controle Biológico / *Diatraea saccharalis* / Localização de Hospedeiro / *Palmistichus elaeisis* / Parasitoides / *Trichospilus diatraeae* /

Recebido: 02/08/2012. Modificado: 09/10/2012. Aceito: 26/11/2012.

Roberto Augusto Chichera. Engenheiro Agrônomo, Universidade de Marília (UNIMAR), Brasil. Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Brasil.
Fabricio Fagundes Pereira. Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil. Mestre em Fi-

tossanidade/Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil. Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Brasil. Pesquisador e Professor, UFGD, Brasil.
Samir Oliveira Kassab. Biólogo, Mestre e Doutorando em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, UFGD, Brasil. Endereço: Faculdade de Ciên-

cias Biológicas e Ambientais, UFGD. Caixa Postal 322, CEP 79804-970, Dourados, MS, Brasil. e-mail: samirkassab@gmail.com
Rogério Hidalgo Barbosa. Engenheiro Agrônomo, Faculdade Anhanguera de Dourados (FAD), Brasil. Mestrando em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, UFGD, Brasil.
Patrik Luiz Pastori. Engenheiro

Agrônomo, UFES, Brasil. Mestre em Ciências Biológicas (Entomologia), Universidade Federal do Paraná, Brasil. Doutor em Fitotecnia (Produção Vegetal), UFV, Brasil. Pesquisador e Professor, Universidade Federal do Ceará, Brasil.
Camila Rossoni. Bióloga e Mestranda em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, UFGD, Brasil.

ABILITY TO QUEST AND REPRODUCTION OF *Trichospilus diatraeae* AND *Palmistichus elaeisis* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) IN PUPAE OF *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

Roberto Augusto Chichera, Fabricio Fagundes Pereira, Samir Oliveira Kassab, Rogério Hidalgo Barbosa, Patrik Luiz Pastori and Camila Rossoni

SUMMARY

Successful pest control depends on the ability of the parasitoid to locate and parasitize the host. Thus, we studied biological aspects and the ability of parasitoids *Trichospilus diatraeae* and *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) reared on *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) to locate and parasitize pupae of this insect. Thirty-six pupae of *D. saccharalis* were isolated in glass tubes with three treatments and 12 repetitions. The treatments were: 1) a female *P. elaeisis*/pupa, 2) a female *T. diatraeae*/pupa and 3) (a female *P. elaeisis* + one *T. diatraeae*)/pupa. The parasitoids were removed from the tubes after 24h and pupae were kept at 25 ±1°C, 70 ±10% relative humidity (RH) and 14h photoperiod until adult

emergence. To analyze the ability for search and parasitism, 75 internodes of sugar cane (10-15cm) stalks were used and a 24h old pupa of *D. saccharalis* was introduced in each of them. Each internode was placed in a transparent plastic bottle where 21 females of *P. elaeisis* or twenty-one females of *T. diatraeae* and in the other treatment of 21 females of *P. elaeisis* + 21 females of *T. diatraeae* were released. These pupae were isolated, after 72h, in glass tubes at 25 ±1°C, 70 ±10% RH and 14h photoperiod. *Palmistichus elaeisis* was dominant in parasitizing pupae of *D. saccharalis* in glass tubes. *Trichospilus diatraeae* was more efficient to parasitize and develop into pupae of *D. saccharalis* inside stalks of sugar cane.

CAPACIDAD DE BÚSQUEDA Y REPRODUCCIÓN DE *Trichospilus diatraeae* Y *Palmistichus elaeisis* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) EN PUPAS DE *Diatraea saccharalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)

Roberto Augusto Chichera, Fabricio Fagundes Pereira, Samir Oliveira Kassab, Rogério Hidalgo Barbosa, Patrik Luiz Pastori y Camila Rossoni

RESUMEN

El éxito en el control de plagas depende de la capacidad del parasitoide de localizar y parasitar el hospedero. Por ello, se estudiaron aspectos biológicos y la habilidad de los parasitoides *Trichospilus diatraeae* y *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) criados en *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) en localizar y parasitar pupas de este lepidóptero. Treinta y seis pupas de *D. saccharalis* fueron individualizadas en tubos de vidrio con tres tratamientos y 12 repeticiones. Los tratamientos fueron: 1) una hembra de *P. elaeisis*/pupa, 2) una hembra de *T. diatraeae*/pupa y 3) (una hembra de *P. elaeisis* + una de *T. diatraeae*)/pupa. Los parasitoides fueron retirados de los tubos luego de 24h y las pupas mantenidas a 25 ±1°C, 70 ±10% de humedad relativa (UR) y 14h de fotoperiodo hasta la emergencia de los adultos. Para analizar

la habilidad de búsqueda y parasitismo fueron utilizados 75 entrenudos de caña de azúcar (10-15cm) donde se introdujo una pupa de *D. saccharalis* con 24 horas de edad. Cada entrenudo fue colocado en una botella plástica transparente donde 21 hembras de *P. elaeisis*, 21 de *T. diatraeae* o, en el tercer tratamiento, 21 hembras de *P. elaeisis* + 21 hembras de *T. diatraeae* fueron liberadas. Esas pupas fueron individualizadas, luego de 72h, en tubos de vidrio a 25 ±1°C, 70 ±10% UR y 14h de foto periodo. *Palmistichus elaeisis* fue dominante en parasitar pupas de *D. saccharalis* en los tubos de vidrio. *Trichospilus diatraeae* fue más eficiente en parasitar y desarrollarse en pupas de *D. saccharalis* en el interior de tallos de caña de azúcar.

parasitismo de pupas de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae), pois esse inseto-praga empupa no interior de colmos de cana-de-açúcar (Dinardo-Miranda *et al.*, 2011, 2012). Dessa forma, o objetivo deste estudo foi comparar os aspectos biológicos, reprodutivos e a habilidade de *T. diatraeae* e *P. elaeisis* criados em *D. saccharalis*, em localizar e parasitar pupas dessa praga no interior de internódios de cana-de-açúcar.

Material e Métodos

Local de condução dos experimentos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia/Controle Biológico (LECO-

BIOL), Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Criação do hospedeiro *D. saccharalis*

Ovos viáveis de *D. saccharalis* foram acondicionados em frascos de vidro (8,5cm de diâmetro e 13cm de altura) com dieta artificial e as lagartas recém-eclodidas permaneceram, nestes recipientes, até o último instar. Essas lagartas foram transferidas para placas de Petri descartáveis (6,5cm de diâmetro e 2,5cm de altura) com um quadrado de dieta de realimentação (3cm de lado e 1,5cm de altura) até a formação das pupas. As pupas foram recolhidas, sexadas

e colocadas 50 (20 machos e 30 fêmeas) por gaiola de PVC (10cm de diâmetro e 22cm de altura) revestidas internamente com folha de papel sulfite como substrato para oviposição. Estes tubos foram fechados com tecido do tipo 'voil' e elástico segundo os procedimentos de Parra (2007) com modificações.

Criação dos parasitoides *P. elaeisis* e *T. diatraeae*

Adultos de *P. elaeisis* e *T. diatraeae* foram mantidos em tubos de vidro (2,5cm de diâmetro e 8,5cm de altura) vedados com algodão e com gotículas de mel puro. Pupas de *D. saccharalis*, com 24-48h de idade foram expostas aos parasitoides por 24h para se manter

a criação do mesmo. Após esse período, as pupas foram individualizadas em tubos de vidro em câmara climatizada a 25 ±1°C, 70 ±10% de umidade relativa (UR) e 14h de fotoperíodo, até a emergência de adultos. A metodologia utilizada para a criação destes parasitoides foi adaptada de Pereira *et al.* (2008a, b).

Aspectos biológicos reprodutivos

Trinta e seis pupas de *D. saccharalis* (biomassa média de 0,208g e 24-72h de idade) foram individualizadas em tubos de vidro (2,5cm de diâmetro e 8,5cm de altura) em três tratamentos com 12 repetições, representados pela exposição a

uma fêmea de *P. elaeisis* ou uma de *T. diatraeae* e uma fêmea de *P. elaeisis* e uma de *T. diatraeae*, todas com 72h de idade (Pereira *et al.*, 2008a, b). O parasitismo foi permitido por 24h e os parasitoides retirados dos tubos e as pupas hospedeiras mantidas em câmaras climatizadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 14h de fotoperíodo até a emergência dos adultos dos parasitoides.

Foram obtidos o parasitismo (número de pupas de *D. saccharalis* com emergência de parasitoides mais pupas sem emergência de adultos de *D. saccharalis*)/(número de pupas) $\times 100$); a emergência (número de pupas de *D. saccharalis* com emergência de adultos dos parasitoides)/(número de pupas parasitadas) $\times 100$); a duração do ciclo de vida (ovo-adulto); o número de parasitoides emergidos por pupa (progenie), razão sexual (número de fêmeas/ número de adultos); longevidade dos descendentes machos e fêmeas (emergência dos adultos (alimentados com gotícula de mel puro) até o último dia de vida); e o tamanho do corpo em mm (início da cabeça ao último segmento abdominal) de fêmeas. A mortalidade natural dos hospedeiros foi corrigida pela fórmula de Abbott (1925) nas condições do experimento, com pupas de *D. saccharalis* individualizadas em tubos de vidro (2,5cm de diâmetro e 8,5cm de altura) sem parasitoides. O sexo dos adultos de *T. diatraeae* e de *P. elaeisis* foi determinado pelas características morfológicas da antena e abdome dos mesmos (Bittencourt e Berti-Filho, 1999; Paron e Berti-Filho, 2000).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos e doze repetições, cada uma com uma pupa hospedeira. Os dados das características biológicas foram submetidos à análise de variân-

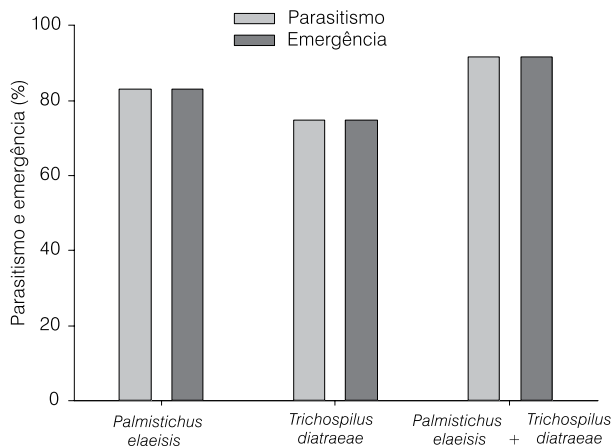


Figura 1. Parasitismo e emergência de *Palmistichus elaeisis* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) em tubos de vidro (2,5cm de diâmetro e 8,5cm de altura), a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotofase de 14h ($P=0,583$). Apenas *P. elaeisis* emergiu no tratamento com as duas espécies de parasitoides.

cia (teste F) e, quando significativos, ao teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Os valores de parasitismo e emergência foram submetidos à análise de modelos lineares generalizados com distribuição binomial ($P \leq 0,05$).

Habilidade de busca e parasitismo

Em cada um dos 75 internódios de cana-de-açúcar (IAC 86-2480) com 10-15cm de comprimento e um orifício nos mesmos foi introduzida uma pupa de *D. saccharalis*, com 24h de idade e biomassa de 0,182g. Após a introdução das pupas, cada internódio foi inserido no interior de garrafas plásticas transparentes com capacidade de dois litros. Vinte e uma fêmeas de *P. elaeisis* ou de *T. diatraeae* e 21 fêmeas de *P. elaeisis* + 21 de *T. diatraeae* com 72h de idade, foram liberadas nessas garrafas representando os tratamentos e o parasitismo permitido por 72h (Pereira *et al.*, 2008a, b). As pupas foram retiradas dos orifícios, individualizadas em tubos de vidro (2,5cm de diâmetro e 8,5cm de altura) e mantidas em câmaras a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e 14h de fotoperíodo até a emergência dos adultos dos parasitoides.

O parasitismo, emergência, duração do ciclo de vida, progenie e a razão sexual dos parasitoides forma avaliadas. O deli-

neamento experimental foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e cinco repetições, sendo cada constituida por cinco pupas. A mortalidade do hospedeiro, sexo dos parasitoides e testes estatísticos foram os mesmos utilizados no experimento anterior.

Resultados

Aspectos biológicos reprodutivos

P. elaeisis apresentou maior taxa de parasitismo

(91,66%) e de emergência (91,66%) em pupas de *D. saccharalis*, sozinho, ou com *T. diatraeae*, 75% de parasitismo e de emergência (Figura 1). A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) dos parasitoides *P. elaeisis* e *T. diatraeae* em pupa de *D. saccharalis* foi semelhante entre os tratamentos (Tabela I).

A progenie de *T. diatraeae* foi maior ($136,56 \pm 9,84$) no segundo tratamento, que no primeiro ($111,60 \pm 2,19$). Apenas de *P. elaeisis* emergiu no tratamento 3, com duas espécies juntas parasitando pupas de *D. saccharalis*, com $107,18 \pm 4,99$ adultos (Tabela I).

A razão sexual dos parasitoides, por pupa de *D. saccharalis* foi maior que 0,95 em todos os tratamentos. A longevidade de fêmeas de *P. elaeisis* foi maior no tratamento 1 ($22,05 \pm 0,59$) e no 3 ($20,40 \pm 0,80$) que no 2 ($17,70 \pm 1,09$ dias). A longevidade de machos de *P. elaeisis* foi de $19,80 \pm 0,55$ dias (tratamento 3), maior que nos demais tratamentos. O tamanho do corpo de fêmeas de *P. elaeisis* foi de $2,04 \pm 0,01$ mm e o de fêmeas de *T. diatraeae* de $1,55 \pm 0,02$ mm (Tabela I).

Habilidade de busca e parasitismo

P. elaeisis e *T. diatraeae* encontraram e parasitaram pupas de *D. saccharalis* no interior de

colmos de cana-de-açúcar. O maior parasitismo (56%) e emergência (71%) foram de *T. diatraeae* e não houve emergência de *P. elaeisis* (Figura 2). Pupas de *D. saccharalis* não foram parasitadas no interior de colmos de cana-de-açúcar, quando os parasitoides foram liberados juntos.

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *T. diatraeae* em pupas de *D. saccharalis* em colmos de cana-de-açúcar foi de $17,30 \pm 0,21$ dias. A progenie (número de indivíduos emergidos por pupa de *D. saccharalis*) de *T. diatraeae* foi de $220,70 \pm 45,10$ e a razão sexual por pupa de *D. saccharalis* de $0,57 \pm 0,08\%$.

Discussão

A maior porcentagem de parasitismo e de emergência de *P. elaeisis* em pupa de *D. saccharalis* em tubos de vidro pode ser atribuída à maior tamanho do corpo, capacidade de caminhar e voo desse parasitoides (Pereira *et al.*, 2009b, 2010b). Parasitoides podem injetar toxinas durante a oviposição para superar a resposta imune por encapsulação do hospedeiro (Schmid-Hempel, 2005). *P. elaeisis*, por ser maior, poderia injetar mais toxinas na pupa de *D. saccharalis* que *T. diatraeae*. A emergência, apenas, de *P. elaeisis* de pupas de *D. saccharalis*, quando junto com *T. diatraeae* é outro indicativo da superioridade dessa espécie.

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *P. elaeisis* e *T. diatraeae* é semelhante, cerca de 22,8 dias, e menor que o de *D. saccharalis* é de aproximadamente 40 dias (Pinto *et al.*, 2009). Isto indica que, em casos de liberações no campo, o crescimento populacional desses parasitoides poderá ser mais rápido que o dessa praga. O número de gerações anuais desses parasitoides será quase o dobro de *D. saccharalis*, o que é importante para o controle biológico dessa praga, que apresenta elevado potencial biótico, capacidade de se proteger contra predadores e parasitoides, além de resistir às mudanças climáticas e, por consequência causar

prejuízos nos canaviais (Rodrigues, 2010; Dinardo-Miranda *et al.*, 2012).

A maior progênie de *T. diatraeae* mostra que suas fêmeas ovipositaram maior número de ovos por pupa de *D. saccharalis*. A progênie depende do grau de competição entre indivíduos no mesmo hospedeiro, resultando em menor tamanho do corpo (Fidgen *et al.*, 2000; Riddick, 2008). Esses parasitoides apresentam elevada capacidade de reprodução, com geração de mais de 100 descendentes com qualidade (tamanho e desempenho reprodutivo semelhantes aos encontrados na natureza). Esta característica e a proporção de fêmeas em relação a machos, na maioria das vezes acima de 90% mostra o potencial das mesmas para o controle biológico (Pereira *et al.*, 2010a, b).

A longevidade dos adultos (machos e fêmeas) de *P. elaeisis* e *T. diatraeae* superior a 10 dias é suficiente para que, quando liberados, encontrem seus hospedeiros e se reproduzam. *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) parasitoide larval com características diferentes, vive em média três dias e tem sido utilizado com sucesso no controle biológico de *D. saccharalis* (Silva *et al.*, 2012). Além disso, quanto maior a longevidade do adulto, maior o tempo para transporte das biofábricas para os locais de liberação. Fêmeas de *P. elaeisis* são maiores que às de *T. diatraeae* e, por isto, têm maior potencial reprodutivo e vivem por mais tempo sem alimento (Ellers *et al.*, 1998; Hohmann e Luck, 2004).

TABELA I
CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS* DE *P. elaeisis* E *T. diatraeae*
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) PARASITANDO PUPAS DE *D. saccharalis*
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM TUBOS DE VIDRIO**

Características biológicas	<i>Palmistichus elaeisis</i> (n) ¹	<i>Trichospilus diatraeae</i> (n) ¹
Duração do ciclo de vida (dias)	22,80±0,25 a	10
Progênie	111,60±2,19 b	10
Razão sexual	0,96±0,00 ab	10
Longevidade das fêmeas (dias)	20,40±0,80 a	20
Longevidade dos machos (dias)	10,20±0,74 c	10
Tamanho do corpo da fêmea (mm)	2,04±0,01 a	10

Características biológicas	<i>Palmistichus elaeisis</i> e <i>Trichospilus diatraeae</i> (n) ^{1*}
Duração do ciclo de vida (dias)	22,91±0,25 a
Progênie	107,18±4,99 b
Razão sexual	0,96±0,00 b
Longevidade das fêmeas (dias)	22,05±0,59 a
Longevidade dos machos (dias)	19,80±0,55 a
Tamanho do corpo da fêmea (mm)	2,03±0,03 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(n)¹ número de repetições com emergência de parasitoides

(n)^{1*} Emergência somente de *Palmistichus elaeisis*

* a 25 ±1°C, 70 ±10% umidade relativa e fotofase de 14h

** 2,5cm de diâmetro e 8,5cm de altura.

Isto, também, ocorre para machos, com maior tempo de vida terá mais sucesso no acasalamento (Sagarra *et al.*, 2001).

De maneira geral, *P. elaeisis* apresentou melhores caracterís-

ticas biológicas (parasitismo, emergência e longevidade) do que *T. diatraeae*, quando criados individualmente em pupas de *D. saccharalis* no interior de tubos de vidro. Quando estes parasitoides foram criados juntos, *P. elaeisis* foi considerada a espécie que melhor explora o recurso encontrado na pupa hospedeira.

O fato de *T. diatraeae* na densidade de 21 fêmeas ter encontrado e parasitado mais de 50% das pupas de *D. saccharalis* no interior de colmos de cana-de-açúcar permite evidenciar que, apesar de ser considerado parasitoide de lepidópteros que, normalmente, empupam em folhas (Pereira *et al.*, 2008a), pode entrar em orifícios de internódios de cana-de-açúcar e parasitar pu-

pas de *D. saccharalis*. No entanto, o fato de *P. elaeisis* não emergir dessas pupas, pode indicar que mesmo injetando toxinas, não tenha ovipositado devido à dificuldade de manipulação do hospedeiro, por ser maior que *T. diatraeae*. Isto pode ser confirmado pela ausência de imaturos de *P. elaeisis* no interior de pupas de *D. saccharalis* supostamente parasitadas (não houve emergência de adultos desse hospedeiro e a mortalidade natural foi nula). A posição das pupas (horizontalmente) no interior dos colmos pode ter dificultado a oviposição de *P. elaeisis* e isto deve ser estudado para se determinar a capacidade de *P. elaeisis* no controle biológico de *D. saccharalis*.

A maior eficiência de *T. diatraeae* em parasitar e se desenvolver em pupas de *D. saccharalis* no interior de colmos de cana-de-açúcar e geração superior a 200 descendentes, mais da metade fêmeas, é importante para o estabelecimento de suas populações no campo. O aumento da densidade de fêmeas de *T. diatraeae* por pupa de *D. saccharalis* gerou maior número de descendentes e a competição entre imaturos pode ter reduzido no ciclo (ovo-adulto) desse parasitoide. No entanto, isto pode ser benéfico, pois o menor ciclo de vida leva a um maior número de gerações anuais e consequentemente maior população.

O menor parasitismo de pupas de *D. saccharalis* no interior de colmos de cana-de-açúcar em relação aos tubos de vidro pode ser devido ao aumento da densidade de *T. diatraeae* e *P. elaeisis*. Parasitoides, em elevadas densidades, podem gerar

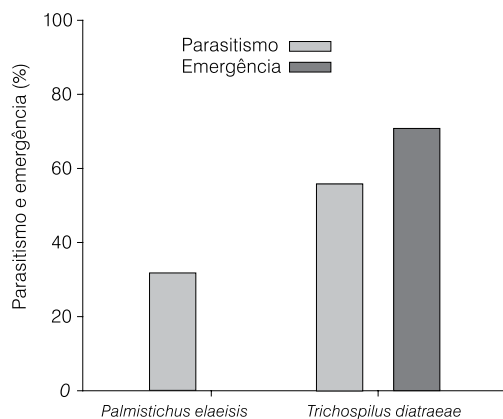


Figura 2. Parasitismo e emergência de *Palmistichus elaeisis* e *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) por pupa de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) introduzida em internódios de cana-de-açúcar a 25 ±1°C, 70 ±10% de umidade relativa e fotofase de 14h (resultado da análise para o parasitismo P=0,05).

competição pelo hospedeiro e influenciar negativamente na capacidade reprodutiva de agentes de controle biológico (Soares et al., 2009).

A interação de *P. elaeisis* e *T. diatraeae* no campo, a influência da associação destas espécies sobre outros parasitoides nos agroecossistemas, a capacidade de parasitismo e a preferência por hospedeiro, devem ser estudadas para que se possam entender as possíveis consequências, caso *P. elaeisis* e *T. diatraeae* sejam utilizados em associação nos programas de controle biológico de lepidópteros-praga.

Conclusão

As taxas de parasitismo, de emergência e longevidade de *P. elaeisis* foram melhores que as de *T. diatraeae* com pupas de *D. saccharalis* em tubos de vidro, junto ou não com *T. diatraeae*.

P. elaeisis foi dominante em parasitar pupas de *D. saccharalis* nos tubos de vidro.

T. diatraeae foi mais eficiente em parasitar e se desenvolver em pupas de *D. saccharalis* no interior de colmos de cana-de-açúcar.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), e a Jairo Campos Gaona e Gabriela Piñeyro (FCBA/UFMGD) pelas traduções do título e resumo para a língua espanhola.

REFERÊNCIAS

Abbott WS (1925) A method of computing the effectiveness of a insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.

Andrade GS, Serrão JE, Zanuncio JC, Zanuncio TV, Leite GLD, Polanczyk RA (2010) Immunity of an alternative host can be overcome by higher densities of its parasitoids *Palmistichus elaeisis* and

Trichospilus diatraeae. *PLOS ONE* 05: 1-7.

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

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

Dall'Oglio OT, Zanuncio JC, Freitas FA, Pinto R (2003) Himenópteros parasitoides coletados em povoamento de *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, estado de Minas Gerais. *Ciênc. Florest.* 13: 123-129.

Delvare EG, 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. *J. Nat. Hist.* 27: 435-444.

Dinardo-Miranda LL, Fracasso JV, Perecin D (2011) Variabilidade espacial de populações de *Diatraea saccharalis* em canaviais e sugestão de método de amostragem. *Bragantia* 70: 577-585.

Dinardo-Miranda LL, Anjos IA, Costa VP, Fracasso JV (2012) Resistance of sugarcane cultivars to *Diatraea saccharalis*. *Pesq. Agropec. Bras.* 47: 1-7.

Ellers J, Van Alphen JJM, Sevenster JG (1998) A field study of size-fitness relationships in the parasitoid *Asohara tabida*. *J. Anim. Ecol.* 67: 318-324.

Fidgen JG, Eveleigh ES, Quiring DT (2000) Influence of host size on oviposition behaviour and fitness of *Elachertus cacoeciae* attacking a low-density population of spruce budworm *Choristoneura fumiferana* larvae. *Ecol. Entomol.* 25: 156-164.

Hohmann CL, Luck RF (2004) Effect of host availability and egg load in *Trichogramma platneri* Nagar-katti (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and its consequences on progeny quality. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 47: 413-422.

Mills N (2009) Parasitoids. In Resh VH, Cardé RT (Eds.) *Encyclopedia of Insects*. Elsevier. Amsterdam, Holanda. pp. 748-751.

Paron MR, Berti-Filho E (2000) Capacidade reprodutiva de *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de diferentes hospedeiros (Lepidoptera). *Sci. Agric.* 57: 355-358.

Parra JRP (2007) *Técnicas de Criação de Insetos para Programa de Controle Biológico*. Esalq/Fevalq. Piracicaba, Brasil. 134 pp.

Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS (2002) *Controle Biológico no*

Brasil. Manole. São Paulo, Brasil. 635 pp.

Pastori PL, Pereira FF, Andrade GS, Silva RO, Zanuncio JC, Pereira AIA (2012) Reproduction of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) in pupae of two lepidopterans defoliators of eucalypt. *Rev. Col. Entomol.* 38: 91-93.

Pennacchio F, Strand MR (2006) Evolution of development strategies in parasitic Hymenoptera. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 233-258.

Pereira FF, Zanuncio TV, Zanuncio JC, Pratisoli D, Tavares MT (2008a) Species of Lepidoptera defoliators of eucalyptus as new host for the parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Braz. Arch. Biol. Technol.* 51: 259-262.

Pereira FF, Zanuncio JC, Tavares MT, Pastori PL, Jacques GC, Vilela EF (2008b) New record of *Trichospilus diatraeae* as a parasitoid of the eucalypt defoliator *Thyrinteina arnobia* in Brazil. *Phytoparasitica* 36: 304-306.

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

Pereira FF, Zanuncio JC, Serrão JE, Nonato HN, Fávero K, Grance EV (2009b) Progenie de *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) parasitando pupas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) de diferentes idades. *Neotrop. Entomol.* 38: 660-664.

Pereira FF, Zanuncio JC, Pastori PL, Pedrosa AR, Oliveira HN (2010a) Parasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiro alternativo sobre plantas de eucalipto em semi-campo. *Ciênc. Agron.* 41: 715-720.

Pereira FF, Zanuncio JC, Serrão JE, Zanuncio TV, Pratisoli D, Pastori PL (2010b) The density of females of the *Palmistichus elaeisis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) affects their reproductive performance on pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). *Anais Acad. Bras. Ciênc.* 82: 1-9.

Pereira FF, Zanuncio JC, Oliveira HN, Grance EV, Pastori PL, Gava-Oliveira MD (2011) Thermal requirements and estimate number of generations of *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) in different *Eucalyptus* plantations regions. *Braz. J. Biol.* 71: 431-436.

Pinto AS, Botelho PSM, Oliveira HN de (2009) *Guia Ilustrado de Pra-*

gas da Cana-de-Açúcar. CP2. Piracicaba, Brasil. 160 pp.

Riddick EW (2008) Sting frequency and progeny production of lab-cultured *Cotesia marginiventris*. *Biol. Contr.* 53: 295-302.

Rodrigues MAT (2009) *Exigências Térmicas e Hídricas de Trichospilus diatraeae (Hymenoptera: Eulophidae) em Pupas de Diatraea saccharalis (Lepidoptera: Crambidae)*. Tese. Universidade Federal de Dorados Grandes. Dorados, Brasil. 52 pp.

Sagarra LA., Vicent C, Stewart RK (2001) Body size as an indicator of parasitoid quality in male and female *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Bull. Entomol. Res.* 91: 363-367.

Schmid-Hempel P (2005) Evolutionary ecology of insect immune defenses. *Annu. Rev. Entomol.* 50: 529-551.

Silva CCM, Marques EJ, Oliveira JV, Valente ECN (2012) Preference of the parasitoid *Cotesia flavipes* (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) for *Diatraea* (Lepidoptera: Crambidae). *Acta Sci. Agron.* 34: 23-27.

Soares MA, Gutierrez CT, Zanuncio JC, Pedrosa ARP, Lorenzon AS (2009) Superparasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) y comportamiento de defensa de los hospederos. *Rev. Col. Entomol.* 35: 62-65.

Van Driesche RGV, Bellows TS (1996) *Biological Control*. Chapman & Hall. Nova Iorque, EEUU. 539 pp.

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

Zaché B, Zaché RRC, Soliman EP, Wilcken CF (2011) Evaluation of *Trichospilus diatraeae* (Hymenoptera: Eulophidae) as parasitoid of the eucalyptus defoliator *Euselasia eucerus* (Lepidoptera: Riodinidae). *Int. J. Trop. Insects Sci.* 31: 118-121.

Zaché B, Zaché RRC, Wilcken CF (2012a) Evaluation of *Palmistichus elaeisis* Delvare & LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) as parasitoid of the *Sarsina violascens* Herrich-Schaeffer (Lepidoptera: Lymantriidae). *J. Plant Studies* 1: 85-89.

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