



## Comportamento de oviposição de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) em diferentes densidades de larvas de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)

Deisi Luizelli Altafini<sup>1\*</sup>, Luiza Rodrigues Redaelli<sup>2</sup>, Simone Mundstock Jahnke<sup>3</sup> e Caio Fábio Stoffel Efrom<sup>4</sup>

Recebido: 10 de outubro de 2018    Recebido após revisão: 13 de maio de 2019    Aceito: 28 de maio de 2019  
Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/scerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/4190>

**RESUMO:** (Comportamento de oviposição de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) em diferentes densidades de larvas de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)). O comportamento de oviposição de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera, Braconidae) frente a diferentes densidades de larvas de *Ceratitis capitata*, (Wiedemann, 1824) (Diptera, Tephritidae) foi descrito e quantificado. Os insetos utilizados foram oriundos de criações de laboratório ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $65 \pm 10\%$  UR, fotofase de 14 h). Os tratamentos foram diferentes densidades de larvas de *C. capitata* por unidade artificial de parasitismo (1, 5, 10, 25, 35 e 55 larvas), que foram expostas a fêmeas experientes do parasitoide, realizando-se de dez a doze repetições por tratamento. O aumento na densidade teve um efeito direto sobre o tempo total de busca e ação do parasitoide, comparado ao tempo sem atividade aparente ( $p < 0,05$ ). Foram observadas seis categorias de comportamento: inspeção, punctura, contato bucal, limpeza, descanso e fora da unidade de parasitismo. No período de uma hora de observação por réplica, não foram constatadas diferenças entre os tempos médios gastos em cada categoria comportamental, tampouco dentre estas entre os tratamentos. As fêmeas do parasitoide não apresentaram uma sequência padrão de eventos comportamentais, sendo a ordem destes aleatória, à exceção da punctura seguida de inspeção, que foi o comportamento mais frequente na maioria dos tratamentos. Não foram constatadas diferenças significativas no tempo total de duração e na frequência relativa de ocorrência de categoria de comportamento entre as densidades ( $p > 0,05$ ). Apesar de ter sido observado um padrão aleatório no comportamento de oviposição de *D. longicaudata*, conclui-se que o aumento da densidade de hospedeiros exerce um efeito direto proporcional sobre o tempo de atividade das fêmeas de *D. longicaudata*.

**Palavras-chave:** densidade de hospedeiros, parasitoide, comportamento, mosca-do-mediterrâneo.

**ABSTRACT:** (Oviposition behavior of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) at different densities of *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)). The oviposition behavior of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera, Braconidae) at different larval densities of *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera, Tephritidae) was described and quantified. The insects of the bioassays came from laboratory rearing ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $65 \pm 10\%$  RH, photophase 14 h). Ten to twelve repetitions per treatment (densities of 1, 5, 10, 25, 35 and 55 larvae of *C. capitata* per artificial oviposition unit) were exposed to parasitoid females with previous experience. The increase in density of hosts had a direct effect on the search and action time, compared to the time with no evident activity ( $p < 0.05$ ). Six behavioral categories were observed: *inspection, puncture, oral contact, cleaning, resting and outside* of the artificial oviposition unit. The females of the parasitoid did not present a pattern in the sequence of behavioral events, being the order of these random, except for the puncture followed by inspection, which was the most frequent behavior in most treatments. The total average time of performance and relative frequency of occurrence of all behavior categories did not differ significantly among the tested host densities ( $p > 0.05$ ). Although a random pattern was observed in the oviposition behavior of *D. longicaudata*, it was concluded that the increase in host density results in a direct proportional effect on the activity time of the females of *D. longicaudata*.

**Key words:** host density, parasitoid, behavior, Mediterranean fruit fly.

### INTRODUÇÃO

Entender como os parasitoides respondem a mudanças na densidade de hospedeiros é fundamental para a compreensão e mensuração das interações entre os inimigos naturais e suas presas (Murdoch & Briggs 1996, Jervis 2005). Entre os fatores externos e internos que afetam o comportamento de oviposição de insetos, destaca-se a disponibilidade de hospedeiros (Godfray

1994), sendo que a densidade numérica de hospedeiros afeta diretamente o comportamento de interação parasitoide-hospedeiros (Díaz-Fleischer *et al.* 2015), o que pode trazer implicações diretas na rotina de laboratórios de criação de inimigos naturais de pragas agrícolas, maximizando a produção de indivíduos em relação ao custo de produção de hospedeiros e parasitoides (Ghimire & Phillips 2010).

1. Bióloga, Dra. em Fitotecnia, PPG em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil.

2. Professora Titular, Eng. Agr., Dra. em Ciências, Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil.

3. Professora Associada, Bióloga, Dra. em Fitotecnia, Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS.

4. Pesquisador, Eng. Agr., Dr. em Fitotecnia, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Regional. Caixa Postal 12, CEP 95860-000, Taquari, RS, Brasil.

\*Autor para contato. E-mail: [deisila@gmail.com](mailto:deisila@gmail.com)

*Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera, Braconidae) é um endoparasitoide solitário que oviposita no último ínstar larval de tefritídeos e completa seu desenvolvimento no estágio pupal do hospedeiro (Sivinski *et al.* 2001). A espécie, originária da região Indo-Australiana (Wharton & Gilstrap 1983), tem sido considerada o agente mais significativo em programas de controle de moscas-das-frutas na América Latina (González *et al.* 2007). Desde sua introdução no Brasil em 1994, *D. longicaudata* vem sendo criada com sucesso, em larvas de *Ceratitidis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera, Tephritidae), a mosca-do-mediterrâneo, mantidas por dietas artificiais (Carvalho *et al.* 1998).

No Brasil, *C. capitata* é encontrada desde o Rio Grande do Sul até alguns estados do Norte e Nordeste (Brito *et al.* 2009). Esta espécie de mosca-da-fruta é responsável por grandes perdas na produção de diversas culturas, especialmente em frutos como pêssego, maçã, manga, goiaba, entre outros (Zucchi 2000). Estudos desenvolvidos na América Central e do Norte demonstraram que a espécie e a densidade de hospedeiros (Ashley & Chambers 1979), além da experiência prévia (Montoya *et al.* 2003) podem afetar a eficiência do parasitismo de *D. longicaudata*.

Em criações de laboratório assim como no campo, a densidade de hospedeiros pode interferir no sucesso dos parasitoides, sendo responsável pela resposta numérica ou funcional dos inimigos naturais (Fujii *et al.* 1986). García-Medel *et al.* (2007) mostraram que a densidade de hospedeiros e a presença de outras espécies de parasitoides pode alterar a eficiência de parasitismo de *D. longicaudata* em larvas de *Anastrepha ludens* (Loew, 1873) associados a frutos. O número e a proporção de larvas de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) parasitadas por *D. longicaudata* foram significativamente relacionadas com a densidade de indivíduos presentes nas unidades de parasitismo (Nuñez-Campero *et al.* 2016). Além das respostas relacionadas à densidade de hospedeiros, fatores como sua preferência específica e qualidade nutricional podem determinar maiores ou menores taxas de parasitismo, informações essenciais para criação em massa e uso de parasitoides como agentes de controle biológico (Silva *et al.* 2007). A interação entre o parasitoide *D. longicaudata* e diferentes espécies de hospedeiros tem sido estudada como no trabalho de Harbi *et al.* (2018) que descreveram uma resposta funcional do tipo II testando diferentes densidades de *C. capitata* em condições de laboratório.

Assim, este trabalho objetivou compreender o comportamento de oviposição de *D. longicaudata* frente a diferentes densidades de larvas de *C. capitata*, buscando subsídios para experimentos de resposta funcional e de incremento de criação artificial.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Biologia, Ecologia e Controle Biológico de Insetos (BIOECOLAB), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

(UFRGS, 31°04'11"S e 51°08'30"O), Brasil, em condições controladas (25 ± 2 °C, 65 ± 10% UR e fotoperíodo de 14 h). A criação de *C. capitata* foi adaptada da metodologia de Terán (1977), com dieta artificial à base de cenoura e farinha de milho (peso médio do pupário: 7,2 ± 0,29 mg; porcentagem de emergência de adultos: 87 ± 1,83%). Os adultos foram mantidos em gaiolas de madeira (45 x 30 x 30 cm), cobertas nas laterais com tecido voile, nutridas por água destilada e dieta *ad libitum*. Um tubo plástico de 250 ml de cor laranja foi utilizado como substrato de oviposição de *C. capitata*, conforme o método utilizado por FAO/IAEA/USDA (2003). Após o período de incubação, os ovos eram depositados sobre a dieta artificial para larvas.

A criação do parasitoide foi mantida de acordo com a metodologia de Carvalho *et al.* (1998), utilizando, como hospedeiros, larvas de terceiro ínstar (aproximadamente 12 dias) de *C. capitata*, expostas aos parasitoides em unidades artificiais de parasitismo. As unidades de parasitismo consistiam em duas placas retangulares de acrílico (10 x 8 cm), presas por atilhos de borracha, sendo que uma delas possuía uma abertura (4 x 6 cm) forrada com tecido voile, por onde as fêmeas do parasitoide tinham acesso às larvas hospedeiras que eram ali depositadas (Altafini *et al.* 2013).

As fêmeas *D. longicaudata* utilizadas no experimento foram submetidas à experiência prévia com a unidade de parasitismo, por três horas, 24 horas antes das avaliações. Durante as avaliações, o comportamento das fêmeas do parasitoide foi registrado e descrito anotando-se a sequência e o tempo de duração para cada categoria realizada, com auxílio do software Etholog 2.2.5. As observações foram realizadas durante 3600 segundos, iniciadas após uma hora de exposição das unidades de parasitismo às fêmeas, período no qual estas apresentaram maior atividade, de acordo com experimento piloto. Foram realizadas, de 10 a 12 repetições para cada um dos seis tratamentos [densidades de 1 (10 repetições), 5 (11), 10 (10), 25 (12), 35(10) e 55 (10) larvas de *C. capitata*]. Com os resultados elaborou-se etogramas para as diferentes densidades, incluindo os padrões de comportamento que foram executados por mais de um indivíduo observado. Os dados foram submetidos às análises estatísticas descritivas, calculando-se as médias, erros padrões e variâncias do tempo total de duração das categorias de comportamento dentro de cada densidade, bem como da frequência relativa de ocorrência de cada categoria de comportamento, entre as densidades. Os valores médios foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e, por não apresentarem distribuição normal, foram comparados através do teste de Kruskal-Wallis. O teste do Qui-quadrado de heterogeneidade foi utilizado para comparar as variâncias de tempo de ocorrência das categorias comportamentais e a proporção de tempo total de atividade ou de ausência desta, entre os tratamentos. O nível de 5% de significância foi adotado em todas as análises e o programa estatístico empregado foi o Bioestat<sup>®</sup> 5.0 (Ayres *et al.* 2007).

Os padrões de comportamento observados para uma fêmea de *D. longicaudata* sobre larvas de *C. capitata*, em unidades artificiais de parasitismo, foram baseados em Wang & Messing (2003), em trabalho com *Fopius arisanus* (Sonan, 1932) (Hym.: Braconidae) e adaptados conforme observações prévias, por se tratarem de espécies diferentes. As categorias utilizadas foram: (1) *inspeção*, quando a fêmea andava sobre a unidade de parasitismo vibrando as antenas e tocando o substrato; (2) *contato bucal*, no qual o inseto se mantinha parado sobre a unidade, inclinava-se e encostava o aparelho bucal no substrato; (3) *punctura*, em que a fêmea efetuava a inserção do ovipositor através da membrana de tecido voile presente na região central da unidade onde estavam as larvas de *C. capitata* e (4) *limpeza*, quando o parasitoide, pousado na unidade de parasitismo, limpava as asas, pernas, ovipositor ou aparelho bucal. Foram considerados, ainda, o comportamento denominado (5) *descanso*, quando o inseto estava parado na unidade de parasitismo, mas sem efetuar nenhum dos comportamentos descritos acima, e (6) *fora da unidade*, quando o parasitoide estava fora da unidade de parasitismo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

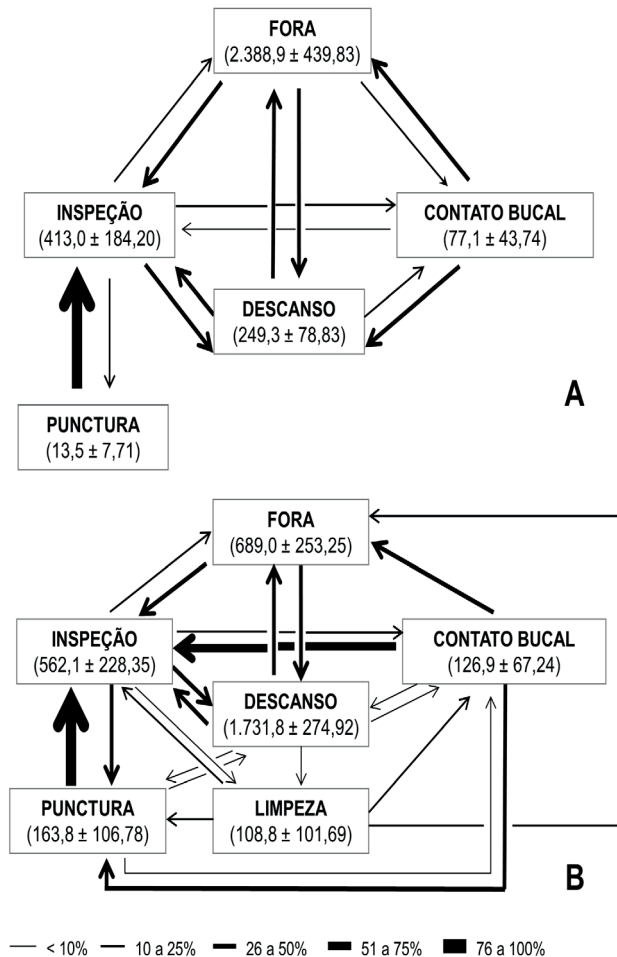
Os padrões gerais de comportamento de fêmeas de *D. longicaudata* sobre larvas de *C. capitata* foram registrados (Figs. 1 a 3).

A transição *punctura* seguida de *inspeção*, apresentou a maior frequência de comportamento (de 76% a 100%) em todas as densidades, exceto no tratamento com 10 larvas em que ocorreu entre 50% a 75% (Figs. 1 a 3). Segundo Van Driesche & Bellows (1996), estas duas categorias comportamentais são referidas para parasitoides de maneira geral. Uma nova *inspeção* após a *punctura*, entretanto, não tem sido registrada comumente, esta poderia indicar que a fêmea está obtendo informações extras sobre a qualidade do hospedeiro ou buscando um novo sítio de oviposição (Strand & Vinson 1983). O comportamento de segunda *inspeção* após a *punctura* foi previamente descrito para outras espécies de braconídeos como *Doryctobracon crawfordi* (Viereck, 1911), *Opius hirtus* (Fischer, 1963) e *Utetes anastrephae* (Viereck, 1913), sobre o tefritídeo *A. ludens* (Ayala *et al.* 2018). Os autores argumentaram que isso ocorre em fêmeas que tem um contato com hospedeiros já parasitados e tentam evitar o superparasitismo, que consiste na deposição de ovos em hospedeiro previamente parasitado por um indivíduo da mesma espécie (van Dijken & Waage 1987).

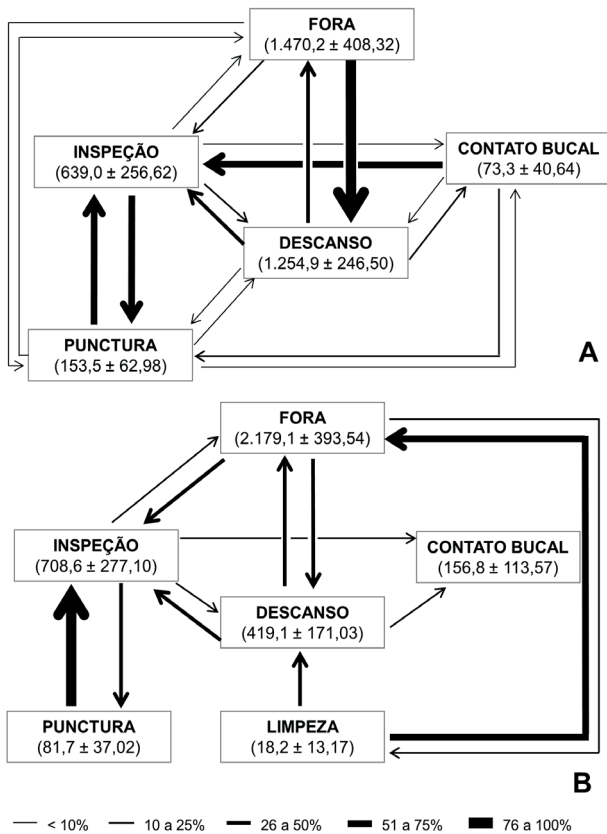
Ao iniciar o processo de oviposição nas unidades de parasitismo, foi observado que as fêmeas de *D. longicaudata* fizeram várias tentativas de inserir o ovipositor até que efetivamente o contato fosse feito antes de aceitar ou rejeitar a larva hospedeira (Montoya *et al.* 2003). Uma vez aceito o hospedeiro como adequado, a fêmea faz um movimento de vibração abdominal para liberação do ovo (Montoya *et al.* 2011). Na *inspeção*, a fêmea caminha sobre a unidade artificial de parasitismo

e apresenta o comportamento de vibrar as antenas, típico de parasitoides e que também foi registrado para outras espécies que parasitam Tephritidae (Ayala *et al.* 2018), sendo associado ao processo de busca do hospedeiro e um importante elemento para detecção deste.

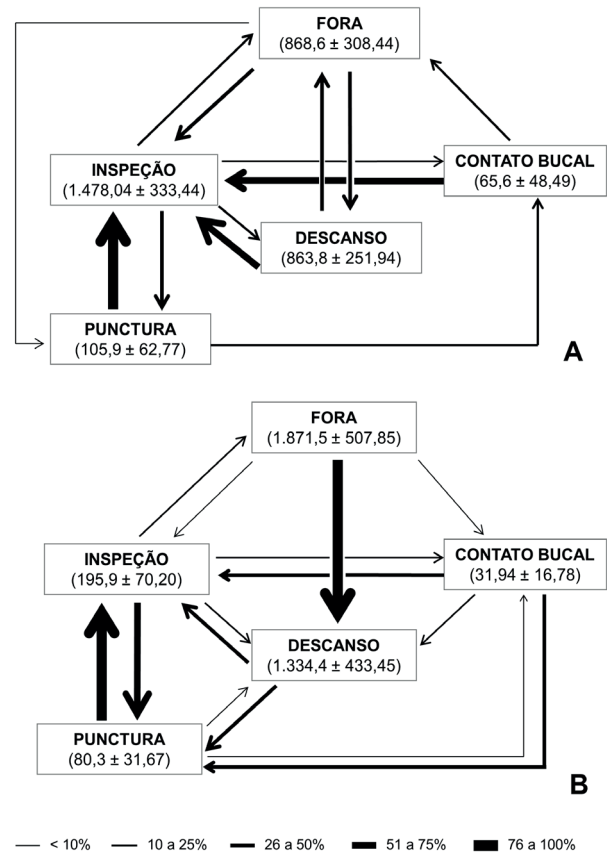
O tempo total médio de duração de todas as categorias de comportamento não diferiu significativamente entre os tratamentos, sendo elas: *fora da unidade* ( $\chi^2_{\text{calc}} = 2,20$ ), *descanso* ( $\chi^2_{\text{calc}} = 4,89$ ), *inspeção* ( $\chi^2_{\text{calc}} = 0,41$ ), *punctura* ( $\chi^2_{\text{calc}} = 0,71$ ), *contato bucal* ( $\chi^2_{\text{calc}} = 0,08$ ) e *limpeza* ( $\chi^2_{\text{calc}} = 0,55$ ) ( $\chi^2_{\text{tab}} = 11,07$ , gl = 5,  $p > 0,05$ ). Assim, aparentemente não há nenhuma alteração no tempo gasto em cada categoria de comportamento de oviposição das fêmeas de *D. longicaudata* mediada pela variação da densidade de larvas sob as condições testadas. Também não foram encontradas diferenças na frequência relativa de ocorrência de categoria de comportamento entre as densidades: *inspeção* ( $H = 2,49$ ,  $p = 0,78$ ), *contato bucal* ( $H = 1,41$ ,  $p = 0,92$ ), *punctura* ( $H = 3,97$ ,  $p = 0,55$ ), *limpeza* ( $H =$



**Figura 1.** Etogramas de fêmeas de *Diachasmimorpha longicaudata* expostas a larvas de *Ceratitis capitata*. **A.** Tratamento de densidade com um indivíduo de hospedeiro. **B.** Tratamento de densidade com cinco indivíduos de hospedeiros. As espessuras das flechas indicam o percentual de ocorrência de cada categoria de comportamento. Números indicam o tempo total médio (segundos  $\pm$  EP) de ocorrência da categoria de comportamento.



**Figura 2.** Etogramas de fêmeas de *Diachasmimorpha longicaudata* expostas a larvas de *Ceratitidis capitata*. **A.** Tratamento de densidade com dez indivíduos de hospedeiros. **B.** Tratamento de densidade com 25 indivíduos de hospedeiros. As espessuras das flechas indicam o percentual de ocorrência de cada categoria de comportamento. Números indicam o tempo total médio (segundos ± EP) de ocorrência da categoria de comportamento.



**Figura 3.** Etogramas de fêmeas de *Diachasmimorpha longicaudata* expostas a larvas de *Ceratitidis capitata*. **A.** Tratamento de densidade com 35 indivíduos de hospedeiros. **B.** Tratamento de densidade com 55 indivíduos de hospedeiros. As espessuras das flechas indicam o percentual de ocorrência de cada categoria de comportamento. Números indicam o tempo total médio (segundos ± EP) de ocorrência da categoria de comportamento.

1,44,  $p = 0,92$ ), *descanso* ( $H = 4,85$ ,  $p = 0,43$ ); *fora da unidade* ( $H = 4,41$ ,  $p = 0,49$ ).

Desta maneira, no presente estudo, não ficou evidenciado um padrão na sequência comportamental do parasitoide, visto que as frequências de execução das categorias comportamentais foram aleatórias.

Registramos que o tempo médio de punctura sobre cada larva ( $54,3 \pm 10,6$  s), foi superior ao observado por Montoya *et al.* (2003),  $29,6 \pm 11,8$  s, com *D. longicaudata* sobre larvas de *A. ludens*. Segundo Rivero (2000), este tempo pode variar de acordo com a espécie e o tamanho da larva hospedeira. Considerando-se as categorias de comportamento agrupadas em tempo total de busca e ação (*inspeção*, *contato bucal*, *limpeza*, *punctura*) e tempo total sem atividade aparente (*descanso* e/ou *fora da unidade*), houve diferença significativa entre as densidades, no qual o tempo total de busca e ação foi maior nas densidades maiores, enquanto o tempo total sem atividade aparente diminuiu ( $\chi^2_{\text{calc}} = 973,35$ ,  $\chi^2_{\text{tab}} = 11,07$ ,  $gl = 5$ ,  $p < 0,05$ ). Conforme Jervis (2005), em densidades menores de hospedeiros o parasitoide tende a aumentar a proporção de tempo gasto em atividades de não-busca, como *descanso* e *caminhada*.

A partir destes resultados, é possível inferir que diferentes densidades de larvas oferecidas nas unidades de oviposição não influenciam o tempo de execução de cada categoria de comportamento individual por fêmeas de *D. longicaudata*, influenciando, entretanto, o tempo total de atividade (busca e ação).

Apesar de ter sido observado um padrão aleatório no comportamento de oviposição de *D. longicaudata*, conclui-se que o aumento da disponibilidade de hospedeiros exerce um efeito direto proporcional sobre o tempo de atividade das fêmeas de *D. longicaudata*. Este modelo de estudo pode avaliar a eficiência máxima de um parasitoide sobre diferentes densidades de hospedeiros. A partir destes resultados será possível estabelecer um trabalho de resposta funcional de *D. longicaudata*, além de novos experimentos que reflitam o "fitness" do parasitoide nas unidades de parasitismo, como avaliação da oviposição e do parasitismo. Este conhecimento poderá otimizar a criação de hospedeiros em relação à produção esperada de parasitoides, permitindo o aperfeiçoamento dos métodos de multiplicação em laboratório.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela concessão de bolsas de estudo à primeira autora e de produtividade à segunda (processo nº 308113/2016-0) e terceira (306435/2015-2) autoras, além do suporte financeiro (processo nº 475287/2010-0).

## REFERÊNCIAS

- ALTAFINI, D. L., REDAELLI, L. R. & JAHNKE, S. M. 2013. Superparasitism of *Ceratitis capitata* and *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) by *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). *Florida Entomologist*, 96 (2): 391-395.
- ASHLEY, T. R. & CHAMBERS, D. L. 1979. Effects of parasite density and host availability on progeny production by *Biosteres (Opisus) longicaudatus* [Hym.: Braconidae], a parasite of *Anastrepha suspensa* [Dip.: Tephritidae]. *Entomophaga*, 24 (4): 363-369.
- AYALA, A., PÉREZ-LACHAUD, G., TOLEDO, J., LIEDO, P. & MONTOYA, P. 2018. Host acceptance by three native braconid parasitoid species attacking larvae of the Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens* (Diptera, Tephritidae). *Journal of Hymenoptera Research*, 63: 33-49.
- AYRES, M., AYRES, J.R.M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.S. 2007. *BioEstat 5.0 - Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas*. Belém: Sociedade Civil Mamirauá. 290 p.
- BRITO, C. H., LOPES, E.D., ALBUQUERQUE, I.C., BATISTA, J.L. & SILVA, A.B. 2009. Uso do tratamento térmico no controle de moscas-das-frutas (*Ceratitis capitata*). *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 3(1): 29-36.
- CARVALHO, R.S., NASCIMENTO, A. S. & MATRANGOLO, W. J. R. 1998. *Metodologia de criação do parasitoide exótico Diachasmimorpha longicaudata (Hymenoptera, Braconidae), visando estudos em laboratório e em campo*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 16 p.
- DÍAZ-FLEISCHER, F., GALVEZ, C. & MONTOYA, P. 2015. Oviposition, superparasitism, and egg load in the solitary parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae): response to host availability. *Annals of Entomological Society of America* 108:235-241.
- FAO/IAEA/USDA. 2003. *Manual for product quality control and shipping procedures for sterile mass-reared tephritid fruit flies*: version 5.0. Vienna: International Atomic Energy Agency. 85 p.
- GHIMIRE, M. N. & PHILLIPS, T. W. 2010. Mass rearing of *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) on larvae of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae): effects of host density, parasitoid density, and rearing containers. *Journal of Stored Products Research*, 46 (4): 214-220.
- GODFRAY, H. C. G. 1994. *Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology*. New Jersey: Princeton University Press. 461 p.
- GONZÁLEZ, P. I., MONTOYA, P., PÉREZ-LACHAUD, G., CANCELINO, J. & LIEDO, P. 2007. Superparasitism in mass reared *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera, Braconidae) a parasitoid of fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Biological Control*, 40: 320-326.
- HARBI, A., BEITIA, F., FERRARA, F., CHERMITI, B., SABATER-MUÑOZ, B. 2018. Functional response of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) over *Ceratitis capitata* (Wiedemann): influence of temperature, fruit location and host density. *Crop Protection*, 109: 115-122.
- JERVIS, M. A. 2005. *Insect as natural enemies: a practical perspective*. Dordrecht: Springer. 748 p.
- MONTOYA, P., BENREY, B., BARRERA, J. F., ZENIL, M., RUIZ, L. & LIEDO, P. 2003. Oviposition behavior and conspecific host discrimination in *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), a fruit fly parasitoid. *Biocontrol Science and Technology*, 13(7): 683-690.
- MONTOYA, P., CANCELINO, J., PÉREZ-LACHAUD, G. & LIEDO, P. 2011. Host size, superparasitism and sex ratio in mass-reared *Diachasmimorpha longicaudata*, a fruit fly parasitoid. *BioControl*, 56: 11-17.
- MURDOCH W.W, BRIGGS C.J. 1996. Theory for biological control: recent developments. *Ecology*, 77: 2001-2003.
- NÚÑEZ-CAMPERO, S. R., BENITEZ-VIEYRA, S., GORLA, D. E., OVRUSKI, S. M. 2016. Changes in *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) functional response as a consequence of host density choice *Annals of the Entomological Society of America*, 109 (5): 730-736.
- RIVERO, A. 2000. The relationship between host selection behaviour and offspring fitness in a koinobiont parasitoid. *Ecological Entomology*, 25: 467-472.
- SILVA J.W.P., BENTO J.M.S., ZUCCHI R.A. 2007. Olfactory response of three parasitoid species (Hymenoptera: Braconidae) to volatiles of guavas infested or not with fruit fly larvae (Diptera: Tephritidae). *Biological Control*, 41: 304-311.
- SIVINSKI, J., VULINEC, K. & ALUJA, M. 2001. Ovipositor length in a guild of parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) attacking *Anastrepha* spp. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Southern Mexico. *Annals of the Entomological Society of America*, 94(6): 886-895.
- STRAND, M. R. & VINSON, S. B. 1983. Factors affecting hosts recognition and acceptance in egg parasitoid *Telenomus heliothidis* (Hymenoptera: Scelionidae). *Environmental Entomology*, 12: 1114-1119.
- TERÁN, H. R. 1977. Comportamiento alimentario y su correlación a la reproducción en hembras de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, 14: 17-34.
- VAN DIJKEN, M. J. & WAAGE, J. K. 1987. Self and conspecific superparasitism by the egg parasitoid *Trichogramma evanescens*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 43: 183-192.
- VAN DRIESCHE, R. & BELLOWES Jr., T.S. 1996. *Biological Control*. London: Springer. 560 p.
- WANG, X. G. & MESSING, R. H. 2003. Foraging behavior and patch time allocation by *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae), an egg-larval parasitoid of tephritid fruit flies. *Journal of Insect Behavior*, 16 (5): 593-612.
- WHARTON, R. A. & GILSTRAP, F. E. 1983. Key to and status of Opiinae Braconid (Hymenoptera) parasitoids used in biological control of *Ceratitis* and *Dacus* S. L. (Diptera: Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 76: 721-742.
- ZUCCHI, R. A. 2000. Taxonomia. In: MALAVASI, A. & ZUCCHI, R. A. (Eds.) *Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado*. Ribeirão Preto: Holos. p. 13-24.