

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

BIOLOGIA E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Diachasmimorpha longicaudata* (ASHMEAD)
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE) EM *Anastrepha fraterculus* (WIEDEMANN) E *Ceratitis*
capitata (WIEDEMANN) (DIPTERA: TEPHRITIDAE)

Rafael Narciso Meirelles
Engenheiro Agrônomo/UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Ênfase Entomologia

Porto Alegre (RS), Brasil
Fevereiro de 2011

CIP - CATALOGAÇÃO INTERNACIONAL NA PUBLICAÇÃO
Biblioteca Setorial da Faculdade de Agronomia da UFRGS

M478b

Meirelles, Rafael Narciso

Biologia e exigências térmicas de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera : Tephritidae) / Rafael Narciso Meirelles — Porto Alegre : R. N. Meirelles, 2011.

xi, 67 f.; il.

Dissertação (Mestrado - Entomologia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

1. *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) : *Ceratitis capitata* (Wiedemann). 2. Fruticultura : Controle de pragas : Rio Grande do Sul 3. *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) : Controle biológico . I. Título.

CDD: 633

RAFAEL NARCISO MEIRELLES
Engenheiro Agrônomo - UFRGS

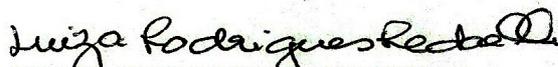
DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

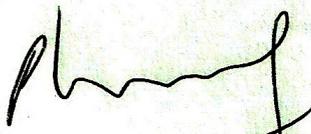
MESTRE EM FITOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 28.02.2011
Pela Banca Examinadora


LUIZA RODRIGUES REDAELLI
Orientadora - PPG Fitotecnia

Homologado em: 02.05.2011
Por


PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia


SIMONE MUNDSTOCK JAHNKE
PPG Fitotecnia


CELSON ROBERTO CANTO SILVA
IFRS - Instituto Federal do Rio
Grande do Sul


WILSON SAMPAIO DE AZEVEDO FILHO
UCS - Universidade de
Caxias do Sul


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

Para os DNAs:

Ácido desoxirribonucleico, por fazer de mim o que sou;

Douglas Noël Adams, que me ensinou como ver a vida e a ciência com o Guia do Mochileiro das Galáxias, que, se não é o modo correto de ver as coisas, pelo menos é o mais divertido.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Antônio Nascimento, da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, pelo fornecimento dos primeiros parasitóides para estabelecimento da criação no Laboratório de Biologia, Ecologia e Controle Biológico de Insetos (BIOECOLAB) da UFRGS.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado.

À minha orientadora, Dra. Luiza Rodrigues Redaelli, pela amizade e todo o apoio e ajuda neste trabalho e, mais do que isso, na minha carreira desde bolsista voluntário.

À bolsista de iniciação científica Cláudia Ourique, pela valiosa ajuda manual e intelectual em todo o trabalho, desde o princípio, apesar de eu quase sempre querer enforcá-la (o que é natural, visto que eu quase sempre quero enforçar todo mundo).

À doutoranda Deisi Altafini, com quem compartilhei as criações e os problemas nos últimos dois anos e, que com seu braço de ferro, me ajudou a tomar decisões importantes e a resolver quase tudo o que estava a nosso alcance.

Às bolsistas Naihana Schäfer e Gabriela Chesim, pela ajuda na manutenção das criações, e por algumas risadas da forma de falar da Nai, que é muito engraçada mesmo.

Ao doutorando Eduardo Fleig, que foi de grande ajuda nas análises estatísticas dos dados da tabela vida de fertilidade.

Aos colegas de lab que, eventualmente, ajudaram em alguma coisa ou foram simplesmente companheiros quando eu precisei: Caio Efrom, Diogo Pereira Rêgo, Janaína Pereira, Joana Klein, Luidi Eric, Milena Zanella, Patrícia Menegaz, Patrícia Pires, Rafael Lorscheiter, Rita de Cássia, Rosana Morais e Thiago Idalgo.

À Camila Leão, que além das obrigações de bolsista, mesmo que por um curto período de tempo, é uma ótima namorada, na minha avaliação (toda aquela coisa de amor que todos falam e o tal friozinho na barriga).

À minha família, que apesar de barulhenta deve receber um agradecimento só por ser uma família, coisa cada vez mais rara, atualmente. Por serem tão bons em casa que eu possa desenvolver meu trabalho com tranquilidade sem ter que me preocupar com mais nada, porque família de verdade faz isso: te dá suporte em todos os momentos.

Àqueles que eu me esqueci mas que se sentem dignos de meu agradecimento: muito obrigado.

BIOLOGIA E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Diachasmimorpha longicaudata* (ASHMEAD) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) EM *Anastrepha fraterculus* (WIEDEMANN) E *Ceratitis capitata* (WIEDEMANN) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) ¹

Autor: Rafael Narciso Meirelles

Orientadora: Luiza Rodrigues Redaelli

RESUMO

Anastrepha fraterculus (Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) estão entre as principais pragas da fruticultura do Rio Grande do Sul. O controle biológico destes insetos surge como alternativa ao químico, que tem sido o mais utilizado. O braconídeo, *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead), utilizado em programas de controle biológico clássico nas Américas e em outras partes do mundo, foi introduzido no Brasil em 1994. Entretanto, até o presente não há registro da sua biologia em *A. fraterculus*. O objetivo deste trabalho foi avaliar a biologia de *D. longicaudata*, em laboratório, tendo como hospedeiros *A. fraterculus* e *C. capitata*, e determinar as exigências térmicas deste parasitóide, nos dois hospedeiros, em diferentes temperaturas (15, 18, 21, 25, 28 e 31 °C). Os insetos utilizados foram provenientes de criações mantidas em laboratório (25 ± 2 °C; 65 ± 10% UR; 14 horas de fotofase). Constatou-se que *A. fraterculus* é hospedeiro de *D. longicaudata*. O ciclo biológico (ovo-adulto) de indivíduos de *D. longicaudata* criados em *A. fraterculus* não diferiu dos mantidos em *C. capitata*. A longevidade, razão sexual, períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, assim como a fecundidade e a fertilidade foram semelhantes entre os parasitóides criados nos dois hospedeiros. O número médio de casos de superparasitismo em larvas de *A. fraterculus* (1,6 ± 0,22) foi significativamente maior (P = 0,0002) que em *C. capitata* (0,4 ± 0,07). A taxa líquida de reprodução (R₀) de *D. longicaudata* foi significativamente maior quando mantida em *A. fraterculus*. Os indivíduos de *D. longicaudata* criados em *A. fraterculus* foram maiores. Em ambos hospedeiros, na temperatura de 15 °C, indivíduos de *D. longicaudata* não se desenvolveram, e a 31 °C, o desenvolvimento não foi observado quando o hospedeiro foi *A. fraterculus*. A maior viabilidade do parasitóide, em ambos hospedeiros, foi em 25 °C. Indivíduos de *D. longicaudata* oriundos de *C. capitata* têm limiar térmico inferior (7,34 °C) menor do que os criados em *A. fraterculus* (12,5 °C). A velocidade de desenvolvimento de *D. longicaudata*, mantida em ambos hospedeiros aumentou com a elevação da temperatura. Os resultados indicam que, a 25 °C, *A. fraterculus* é um melhor hospedeiro, oferecendo melhores condições para o parasitóide se multiplicar e aumentar a população.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, (67 p.). Fevereiro, 2011.

LIFE HISTORY AND THERMAL REQUIREMENTS OF *Diachasmimorpha longicaudata* (ASHMEAD) (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) IN *Anastrepha fraterculus* (WIEDEMANN) AND *Ceratitidis capitata* (WIEDEMANN) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) ¹

Author: Rafael Narciso Meirelles
Advisor: Luiza Rodrigues Redaelli

ABSTRACT

Anastrepha fraterculus (Wiedemann) and *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) are among the major pests of fruit trees in Rio Grande do Sul. Biological control is an alternative to the chemical control, which has been used as the main way to combat these insects. The braconid, *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead), used in classical biological control programs in the Americas and other parts of the world, was introduced in Brazil in 1994. However, to date there is no record of its biology in *A. fraterculus*. The objective of this study was to evaluate the life history of *D. longicaudata* in laboratory (25 ± 2 ° C, $65 \pm 10\%$ RH and 14 hours photophase) in *A. fraterculus* and *C. capitata*, and determine the thermal requirements of this parasitoid in two hosts, at temperatures 15, 18, 21, 25, 28 and 31 ° C ($65 \pm 10\%$ RH and 14 hours photophase). The insects were kept in creations from the laboratory. Was recorded that *A. fraterculus* is host to *D. longicaudata*. The biological cycle (egg to adult) individuals of *D. longicaudata* created in *A. fraterculus* was significantly greater than those maintained in *C. capitata*. . The longevity, sex ratio, pre-oviposition, oviposition and post-oviposition periods, and fecundity and fertility were similar between the parasitoids reared in two hosts. Females reared on both hosts can perform superparasitism. The net reproductive rate (R_0) of *D. longicaudata* was higher when maintained at *A. fraterculus*. Individuals of *D. longicaudata* created in *A. fraterculus* were higher. In both hosts at 15 ° C, individuals of *D. longicaudata* not developed, and 31 ° C, development was not observed when the host was *A. fraterculus*. The higher viability of the parasitoid in both hosts, was at 25 ° C. Individuals of *D. longicaudata* from *C. capitata* have lower threshold temperature (7.34 ° C) lower than those reared on *A. fraterculus* (12.5 ° C). The rate of development of *D. longicaudata*, maintained in both hosts increased with increasing temperature. The results indicate that, at 25 ° C, *A. fraterculus* is a better host, offering better conditions for the parasitoid to multiply and increase the population.

¹ Master os Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (67 p.) February, 2011.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Moscas das frutas – espécies, danos e controle.....	3
2.2 Controle biológico de mosca-das-frutas com <i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	7
2.3 <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> - aspectos bioecológicos.....	10
2.4 A importância da temperatura na bioecologia de insetos – ênfase em <i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Criação de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	17
3.2 Criação de moscas-das-frutas	19
3.3 Biologia de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> em <i>Anastrepha fraterculus</i> e em <i>Ceratitis capitata</i>	23
3.3.1 Fase ovo-adulto.....	23
3.3.2 Fase adulta.....	24
3.3.3 Análise numérica dos dados de biologia.....	26
3.4 Exigências térmicas de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> em <i>Anastrepha fraterculus</i> e em <i>Ceratitis capitata</i>	26
3.5 Avaliação do tamanho de indivíduos de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> criados em <i>Anastrepha fraterculus</i> e em <i>Ceratitis capitata</i>	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1 Biologia de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> em <i>Anastrepha fraterculus</i> e em <i>Ceratitis capitata</i>	29
4.1.1 Fase ovo-adulto.....	29
4.1.2 Fase adulta.....	31
4.1.2.1 Longevidade e razão sexual.....	31
4.1.2.2 Parâmetros reprodutivos.....	35
4.1.2.2.1 Superparasitismo.....	39
4.1.3 Tabela de vida de fertilidade.....	41
4.1.4 Morfometria.....	44
4.2 Exigências térmicas.....	47
CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Duração média (dias) (\pm EP) e intervalo de variação (IV) do ciclo biológico de fêmeas e machos de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> criados em <i>Anastrepha fraterculus</i> e em <i>Ceratitis capitata</i> ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $65 \pm 10\%$ UR; 14 horas de fotofase)30	
2. Longevidade média (dias) (\pm EP) e intervalo de variação (IV) de fêmeas e machos de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> , virgens e pareados, criados nos em <i>Anastrepha fraterculus</i> e em <i>Ceratitis capitata</i> ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $65 \pm 10\%$ U.R.; 14 horas de fotofase)33	
3. Períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição (dias) (\pm EP), fecundidade média diária e total (número) (\pm EP), fertilidade média (%) (\pm EP) e respectivos intervalos de variação (IV), de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> mantidos em <i>Anastrepha fraterculus</i> (DI(Af)) (n = 11) e <i>Ceratitis capitata</i> (DI(Cc)) (n = 25) ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $65 \pm 10\%$ UR; 14 horas de fotofase)36	
4. Taxa líquida de reprodução (R_0), razão infinitesimal de aumento (r_m), razão finita de aumento (λ), duração média de uma geração (T – em dias) e tempo para dobrar a população (TD) (em dias) para indivíduos de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> mantidos em <i>Anastrepha fraterculus</i> e em <i>Ceratitis capitata</i> ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $65 \pm 10\%$ UR; 14 horas de fotofase)42	
5. Médias (\pm EP) da área da asa anterior direita (mm^2) e do comprimento da tibia posterior direita (mm) de fêmeas e machos de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> desenvolvidas em <i>Anastrepha fraterculus</i> (DI(Af)) e <i>Ceratitis capitata</i> (DI(Cc)) ($25 \pm 1^\circ\text{C}$; $65 \pm 10\%$ UR; 14 horas de fotofase)45	
6. Viabilidade média (%) (\pm EP) do ciclo de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> criadas em <i>Anastrepha fraterculus</i> e em <i>Ceratitis capitata</i> nas temperaturas 15, 18, 21, 25, 28 e 31°C ($65 \pm 10\%$ UR; 14 horas fotofase)47	
7. Duração média (dias) (\pm EP) do ciclo biológico (ovo-adulto) de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> criadas em <i>Anastrepha fraterculus</i> e em <i>Ceratitis capitata</i> e respectivos intervalos de variação (IV), nas temperaturas 15; 21; 25; 28 e 31°C ($65 \pm 10\%$ UR; 14 horas de fotofase) (n = número de observações).....49	
8. Limiar térmico inferior de desenvolvimento (T_b), constante térmica (K), em graus-	

dia (GD), equação linear da velocidade de desenvolvimento (1/D) e coeficiente de determinação (R^2) do ciclo biológico (ovo-adulto) de *Diachasmimorpha longicaudata* mantidos em *Anastrepha fraterculus* e em *Ceratitis capitata*, nas temperaturas de 15, 18, 21, 25, 28 e 31 °C (65± 10% UR; 14 horas fotofase).....52

9. Municípios produtores de frutas no Rio Grande do Sul com grupos de estudos em moscas-das-frutas, temperaturas médias anuais (°C), graus-dia anuais acumulados (GD) e número provável de gerações por ano de *Diachasmimorpha longicaudata* criados em *Anastrepha fraterculus* (Tb utilizada nos cálculos de 12,5 °C para o período de ovo-adulto) e em *Ceratitis capitata* (Tb utilizada nos cálculos de 7,34 °C para o período de ovo-adulto)54

10. Longevidade média (dias) (\pm EP) de *Diachasmimorpha longicaudata* criadas em *Anastrepha fraterculus* e em *Ceratitis capitata* e os respectivos intervalos de variação (IV), nas temperaturas 15; 21; 25; 28 e 31 °C (n = número de observações) (65 ± 10% UR; 14 horas de fotofase)55

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> fêmea sobre goiaba	6
2. Gaiolas de armação de madeira revestidas de voile usada para manter adultos de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> (A); placa de Petri (5 cm Ø) com dieta gelatinosa (B); interior de gaiola de adultos com unidade de parasitismo indicada pela seta (C); <i>D. longicaudata</i> sobre unidade de parasitismo (D).....	18
3. Gaiola com armação de madeira revestida com voile usada para manter adultos de <i>Anastrepha fraterculus</i> ou de <i>Ceratitis capitata</i> (A); substratos artificiais para oviposição de <i>A. fraterculus</i> (B); laminas de substrato de oviposição e ovos sobre tiras de tecido Spontex Resist® umedecido no interior de caixa “Gerbox” (C); dieta artificial para larvas de moscas-das-frutas (D); recipiente plástico (250 ml) com furos para oviposição de <i>C. capitata</i> (E).....	22
4. Tubos de vidro (25 ml) contendo pupários de moscas-das-frutas, areia esterilizada e tira de papel filtro em câmara climatizada (A); pote plástico (140 ml) contendo adulto de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> , alimento no fundo e frasco com água (B).....	24
5. Razão sexual diária de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> criadas em <i>Anastrepha fraterculus</i> (■) e em <i>Ceratitis capitata</i> (▲) (25 ± 2°C; 65 ± 10% UR; 14 horas de fotofase)	34
6. Fecundidade (ovos/fêmea) e fertilidade diária (ovos viáveis/fêmea) de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> criadas em <i>Anastrepha fraterculus</i> (A) e em <i>Ceratitis capitata</i> (B) (25 ± 1°C; 65 ± 10% U.R.; 14 horas de fotofase).....	38
7. Número médio de registros de superparasitismo por fêmea de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> por dia em larvas de <i>Ceratitis capitata</i> (DI(Cc)) e em de <i>Anastrepha fraterculus</i> (DI(Af)), ao longo da vida	40
8. Relação entre temperatura, tempo de desenvolvimento (■) e velocidade de desenvolvimento (▲) para o ciclo ovo-adulto de <i>Diachasmimorpha longicaudata</i> mantida em <i>Anastrepha fraterculus</i> (A), e em <i>Ceratitis capitata</i> (B) nas temperaturas de 15, 18, 21, 25, 28 e 31 °C (65 ± 10%; 14 horas de fotofase).....	50

1 INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas estão entre as principais pragas da fruticultura mundial. No estado do Rio Grande do Sul, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) são as espécies mais frequentes e abundantes nas regiões produtoras de frutas. O controle químico é ainda o mais utilizado para o controle dessas pragas. Entretanto, a presença de resíduos nos frutos, o desequilíbrio e a contaminação ambiental e o aumento da exigência dos mercados consumidores têm cada vez mais apontado o controle biológico das moscas-das-frutas como uma alternativa ambientalmente segura e responsável. *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) tem sido utilizado em muitos programas de controle biológico clássico de tefritídeos, desde sua introdução e sucesso no Havaí em 1947. Esse parasitoide também foi introduzido na Florida, no México, na Guatemala e na Argentina. Sua facilidade de criação em laboratório e sua rápida adaptação a um grande número de hospedeiros diferentes, estão entre as razões do sucesso de *D. longicaudata* no controle biológico.

No Brasil, embora tenha sido liberado em 1994, não existem estudos sobre a sua biologia tendo como hospedeiro *A. fraterculus*, a principal espécie de mosca-das-frutas do sul do Brasil.

Neste sentido, este trabalho teve como objetivos: 1) avaliar a viabilidade de

A. fraterculus como hospedeiro de *D. longicaudata*; 2) registrar parâmetros do ciclo de vida, como duração, viabilidade, longevidade, razão sexual, fecundidade e fertilidade, além do tamanho corporal, de *D. longicaudata* tendo como hospedeiros *A. fraterculus* e *C. capitata*; 3) verificar a viabilidade, o ciclo de vida e a longevidade dos parasitoides nas temperaturas 15, 18, 21, 25, 28 e 31 °C em ambos hospedeiros e 4) calcular as constantes térmicas e as temperaturas basais para *D. longicaudata* criada em *A. fraterculus* e *C. capitata*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Moscas das frutas – espécies, danos e controle

As espécies de moscas-das-frutas de maior importância econômica no mundo estão distribuídas nos gêneros: *Toxotrypana* Gerstaecker, *Bactrocera* Macquart, *Rhagoletis* Loew, *Ceratitis* Macleay e *Anastrepha* Schiner, todos pertencentes à Tephritidae (Diptera), sendo que os quatro últimos possuem espécies de importância agrícola no Brasil (Zucchi, 2000).

Representantes do gênero *Anastrepha* podem ser encontrados na América do Norte (apenas no México, Texas e Sul da Flórida), toda América Central, praticamente toda América do Sul (exceto Chile e Sul da Argentina) e na maioria das ilhas do Caribe (Aluja, 1994). Trata-se do gênero de maior importância no Brasil, onde, até o momento, são conhecidas 109 espécies (Zucchi, 2008). As espécies de *Anastrepha* de maior importância econômica na fruticultura nas três Américas, segundo Aluja (1994), são *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *Anastrepha grandis* (Macquart), *Anastrepha ludens* (Loew), *Anastrepha obliqua* (Macquart), *Anastrepha serpentina* (Wiedemann), *Anastrepha striata* (Schiner) e *Anastrepha suspensa* (Loew).

Das 109 espécies do gênero *Anastrepha* conhecidas no Brasil, apenas 51 têm algum hospedeiro conhecido, sendo que 25 possuem apenas um hospedeiro associado (Zucchi, 2008). No Brasil, 37 famílias de plantas são relatadas como

hospedeiras de espécies de *Anastrepha*, merecendo destaque Sapotaceae, Myrtaceae, Anacardiaceae e Passifloraceae respectivamente, com dezesseis, quatorze, onze e nove espécies associadas (Zucchi, 2008).

Anastrepha fraterculus se destaca por ser uma das espécies de mosca-das-frutas mais polífaga e amplamente dispersa pelo continente Americano (Kovaleski *et al.*, 1999; Kovaleski *et al.*, 2000). Sua importância varia conforme o local de ocorrência, sendo considerada praga primária na Argentina, Uruguai e estados do Sul e Sudeste do Brasil (Malavasi *et al.*, 2000).

Outro gênero de importância é *Ceratitis*, que possui 65 espécies distribuídas pela África Tropical. *Ceratitis capitata* (Wiedemann), a mosca-do-mediterrâneo, está amplamente distribuída por, praticamente, todas as áreas tropicais e temperadas quentes do mundo (Zucchi, 2000). É a única espécie do gênero ocorrente no Brasil, onde foi referida pela primeira vez em 1901 (Carvalho *et al.*, 1998, Zucchi, 2000).

No Brasil, as espécies de *Anastrepha* são muito recorrentes em frutos nativos, enquanto que, *C. capitata* é mais encontrada em frutos exóticos, como pêssigo, maçã, café, entre outros (Carvalho *et al.*, 1998; Zucchi, 2000).

No Rio Grande do Sul, a mosca-das-frutas-sul-americana, *A. fraterculus*, e a mosca-do-Mediterrâneo, *C. capitata*, são as principais espécies que atacam frutíferas cultivadas, causando dano econômico, sendo a primeira, praga-chave e de maior importância (Kovaleski *et al.*, 2000).

Os maiores prejuízos das moscas-das-frutas são resultantes das larvas, que ao se alimentarem, destroem a polpa dos frutos (Aguiar-Menezes *et al.*, 2004). Isto resulta em alterações fisiológicas, acelerando a maturação e levando o fruto à queda prematura (Salles & Rech, 1999; Botton *et al.*, 2005). As fêmeas

também podem danificar diretamente os frutos, no momento em que introduzem o ovipositor através da epiderme para depositar seus ovos. Os ferimentos deixados na superfície dos frutos podem ser porta de entrada para microorganismos oportunistas que causam o apodrecimento e a queda (Aguiar-Menezes *et al.*, 2004). Em frutos, como pêra e maçã, a epiderme fica marcada no local da punctura e, à medida que o fruto se desenvolve, forma-se uma concavidade ou deformação, depreciando o valor comercial (Salles, 1995). O dano causado pela fêmea é, de acordo com o autor, irreversível. Esses fatores, além de restringirem a exportação, devido a barreiras quarentenárias impostas por muitos países, também inviabilizam o comércio *in natura* (Malavasi *et al.*, 1994; Salles, 1995; Brasil, 1999; Nascimento & Carvalho, 2000; Aguiar-Menezes *et al.*, 2004; Carvalho, 2005a).

No Brasil, especialmente no Sul, o controle das moscas-das-frutas é realizado, normalmente, com inseticidas aplicados como iscas tóxicas ou em cobertura (Kovaleski *et al.*, 2000). Frequentemente têm sido utilizados inseticidas fosforados, os quais possuem elevada toxicidade e carência e não são seletivos aos inimigos naturais (Kovaleski & Ribeiro, 2003). Além disso, deixam resíduos nos frutos e causam desequilíbrio e contaminação ambiental (Carvalho, 2006).

Tal cenário confronta-se com novas realidade de mercado, visto que muitos países importadores têm exigido a diminuição dos níveis de resíduos de agrotóxicos nos frutos (Kovaleski & Ribeiro, 2003). Além disso, nota-se um aumento gradativo no consumo de alimentos oriundos de sistemas orgânicos ou da produção integrada, os quais são certificados (Andrigueto & Kososki, 2005).

O controle biológico de insetos vai de encontro com as necessidades de mercado atuais, não utilizando produtos químicos, que sendo bem planejado e

implementado pode ser considerado um dos métodos de controle de pragas ambientalmente responsável (Parra *et al.*, 2002).

Em diversos países o controle biológico de mosca-das-frutas se baseia no método inundativo, ou seja, os parasitoides são produzidos em biofábricas e liberados, em escala massal, em grandes áreas (Carvalho, 2006). Segundo o autor, a maioria dos programas para controle biológico inundativo de tefritídeos, em vários países, utiliza braconídeos introduzidos para controlar espécies exóticas de moscas-das-frutas.

O controle biológico de moscas-das-frutas, com o uso de himenópteros braconídeos foi, segundo Aluja *et al.* (1990), priorizado em muitos países, devido à especialização destes insetos quanto ao hospedeiro. Segundo Clausen (1940), em Braconidae, os opiíneos, são os que apresentam maior especificidade hospedeira com tefritídeos. Opiíneos são endoparasitoides, coinobiontes, que ovipositam em ovos ou larvas do hospedeiro e emergem do pupário (Wharton, 1989).

No mundo, cerca de 100 espécies de braconídeos têm sido criadas provenientes de tefritídeos que infestam frutos, sendo que as principais espécies estão incluídas nos gêneros *Diachasmimorpha* Viereck, *Psytalia* Walker, *Utetes* Föster e *Opius* Wesmael (Wharton, 1989).

Diachasmimorpha longicaudata (Figura 1) é a espécie de parasitoide mais empregada em nível mundial no controle de moscas-das-frutas (Carvalho & Nascimento, 2002).



FIGURA 1. *Diachasmimorpha longicaudata* fêmea sobre goiaba.

2.2 Controle biológico de mosca-das-frutas com *Diachasmimorpha longicaudata*

O primeiro caso registrado, de sucesso no controle biológico de moscas-das-frutas, foi o do Havaí, onde, na década de 1940, foram feitas liberações do parasitoide *D. longicaudata*, o qual se desenvolveu satisfatoriamente nos hospedeiros mais abundantes, *C. capitata*, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) e *Dacus cucurbitae* Coquillet (Diptera: Tephritidae), espécies exóticas introduzidas no Havaí (Carvalho *et al.*, 2000). O parasitismo das três espécies, que era de 15% antes das liberações, chegou a 47% nos levantamentos posteriores às liberações (Funasaki *et al.*, 1988).

Na década de 1950, tendo sido no México registrada a introdução das mesmas espécies de moscas-das-frutas verificadas no Havaí, foram realizadas as primeiras liberações de *D. longicaudata*. Porém, foi na população de *Anastrepha ludens* (Loew), espécie nativa da região do México, que foi verificado o maior impacto, tendo elevado o índice de parasitismo de 20%, antes das primeiras liberações, para 60% (Cancino & Montoya, 2006).

Em 1965 foi registrada pela primeira vez *A. suspensa* na Flórida, e em 1972 ocorreram as primeiras liberações de *D. longicaudata*, visando repetir o sucesso mexicano (Valle, 2006). Atualmente o índice de parasitismo de *A. suspensa* em território Norte Americano é de 40%, sendo 95% realizado por *D. longicaudata* (Carvalho & Nascimento, 2002).

A continuidade entre os territórios e a semelhança de espécies frutíferas produzidas na Flórida, no México e na Guatemala, incentivou a criação do Programa Trinacional Mosamed, visando o manejo integrado da mosca-do-mediterrâneo, *C. capitata* (Cancino & Montoya, 2006). No México, em Tapachula, encontra-se a maior biofábrica do programa MOSCAMED, referido como o mais bem sucedido programa de controle biológico de moscas-das-frutas com parasitoides na atualidade, onde são criados 500 mil espécimes de *D. longicaudata* por semana (Malavasi, 1996). O pico das liberações no México ocorreu entre 1987 e 1988, no Vale de Mazapa, visando o controle de *A. ludens*, quando foram feitas liberações semanais de 200 mil adultos do parasitoide (Guillen *et al.*, 1991).

De acordo com Ovruski *et al.* (2000), nas Américas, *D. longicaudata* foi liberado, além dos casos já comentados, na Costa Rica, Nicarágua, Panamá, Argentina, Guatemala, Peru, Trinidad e Tobago e Brasil.

Na Argentina é onde se encontra um dos casos mais interessantes no uso de *D. longicaudata* (Schliserman *et al.*, 2003). Segundo os autores, na década de 1960 foram liberados apenas cem mil indivíduos, e após, foram realizadas apenas liberações ocasionais na província de Tucumán, entre 1977 e 1986. Entretanto, os autores relataram que das coletas de frutos realizadas entre 1987 e 1999 nenhum exemplar do parasitoide foi recuperado, porém, entre 2000 e 2002, fêmeas dessa

espécie foram novamente encontradas.

Em 1994, *D. longicaudata* foi importada dos EUA e introduzida no Brasil, pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, com apoio do Laboratório de Quarentena "Costa Lima" da Embrapa Meio Ambiente, visando estudar o comportamento e a eficácia deste inseto no controle de moscas-das-frutas, para implementação de um projeto de controle biológico no Nordeste brasileiro (Carvalho & Nascimento, 2002).

De acordo com Carvalho (2005a), entre agosto de 1995 e junho de 1996, foram liberados 22.405 machos e 20.558 fêmeas de *D. longicaudata* no município de Conceição de Almeida, BA. Segundo o autor, inventários de espécies nativas de parasitoides foram realizados, primeiramente, entre outubro de 1994 e agosto de 1995, e posteriormente, até 2005 foram realizadas coletas de frutos na região, visando recapturar o parasitoide exótico, avaliar sua adaptação, e traçar um novo perfil das populações dos parasitoides nativos. Conforme Carvalho (2005a), o braconídeo introduzido apresentou boa adaptação ao ambiente e o complexo de parasitoides nativos não foi afetado, não havendo mudança na diversidade ou extinção de espécies. Além disso, os resultados, obtidos por esse autor mostraram que as diferentes espécies nativas encontradas no Recôncavo Baiano possuem uma organizada e perfeita assincronia quanto à etapa de oviposição no hospedeiro, não competindo pelo mesmo sítio com a espécie exótica.

De acordo com Carvalho *et al.* (2000), *D. longicaudata* não compete com o braconídeo mais abundante no Recôncavo Baiano, *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti), pelos sítios de oviposição, uma vez que o parasitoide nativo tem preferência por larvas de final de segundo e início de terceiro instar, enquanto o exótico prefere larvas de final de terceiro.

Apesar de ser de fácil multiplicação em laboratório, *D. longicaudata* apresentou alguns problemas de adaptação em diferentes ambientes, especialmente nas regiões mais frias do Sul do Brasil (Sugayama, 2000).

O Rio Grande do Sul foi um dos estados brasileiros onde exemplares de *D. longicaudata* foram também liberados, em 1994 (Carvalho *et al.*, 2000). Entretanto, em levantamentos de parasitoides de moscas-das-frutas realizados posteriormente a essa data, como Gattelli (2006) e Redaelli *et al.* (2009), não detectaram a presença de *D. longicaudata*.

2.3 *Diachasmimorpha longicaudata* - aspectos bioecológicos

As espécies de *Diachasmimorpha* já foram incluídas em *Parasteres* Fischer e *Opius* (Wharton, 2007). Segundo o autor, em trabalhos anteriores a 1988, é frequente a referência de *Biosteres longicaudatus* Ashmead e *Opius longicaudata* Ashmead, considerados sinônimos de *D. longicaudata*.

Diachasmimorpha longicaudata é uma espécie originária da Região Indo-Australiana, onde ataca *Bactrocera* spp. (Carvalho & Nascimento, 2002). As fêmeas, não incluindo o ovipositor, têm 3,6 a 5,4 mm de comprimento, e os machos, 2,8 a 4,0 mm; o corpo é marrom claro a marrom avermelhado; os olhos são marrons; as antenas são mais longas que o corpo e sombreadas de preto; as asas são claras e o ovipositor, que tem a extremidade preta, é mais longo que o corpo inteiro (Thompson, 1989).

Greany *et al.* (1976) registraram que machos e fêmeas de *Biosteres longicaudata* (= *D. longicaudata*), criadas em *A. suspensa*, podem copular logo após a emergência. Os autores também constataram que a progênie dos

primeiros dias de oviposição de fêmeas já copuladas resultou em um número maior de indivíduos do sexo feminino.

Estudando a morfologia e a fisiologia do ovipositor de *D. longicaudata*, Greany *et al.* (1977) verificaram que uma série de receptores orgânicos podem ser capazes de analisar as condições do substrato de oviposição. Segundo os autores, algumas substâncias presentes em larvas já parasitadas podem aderir aos quimiorreceptores do ovipositor que, por sua vez, enviam o sinal que é processado pelo inseto, o qual acaba não ovipositando, indo procurar outro hospedeiro.

Fêmeas de *D. longicaudata* são atraídas por produtos liberados pela fermentação de frutos caídos (Thompson, 1989). Assim, os frutos infestados por moscas-das-frutas são encontrados a partir de sinais químicos, e a localização das larvas ocorre através da vibração que as mesmas emitem, ao se alimentarem da polpa dos frutos (Carvalho, 2005b). Os ovos são depositados no interior do corpo do hospedeiro e, se fecundados, darão origem a fêmeas, caso contrário originam-se machos; sendo, portanto, uma espécie de reprodução partenogenética do tipo arrenótoca facultativa (Carvalho, 2003). A larva do parasitoide eclode antes da fase de pupa do hospedeiro, obrigatoriamente matando-o, e as mudanças de instar ocorrem dentro do pupário (Lawrence, 1981).

A duração do período pré-imaginal de *D. longicaudata* pode variar conforme a idade da larva hospedeira e conforme o sexo, como registraram Lawrence *et al.* (1976), que realizaram trabalho tendo como hospedeiro *A. suspensa*. Os autores utilizaram larvas de moscas com idades entre quatro e sete dias e registraram a duração do período de ovo-adulto entre 19 e 23 dias para

fêmeas e, entre 18 e 22 dias, para machos.

De acordo com Greany *et al.* (1976), as fêmeas de *D. longicaudata*, criadas em *A. suspensa*, tendem a gerar mais fêmeas nos primeiros dias de vida e podem copular desde a emergência. Lawrence *et al.* (1978) ofereceram números diferentes de larvas de *A. suspensa* para *D. longicaudata* e, na maior densidade, 29 larvas para uma fêmea, registraram $23,5 \pm 0,9$ ovos/dia/fêmea. Em *C. capitata*, López *et al.* (2006) constataram razão sexual de 1,6 fêmeas/macho, Viscarret *et al.* (2006) de $0,55 \pm 0,04$ e $0,56 \pm 0,05$ (fêmeas/fêmeas+machos) e Ovruski *et al.* (2003) de 1,5 fêmeas/machos. Em *A. suspensa*, o número de fêmeas na prole aumenta proporcionalmente com a idade da mãe e com o aumento do número de hospedeiros oferecidos (Ashley & Chambers, 1979). Em *Ba. dorsalis*, a razão sexual foi de 0,59 (Vargas *et al.*, 2002).

A fecundidade média de *D. longicaudata* em *Ba. dorsalis*, de acordo com Vargas *et al.* (2002), foi de 97,9 ovos/fêmea e o número médio de ovos que geraram descendentes de 56,4 ovos/fêmea.

Viscarret *et al.* (2006) mantendo *D. longicaudata* em duas linhagens de *C. capitata*, registraram fertilidade média de até 32,92 fêmeas/fêmea na linhagem selvagem e, 32,53 fêmeas/fêmea nas criadas na geneticamente modificada.

Viscarret *et al.* (2006) registraram que a longevidade média de *D. longicaudata* em *C. capitata* variou de $37,9 \pm 0,68$ a $39,3 \pm 0,55$ dias, e o tempo médio para dobrar a população foi de $7,1 \pm 0,38$ a $7,3 \pm 0,28$ dias, respectivamente nas linhagens selvagens e geneticamente modificadas. Vargas *et al.* (2002), criando *D. longicaudata* em *Ba. dorsalis*, verificaram longevidade média de $15,6 \pm 4,10$ dias e um intervalo médio entre gerações de 27,2 dias. De acordo com Ashley & Chambers (1979), a maior mortalidade em *D. longicaudata*

mantida em *A. suspensa*, ocorreu entre o décimo e o décimo quarto dia de vida dos insetos.

A longevidade pode ser afetada pela ausência ou presença de hospedeiros e pela condição de cópula (Greany *et al.*, 1976). Conforme os autores, quando criados em *A. suspensa*, indivíduos de *D. longicaudata* apresentaram longevidade maior quando privados de hospedeiros. A longevidade de fêmeas virgens do braconídeo *Biosteres vandenboschi* (Hendel) criadas em *Ba. dorsalis*, foi maior do que a das acasaladas (Ramadan *et al.*, 1995).

Conforme Sivinsk *et al.* (1997), as diferenças morfológicas entre as espécies de parasitoides afetam a competição pelos sítios de oviposição, pois cada uma tem preferência por um dado estágio de desenvolvimento do hospedeiro, tamanho de fruto, espessura de casca e polpa, etc. Em relação a *D. longicaudata*, o tamanho do fruto possui uma correlação positiva com o índice de parasitismo, a fêmea tem grande habilidade de encontrar as larvas dos hospedeiros no interior dos frutos, sendo esta mais efetiva em frutos maiores (Sivinski *et al.*, 1997).

Segundo Kitthawee & Dujardin (2009), criações em laboratório, mantidas por um longo tempo, tendem a diminuir as diferenças morfológicas e fisiológicas entre populações de parasitoides de distintas regiões e hospedeiros. As diferenças de hospedeiros podem afetar a progênie de parasitoides, se refletindo no tamanho dos insetos e no *fitness* reprodutivo (Godfray, 1994; Jenner & Kuhlmann, 2006). Jervis (2005) referiu que a fecundidade, a fertilidade e a longevidade de parasitoides podem estar relacionadas com o tamanho dos indivíduos. Segundo van Alphen & Jervis (1996), é comum que braconídeos utilizem o tamanho do corpo do hospedeiro como critério de escolha.

2.4 Importância da temperatura na biologia de insetos - ênfase em *Diachasmimorpha longicaudata*

A temperatura é uma das mais importantes variáveis ambientais que influenciam a duração de desenvolvimento, a emergência, a fecundidade, a alimentação, os comportamentos sociais, o comportamento de cópula e os movimentos migratórios de insetos (Andrewartha & Birch, 1954). Em alguns casos a temperatura ótima para o desenvolvimento da espécie praga é diferente da ótima para o desenvolvimento do potencial inimigo natural (Horn, 1998). Em função desse aspecto, Rodrigues *et al.* (2004) afirmaram que a temperatura está entre os fatores chave para o sucesso de programas de controle biológico. Conhecer os limites e o perfil do desenvolvimento dos insetos de acordo com a temperatura é importante para planejar o manejo e um programa de controle biológico para essa praga (Haddad *et al.*, 1999).

O efeito da temperatura sobre o desenvolvimento do inseto, incluindo temperaturas ótimas e limites, pode ser descrito através da regressão linear da taxa de desenvolvimento (recíproca do tempo de desenvolvimento) (Honek, 1996).

Utilizando o modelo linear, é possível determinar o limiar térmico inferior (T_b), temperatura na qual o inseto cessa seu desenvolvimento, e a constante térmica (K), quantidade de calor acima da T_b requerida para completar o desenvolvimento e expressa em graus-dia (GD). Assim, a partir da relação linear entre a taxa de desenvolvimento e a temperatura ($Y = a + bx$, onde Y é a taxa de desenvolvimento e x a temperatura), podemos obter $T_b = -a/b$ e $K = 1/b$ (Honek, 1996).

O conceito de graus-dia é muito utilizado em estudos com insetos, para estimar o crescimento de uma determinada população após as primeiras capturas em uma determinada época. Estes cálculos fornecem subsídios suficientes para o seu uso no manejo integrado de algumas pragas (Stacey & Fellowes, 2002).

Algumas populações isoladas em uma determinada região podem ser selecionadas de forma que se adaptem às condições ambientais, mudando a relação entre a temperatura e a taxa de desenvolvimento do inseto, diferindo de indivíduos de outras populações, podendo inferências errôneas sobre o potencial de mudança na distribuição da espécie serem feitas (Trudgill, 1995).

De acordo com Pratissoli (1995), é possível utilizar a temperatura como um recurso para selecionar populações de algumas espécies de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para melhor adaptação a um determinado local.

Sivinski *et al.* (1998) relataram que indivíduos de *D. longicaudata* toleram temperaturas mais altas quando comparadas com as do parasitoide nativo mais abundante na Flórida, *D. areolatus*. Os autores verificaram também que a temperatura foi a variável ambiental que melhor se relacionou com a flutuação populacional e abundância destes insetos. Segundo Ashley *et al.* (1976), as condições ambientais ótimas para o desenvolvimento de *D. longicaudata* são 24 a 28 °C e 50 a 70% de umidade relativa do ar.

Clausen *et al.* (1965) e Ashley *et al.* (1976) relataram eventos de diapausa em *D. longicaudata* em temperaturas frias (abaixo de 22 °C) e umidades baixas (abaixo de 50% UR). Aluja *et al.* (1998), no México, encontrou evidências de diapausa em seis espécies de parasitoides de tefritídeos, dentre estas *D. longicaudata*. Carvalho (2005c) foi o primeiro a registrar diapausa em *D.*

longicaudata e, em outras quatro espécies de parasitoides nativas do Brasil, todas encontradas no Rio Grande do Sul, incluindo as mais frequentes: *D. areolatus*, e o figitídeo *Aganaspis pelleranoi* (Bréthes) (Gattelli *et al.*, 2005; Meirelles *et al.*, 2005; Meirelles *et al.*, 2006a e 2006b; Idalgo *et al.*, 2007; Losekann *et al.*, 2007; Meirelles *et al.*, 2007; Redaelli *et al.*, 2009).

O limite térmico inferior foi historicamente utilizado como padrão nos estudos sobre desenvolvimento de insetos (Haddad *et al.*, 1999), mas alguns autores passaram a questionar acerca do limite térmico superior.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biologia Ecologia e Controle Biológico de Insetos (BIOECOLAB), do Departamento de Fitossanidade, da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Os insetos utilizados *D. longicaudata*, *A. fraterculus* e *C. capitata* eram oriundos das criações mantidas neste laboratório, em câmara climatizada (25 ± 2 °C; $65 \pm 10\%$ UR; 14 horas de fotofase).

3.1 Criação de *Diachasmimorpha longicaudata*

A criação de *D. longicaudata* foi estabelecida com pupas provenientes do Laboratório de Entomologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, fornecidas pelo Dr. Antônio Nascimento, em dezembro de 2008.

Desde o estabelecimento, a criação do parasitoide tem sido mantida de acordo com a metodologia proposta por Carvalho *et al.* (1998). Os adultos, cerca de 50 casais eram mantidos em gaiolas com armação de madeira (20 cm x 15 cm x 15 cm) (Figura 2A), coberta nas laterais com tecido voile. A água era fornecida em frascos de vidro (50 ml) com tampa perfurada, disponibilizada por capilaridade através de tiras de tecido Spontex Resist®. O alimento consistia de uma mistura de água (120 ml), mel (120 ml), ágar (0,8 g), ácido ascórbico (0,05 g) e nipagin (0,005 g). O ágar era dissolvido na água quente e após adicionavam-se os outros

ingredientes. Com a mistura ainda líquida e quente, derramava-se 2 ml em placas de Petri de 5 cm de diâmetro (Figura 2B), as quais, após secarem em temperatura ambiente, eram conservadas em refrigerador ($\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$) por até 10 dias. As placas (uma em cada gaiola), com a dieta de consistência gelatinosa ficavam expostas no fundo das gaiolas e eram trocadas duas vezes por semana.

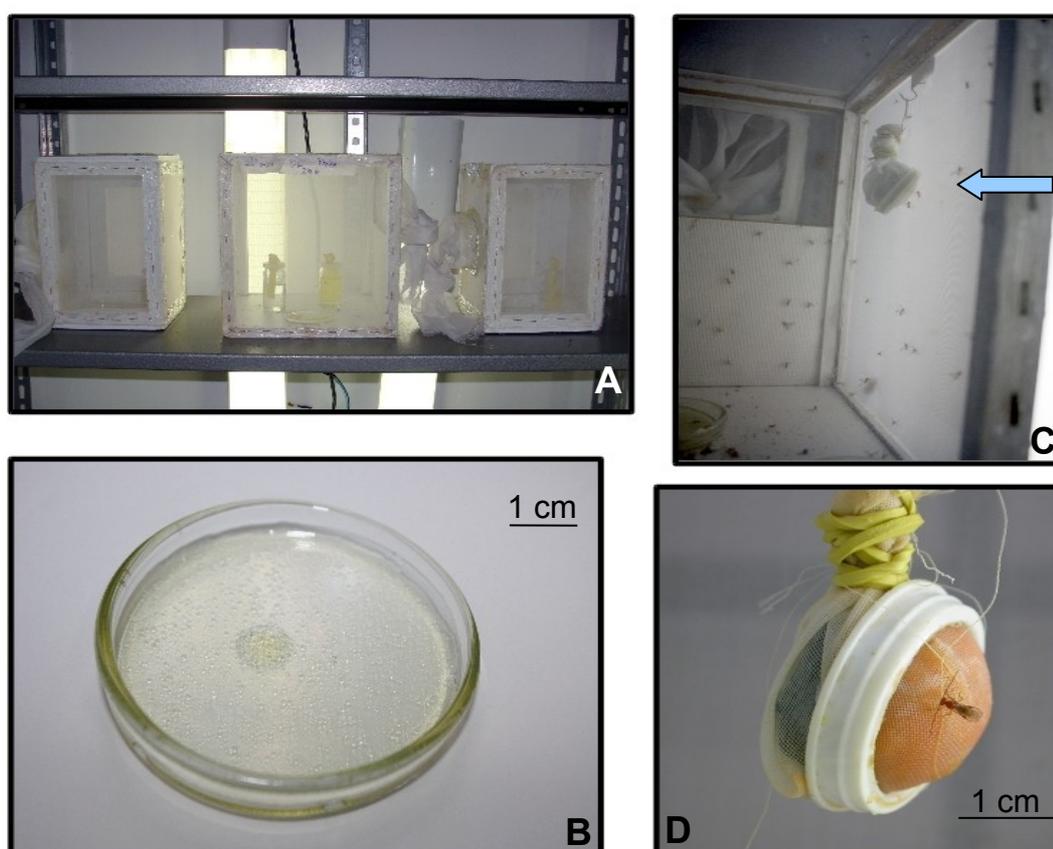


FIGURA 2. Gaiolas de armação de madeira revestidas de voile usada para manter adultos de *Diachasmimorpha longicaudata* (A); placa de Petri (5 cm Ø) com dieta gelatinosa (B); interior de gaiola de adultos com unidade de parasitismo indicada pela seta (C); *D. longicaudata* sobre unidade de parasitismo (D).

Larvas de terceiro instar de *C. capitata* (aproximadamente oito dias de vida) eram expostas por uma hora, em número de 40 a 50, em unidade de parasitismo ou substrato de oviposição (Figura 2C) pendurado no alto da gaiola de adultos de *D. longicaudata*. As unidades eram confeccionadas com tecido voile, um anel

plástico e uma tampa plástica (Figura 2D). As larvas eram colocadas sobre o voile e prensadas com a tampa contra o anel plástico. As bordas do tecido eram presas com atílio de borracha e a unidade de parasitismo pendurada na gaiola dos adultos. Cada gaiola podia receber até três unidades por dia, conforme a disponibilidade de larvas e as necessidades da criação.

3.2 Criações de moscas-das-frutas

A criação de *A. fraterculus* foi estabelecida com pupários oriundos de pitangas (*Eugenia uniflora* L.) (Myrtaceae) coletadas em Porto Alegre, RS.

Os adultos obtidos eram colocados em uma gaiola (45 cm x 30 cm x 30 cm) (Figura 3 A), com abertura frontal e as laterais confeccionadas de tecido tipo voile. A água era oferecida em potes plásticos (140 ml), disponibilizada através de tiras de pano Spontex Resist[®], inseridas em tampa perfurada. O alimento dos adultos, adaptado de Salles (1995), era composto por açúcar cristal, levedo de cerveja, gérmen de trigo e extrato de soja (na proporção 3:1:1:1) e complexo vitamínico (Diarium[®] – VitaminLife) (um comprimido pulverizado para cada 250 g de dieta), sendo disponibilizado em placas de Petri e trocado uma vez por semana.

Como substrato de oviposição, a partir dos 12 dias de idade as moscas recebiam um mamão papaia, o qual permanecia por dois dias, sendo após esse período substituído por outro. O mamão retirado era acondicionado sobre areia esterilizada em potes plásticos de sorvete (2 l), cobertos com voile, por 16 dias. A areia era então peneirada, os pupários recolhidos e depositados sobre uma camada de areia esterilizada em potes plásticos (100 ml), até a emergência. Os adultos obtidos eram reintroduzidos na criação para manutenção da mesma.

A partir da 12^o geração, aos adultos passaram a ser oferecidos três substratos artificiais de oviposição por gaiola (Figura 3B). Esses substratos eram confeccionados em formato de meia esfera, com ágar (5 g), água (120 ml), polpa industrializada de amora preta (*Rubus* sp.) (80 ml), nipagin diluído em álcool a 10% (10 ml) e envoltos em parafilme, a partir da metodologia de Salles (1992). Os substratos de textura gelatinosa eram trocados nas gaiolas, diariamente às 9 horas. Logo que o substrato era retirado, removia-se o parafilme e, com auxílio de bisturi, retiravam-se lâminas do mesmo contendo ovos, as quais eram colocadas sobre tiras de tecido Spontex Resist[®], umedecido e transferidas para caixas Gerbox (11 cm x 11 cm x 3,5 cm). As lâminas do substrato eram esmagadas com o auxílio de uma agulha de injeção, para soltar os ovos (Figura 3 C), adicionava-se mais água destilada para que o material ficasse em suspensão nas caixas e colocava-se em câmara climatizada ($25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; $60 \pm 10\%$ UR; sem fotofase) por dois dias. Decorrido esse período, o conteúdo da placa era coado para retirar o excesso de água e as tiras de tecido com ovos eram colocadas diretamente sobre uma dieta para larvas, de modo que os ovos ficassem voltados para cima.

A dieta de larvas, proposta por Térán (1976), era composta de cenoura crua descascada (125 g), cenoura cozida descascada (125 g), açúcar cristal (125 g), levedo de cerveja (25 g), água (175 ml), nipagin (1,1 g), ácido cítrico (3,6 g), benzoato de sódio (1,1 g) e sulfato de estreptomicina (0,5 g). Os ingredientes eram misturados no liquidificador e depois a mistura era distribuída em bandejas quadradas de isopor (15 cm x 15 cm x 2 cm) (Figura 3 D).

As bandejas com a dieta de larvas, já com os ovos, eram tampadas com outra similar, embrulhadas em jornal e colocadas em câmara climatizada ($25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; $60 \pm 10\%$ de UR; sem fotofase) por sete dias. Após este tempo, as bandejas

eram levadas para câmara climatizada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $65 \pm 10\%$ UR; 14 horas de fotofase), onde eram depositadas em bandejas plásticas (50 cm x 30 cm x 5 cm), com areia esterilizada no fundo. Após dez dias, as bandejas eram retiradas e a areia peneirada. Os pupários obtidos eram colocados em caixas tipo “Gerbox” (11 cm x 11 cm x 3,5 cm), com areia esterilizada, identificadas, cobertas com tecido voile e mantidas na mesma câmara onde os ovos haviam permanecidos, por cerca de 10 dias. Decorrido esse período, com aproximadamente 400 pupários, montava-se uma nova gaiola. As gaiolas de *A. fraterculus* eram mantidas por um período de 50 dias.

Os primeiros exemplares de *C. capitata* foram obtidos no ano de 2008, de pupários oriundos de jambo-branco (*Eugenia aquea* Burm) (Myrtaceae) e caqui-mole (*Diospyros kaki* Thunb) (Ebenaceae) coletados, respectivamente, em praças de Porto Alegre e na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, em Eldorado do Sul, RS.

A criação de *C. capitata* foi desenvolvida com base na metodologia proposta por Terán (1976), com adaptações. Os adultos eram mantidos nas mesmas condições dos adultos de *A. fraterculus*. Como substrato de oviposição foi utilizado um recipiente plástico para condimento, de 250 ml, de cor vermelha, com orifícios nas paredes feitos com agulha de injeção (5 G), e contendo no interior 40 ml de água destilada (Figura 3E). Através dos orifícios, as fêmeas depositavam os ovos que ficavam retidos na água, o que garantia que não houvesse desidratação. Diariamente a água era substituída e a que continha ovos transferida para um copo de Becker de 200 ml que era mantido em câmara climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$; $60 \pm 10\%$ UR; sem fotofase) por 24 horas. Após, os ovos eram retirados da água com a ajuda de uma pipeta plástica e distribuídos sobre

uma porção de tecido Spontex Resist[®] disposto sobre a dieta das larvas.

A dieta de larvas utilizada para *C. capitata* era a mesma de *A. fraterculus*, e a manutenção das larvas seguiu o mesmo processo descrito no item 3.2. Após sete dias, retiravam-se as bandejas da câmara climatizada e peneirava-se a areia para separar os pupários, os quais eram colocados em caixas tipo “Gerbox” (11 cm x 11 cm x 3,5 cm), com areia esterilizada, identificadas, cobertas com tecido voile e mantidas na mesma câmara por cerca de sete dias. Com aproximadamente 400 pupários, montava-se uma nova gaiola. Os adultos de *C. capitata* eram mantidos por um período de 30 dias.

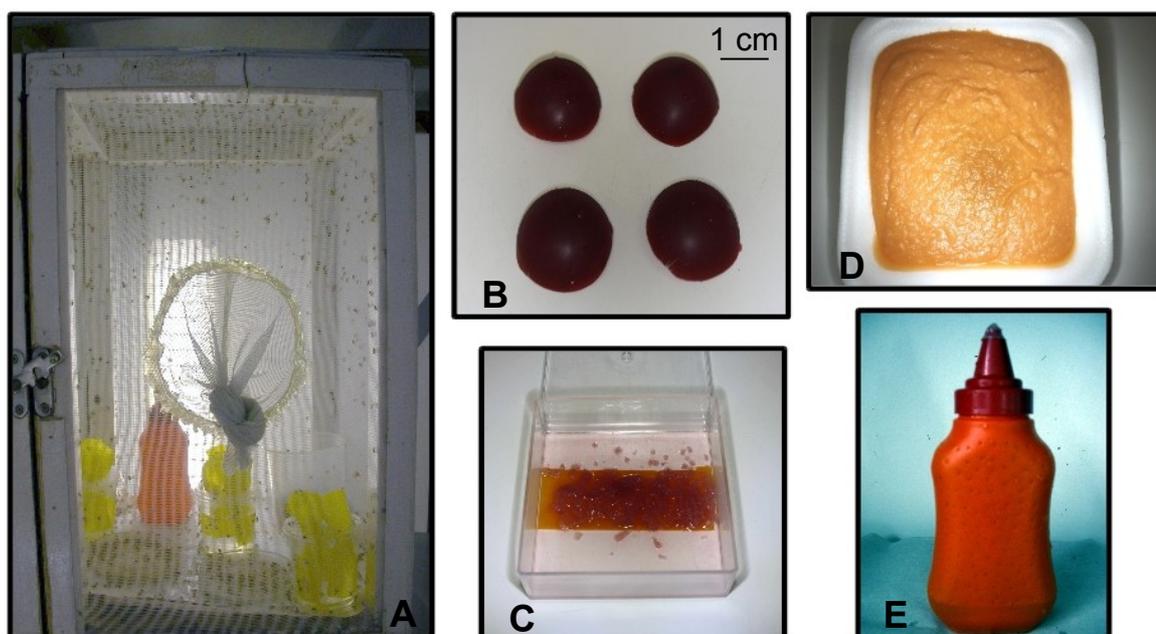


FIGURA 3. Gaiola com armação de madeira revestida com voile usada para manter adultos de *Anastrepha fraterculus* ou de *Ceratitidis capitata* (A); substratos artificiais para oviposição de *A. fraterculus* (B); lâminas de substrato de oviposição e ovos sobre tiras de tecido Spontex Resist[®] umedecido no interior de caixa “Gerbox” (C); dieta artificial para larvas de moscas-das-frutas (D); recipiente plástico (250 ml) com furos para oviposição de *C. capitata* (E).

3.3 Biologia de *Diachasmimorpha longicaudata* em *Anastrepha fraterculus* e em *Ceratitis capitata*

3.3.1 Fase ovo-adulto

Cinquenta casais de *D. longicaudata* provenientes da criação (item 3.1), de mesma idade, entre três e dez dias de vida, com experiência com larvas de *A. fraterculus* foram mantidos em gaiolas com armação de madeira (20 cm x 15 cm x 15 cm), coberta nas laterais com tecido voile recebendo água e o alimento. Cerca de 40 a 50 larvas de terceiro instar de *A. fraterculus*, com aproximadamente 10 dias de idade, provenientes da criação (item 3.2), foram expostas aos casais em substratos de oviposição (Figura 2D) por uma hora.

Decorrido esse período as larvas foram retiradas do substrato e acondicionadas, individualmente, em tubos de vidro (25 ml) com areia esterilizada no fundo e uma porção de papel filtro umedecido (Figura 4 A). Após o fechamento da abertura com filme plástico, esses tubos foram transferidos para uma câmara climatizada (25 ± 2 °C; $65 \pm 10\%$ UR; 14 horas de fotofase), identificados e diariamente observados para registro da emergência.

Foram acompanhadas, seguindo esse procedimento, 215 larvas de *A. fraterculus* expostas aos parasitoides, obtendo-se assim o tempo de desenvolvimento total e a viabilidade da fase imatura (ovo-adulto).

O mesmo procedimento descrito anteriormente foi seguido para avaliar o desenvolvimento da fase ovo-adulto de *D. longicaudata* tendo como hospedeiro larvas de terceiro instar de *C. capitata*. Para tanto, 225 larvas de terceiro instar de *C. capitata* foram oferecidas em substrato de oviposição a casais de *D. longicaudata* e, posteriormente individualizadas em tubos de vidro, com areia esterilizada, porção de papel filtro umedecido, mantidas em câmara climatizada

(25 ± 2 °C; $65 \pm 10\%$ UR; 14 horas de fotofase) e diariamente observadas até a emergência.

3.3.2 Fase adulta

Adultos de *D. longicaudata*, 52 fêmeas e 56 machos, obtidos conforme item 3.3.1, foram individualizados em potes plásticos de 140 ml (Figura 4 B), com alimento (descrito no item 3.1) e água e mantidos na mesma câmara até a morte, obtendo-se assim a longevidade de adultos virgens.

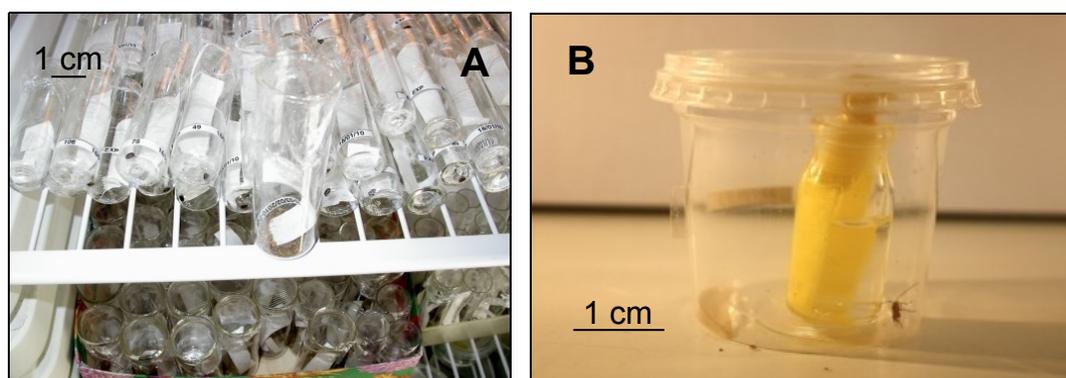


FIGURA 4. Tubos de vidro (25 ml) contendo pupários de moscas-das-frutas, areia esterilizada e tira de papel filtro em câmara climatizada (A); pote plástico (140 ml) contendo adulto de *Diachasmimorpha longicaudata*, alimento no fundo e frasco com água (B).

Foram acompanhados dez casais provenientes de larvas de *A. fraterculus*, mantidos em gaiolas com dois casais (descritas em 3.1), com alimento e água *ad libitum*. Diariamente, ao longo de toda vida receberam um substrato de oviposição contendo 20 larvas de *A. fraterculus* (dez/fêmea) por uma hora. Quando uma das fêmeas do parasitoide morria o número de larvas expostas era reduzido à metade. Esse procedimento foi realizado até a morte de todas as fêmeas. Quando morria um macho, este era substituído por um novo, evitando assim a competição

por parceiros sexuais e visando garantir que as fêmeas expressassem o seu desempenho reprodutivo máximo.

Após a exposição, as larvas eram retiradas do substrato e colocadas em potes plásticos com areia esterilizada no fundo e mantidos em câmara climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ de UR; sem fotofase). Decorridas 72 horas, os pupários de moscas formados eram abertos com auxílio de agulhas histológicas e pinças entomológicas em placas parafinadas em microscópio estereoscópico, para registro do número de ovos e/ou larvas do parasitoide e do número de larvas e/ou pupas de moscas vivas. O número de larvas contabilizadas do parasitoide foi considerado o valor de fertilidade e o de larvas mais o de ovos valores de fecundidade. A longevidade de indivíduos de *D. longicaudata* pareados foi também registrada.

Em relação ao acompanhamento da fase adulta de *D. longicaudata* tendo como hospedeiro larvas de *C. capitata* foram seguidos os mesmos procedimentos adotados para os parasitoides expostos a *A. fraterculus*. Provenientes de larvas de *C. capitata*, 55 fêmeas e 54 machos adultos (item 3.3.1) foram acompanhados, individualizados, obtendo-se a longevidade de adultos virgens.

A fecundidade e a fertilidade de *D. longicaudata* tendo como hospedeiro larvas de *C. capitata* foram avaliadas em 25 casais, mantidos em grupos de cinco por gaiola. No substrato de oviposição eram colocadas 50 larvas de *C. capitata* (dez/fêmea), sendo reduzido dez larvas para cada fêmea que morria. Os demais procedimentos empregados foram semelhantes aos feitos quando o hospedeiro era a larva de *A. fraterculus*.

3.3.3 Análise numérica dos dados de biologia

A partir dos dados obtidos foram calculadas médias, erros padrões e registrados intervalos de variação. Os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste D'Agostino. Quando a distribuição da variável apresentou normalidade, os dados obtidos com as duas espécies de hospedeiros foram comparados utilizando o teste t de Student e, caso contrário, o teste de Mann-Whitney. A razão sexual (rs) foi calculada através da fórmula, $rs = \frac{n^\circ \text{ de machos}}{n^\circ \text{ de fêmeas} + n^\circ \text{ machos}}$, e a tabela de vida de fertilidade, conforme Silveira Neto *et al.* (1976). Para as análises estatísticas foram utilizados os softwares Microsoft Excel® 2000, Bioestat® 5.0 (Ayres *et al.*, 2007).

3.4 Exigências térmicas de *Diachasmimorpha longicaudata* em *Anastrepha fraterculus* e em *Ceratitis capitata*.

Cinquenta casais de *D. longicaudata* provenientes da criação (item 3.1), com idade entre três e dez dias, foram mantidos em gaiolas com armação de madeira (20 cm x15 cm x15 cm), coberta nas laterais com tecido voile, recebendo água e alimento. Cerca de 40 a 50 larvas de terceiro instar de *A. fraterculus*, com aproximadamente nove dias de idade, provenientes da criação (item 3.2), foram expostas aos casais em substratos de oviposição (item 3.1) por uma hora. As larvas retiradas do substrato foram acondicionadas, individualmente, em tubos de vidro (25 ml) com areia esterilizada no fundo, papel filtro umedecido e com a abertura fechada com filme plástico. Os tubos foram transferidos para câmaras climatizadas em temperaturas de 15, 18, 21, 25, 28 e 31 °C e com $60 \pm 10\%$ UR e 14 horas de fotofase, identificados e diariamente observados para registro da emergência.

Os adultos emergidos em cada temperatura foram acondicionados individualizados, em potes plásticos de 140 ml, com alimento (descrito no item 3.1) e água e mantidos na mesma temperatura até a morte, obtendo-se assim a longevidade de indivíduos virgens.

Foram acompanhados entre 109 e 200 indivíduos em cada temperatura. As exigências térmicas da fase ovo-adulto e dos adultos de *D. longicaudata* foram estimadas pelo método da hipérbole (Haddad *et al.*, 1999), calculando-se o limite térmico inferior, ou temperatura basal (T_b) e a constante térmica (K), utilizando o programa SAS (1993), baseando-se na duração dos períodos ovo-adulto, obtidos nas seis temperaturas. A significância das diferenças entre os períodos de duração foi comparada através do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) utilizando-se o programa Bioestat[®] 5.0 (Ayres *et al.*, 2007).

O número anual de gerações de uma espécie em uma determinada região foi estimado da seguinte maneira: (1) diminui-se a temperatura basal do inseto das médias mensais de temperatura da região, obtendo-se os graus-dias acumulados mensais; (2) soma-se os graus-dias acumulados mensais para obter-se os graus-dias acumulados no ano; (3) divide-se os graus-dias acumulados no ano pela constante térmica do inseto, obtendo-se o número anual de gerações (Cividanes, 2000).

3.5 Avaliação do tamanho de indivíduos de *Diachasmimorpha longicaudata* criados em *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata*

Foram medidos 100 adultos de cada sexo de *D. longicaudata* criados em larvas de *A. fraterculus* e outros 100, criados em *C. capitata*. As estruturas

medidas foram: comprimento da tíbia da perna posterior direita e área da asa anterior direita. As estruturas foram separadas do corpo dos insetos, fotografadas em microscópio óptico com escala micrométrica. As fotografias foram submetidas à análise do software Image Tool 3.00[®] e, com as medidas, foi possível estabelecer uma comparação entre os parasitoides criados em larvas das duas espécies de moscas.

Dez grupos de dez larvas de *A. fraterculus* e de *C. capitata* foram pesados em balança de precisão. Com os valores obtidos, estimou-se o peso médio das larvas de cada espécie de mosca. As medidas obtidas de peso de larvas, comprimento de tíbia e área de asa foram comparadas entre hospedeiros pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$) utilizando-se o programa Bioestat[®] 5.0 (Ayres *et al.*, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Biologia de *Diachasmimorpha longicaudata* em *Anastrepha fraterculus* e em *Ceratitis capitata*

4.1.1 Fase ovo-adulto

O tempo médio de desenvolvimento de ovo-adulto de fêmeas de *D. longicaudata* foi semelhante ($H = 91,9402$; $gl = 3$; $P > 0,05$) entre os indivíduos criados tendo *A. fraterculus* e *C. capitata* como hospedeiros. Em relação aos machos, o mesmo foi observado ($H = 91,9402$; $gl = 3$; $P > 0,05$). Entretanto, em ambos os hospedeiros, o ciclo biológico das fêmeas do parasitoide foi significativamente maior que o dos machos ($H = 91,9402$; $gl = 3$; $P < 0,05$) (Tabela 1).

Utilizando larvas do tefritídeo *A. suspensa* como hospedeiro de *D. longicaudata* ($25,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$; $67 \pm 2,5\%$ UR), Lawrence *et al.* (1976) também constataram um ciclo biológico maior para fêmeas (19 a 23 dias) quando comparadas com machos (18 a 22 dias).

Ramadan *et al.* (1992) estudando a biologia de outra espécie de braconídeo, *Biosteres persulcatus* Silvestri, em *Ba. dorsalis* ($26 \pm 2^\circ\text{C}$; $60 \pm 10\%$ UR; 10 horas de fotofase) levantaram a hipótese de que um período pré-imaginal maior das fêmeas do que dos machos pode ser justificado pela necessidade de maturação dos órgão reprodutivos.

TABELA 1. Duração média (dias) (\pm EP) e intervalo de variação (IV) do ciclo biológico de fêmeas e machos de *Diachasmimorpha longicaudata* criados em *Anastrepha fraterculus* e em *Ceratitis capitata* ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $65 \pm 10\%$ UR; 14 horas de fotofase).

Hospedeiro	Fêmeas		Machos	
	Duração	IV	Duração	IV
<i>A. fraterculus</i>	$18,8 \pm 0,17$ Aa* (53)**	17 – 23	$17,2 \pm 0,13$ Ab (61)	15 – 22
<i>C. capitata</i>	$19,2 \pm 0,23$ Aa (55)	17 – 26	$18,5 \pm 0,13$ Ab (54)	17 – 21

* Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem significativamente pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$).

** Valores entre parênteses indicam o número de observações.

Trabalhando em cinco temperaturas que variaram entre 15 e 28°C ($65 \pm 5\%$ UR; 12 horas de fotofase), Hurtrel *et al.* (2001) verificaram para o braconídeo *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron), tendo como hospedeira larvas de *C. capitata*, ciclo biológico maior em fêmeas. Em 25°C , as fêmeas completaram o desenvolvimento em $21,4 \pm 0,11$ dias, enquanto que os machos levaram $19,8 \pm 0,17$ dias, tendência semelhante à observada no presente trabalho.

Fêmeas de *Bi. persulcatus* criadas em *Ba. dorsalis* ($26,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$; $72,5 \pm 7,5\%$ UR) também levaram mais tempo (17,14 dias) para atingir a fase adulta que os machos (16,26 dias), de acordo com Ibrahim *et al.* (1993). Em estudo com outro parasitoide desse gênero, *Biosteres arisanus* (Sonan), mantido no mesmo hospedeiro ($23 \pm 1^\circ\text{C}$; $65 \pm 5\%$ UR; 10 horas de fotofase), Bautista *et al.* (1998) registraram quase dois dias de atraso na emergência de fêmeas ($22,9 \pm 1,6$ dias) com relação à de machos ($21,1 \pm 1,5$ dias).

Mohamed *et al.* (2003), estudando o desenvolvimento do braconídeo, *Psytalia cosyrae* (Wilkinson) em larvas dos tefritídeos, *C. capitata* e *Ceratitis*

cosyra (Walker), encontraram diferenças significativas entre a duração dos ciclos de machos e fêmeas, tendo sido o das últimas superior. Criados em *C. capitata*, os machos tiveram ciclo de $17,4 \pm 0,09$ dias e as fêmeas de $19,1 \pm 0,09$ dias, enquanto que em *C. cosyra* o desenvolvimento dos machos durou $18,6 \pm 0,08$ dias e o das fêmeas $20,3 \pm 0,1$ dias, valores que se aproximaram dos encontrados no presente estudo.

4.1.2 Fase adulta

4.1.2.1 Longevidade e razão sexual

A longevidade média, independente do status de cópula e do sexo, de indivíduos de *D. longicaudata* criados em *C. capitata* ($25,7 \pm 1,37$ dias) foi semelhante à dos mantidos em *A. fraterculus* ($25,1 \pm 1,39$ dias) ($U = 10673,00$; $P = 0,6864$). As fêmeas virgens de *D. longicaudata* oriundas de *A. fraterculus*, no entanto, foram significativamente mais longevas do que as virgens que se desenvolveram em *C. capitata* ($t = -2,7008$; $gl = 105$; $P = 0,008$) (Tabela 2). Quando pareadas, as fêmeas não diferiram entre hospedeiros ($t = -0,0776$; $gl = 38$; $P = 0,9386$). Por outro lado, os machos virgens criados em ambos hospedeiros não apresentaram diferenças na longevidade ($t' = 1,0727$; $gl = 91,07$; $P = 0,2862$), assim como os pareados ($U = 160$; $P = 0,4424$). Viscarret *et al.* (2006) não encontraram diferenças na longevidade de fêmeas de *D. longicaudata*, acasaladas, desenvolvidas em duas linhagens de *C. capitata* utilizadas em biofábricas de insetos estéreis, uma selvagem e outra geneticamente modificada. Mohamed *et al.* (2003) observaram que a longevidade, tanto de machos quanto de fêmeas, do braconídeo *P. cosyrae* em *C. cosyra*, foi maior que em *C. capitata*.

Indivíduos de *D. longicaudata* virgens, independente do hospedeiro no qual

havia sido criados, foram mais longevos que os pareados, respectivamente, $31 \pm 1,19$ e $17,7 \pm 1,21$ dias ($t' = 7,8427$; $gl = 229,11$; $P < 0,0001$). As fêmeas pareadas, além da disponibilidade de parceiros para cópula, receberam larvas para oviposição ao longo de toda a vida, atividades que demandam energia, a qual poderia ter sido utilizada para garantir a sobrevivência por um período maior (Greany *et al.*, 1976).

Greany *et al.* (1976) relataram que fêmeas de *D. longicaudata* desprovidas de hospedeiros tiveram longevidade maior que as que receberam larvas de *A. suspensa* durante a vida. Vargas *et al.* (2002) registraram longevidade média de $15,6 \pm 4,10$ dias para indivíduos de *D. longicaudata* pareados e criados em *Ba. dorsalis*, valor próximo ao do presente trabalho.

Estudando outra espécie de parasitoide, do mesmo gênero, *Diachasmimorpha kraussii* (Fullaway) no hospedeiro *Bactrocera tryoni* (Froggatt), Rungorjwanich & Walter (2000) também constataram que fêmeas virgens são mais longevas. Em outros braconídeos, este aspecto já havia sido detectado, como *Bi. persulcatus* (Ibrahim *et al.*, 1993) e em *Bi. vandenboschi* (Ramadan *et al.*, 1995) ambos tendo como hospedeiro *B. dorsalis*.

Considerando todos os indivíduos de *D. longicaudata*, independente do hospedeiro e da condição de cópula, os machos apresentaram longevidade significativamente menor que fêmeas ($t' = 4,1668$; $gl = 283,09$; $P < 0,0001$). Fêmeas virgens desenvolvidas em *A. fraterculus* diferiram estatisticamente de machos virgens criados no mesmo hospedeiro ($t' = 5,2652$; $gl = 89,50$; $P < 0,0001$), enquanto que não houve diferença entre insetos de ambos os sexos pareados ($U = 90,50$; $P = 0,3615$). O contrário ocorreu com insetos que se desenvolveram em *C. capitata*, a longevidade média de fêmeas virgens não

diferiu de machos ($t = -0,07832$; $gl = 107$; $P = 0,4352$), enquanto que fêmeas pareadas foram mais longevas ($U = 201$; $P = 0,0305$). Longevidade maior de parasitoides fêmeas, comparada com a de machos, foi relatada por Bautista *et al* (1998) e Mohamed *et al.* (2003), respectivamente para *Bi. arisanus* criados em *Ba. dorsalis* e *P. cosyrae* desenvolvidos em *C. capitata* e *C. cosyra*.

TABELA 2. Longevidade média (dias) (\pm EP) e intervalo de variação (IV) de fêmeas e machos de *Diachasmimorpha longicaudata*, virgens e pareados, criados em *Anastrepha fraterculus* e em *Ceratitidis capitata* (25 ± 2 °C; $65 \pm 10\%$ UR; 14 horas de fotofase).

Hospedeiro	Status	Fêmeas		Machos	
		Longevidade	IV	Longevidade	IV
<i>A. fraterculus</i>					
	Virgens	40,4 \pm 2,43 Aa* (52) **	6 – 76	25,04 \pm 1,61 Ab (56)	3 – 45
	Pareados	20,4 \pm 3,39 Ba (15)	4 – 49	15,6 \pm 2,09 Ba (15)	6 – 32
<i>C. capitata</i>					
	Virgens	30,9 \pm 2,49 (55) Aa (55)	1 – 77	28,2 \pm 2,49 (54) Aa (54)	1 – 67
	Pareados	20,7 \pm 2,11 (25) Ba (25)	1 – 38	14,2 \pm 2,03 (25) Bb (25)	2 – 41

* Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo teste t (letras maiúsculas, comparações entre status de cópula num mesmo hospedeiro e sexo) e pelo teste de Mann-Whitney (letras minúsculas, comparações entre sexos num mesmo hospedeiro e status de cópula) ($\alpha = 0,05$).

** Valores entre parênteses indicam o número de observações.

Nos insetos criados em ambos hospedeiros, registrou-se um predomínio de machos na prole do segundo dia de vida das fêmeas observadas, considerando que não houve emergências no primeiro dia. A partir do terceiro dia, a proporção de fêmeas aumentou, sendo que a razão sexual média de parasitoides criados em ambos hospedeiros indicou que as fêmeas tendem a produzir mais fêmeas em suas proles. Desenvolvida em *A. fraterculus*, *D. longicaudata* apresentou razão sexual de 0,59, estatisticamente igual ($\chi^2 = 1,978$; $gl = 1$; $P = 0,1776$) à das

criadas em *C. capitata*, 0,55 (Figura 5).

Analisando a razão sexual diária, o maior valor registrado foi 0,86 no décimo oitavo dia de vida das fêmeas criadas em *C. capitata*, e 0,80, no vigésimo nono dia nas mantidas em *A. fraterculus*.

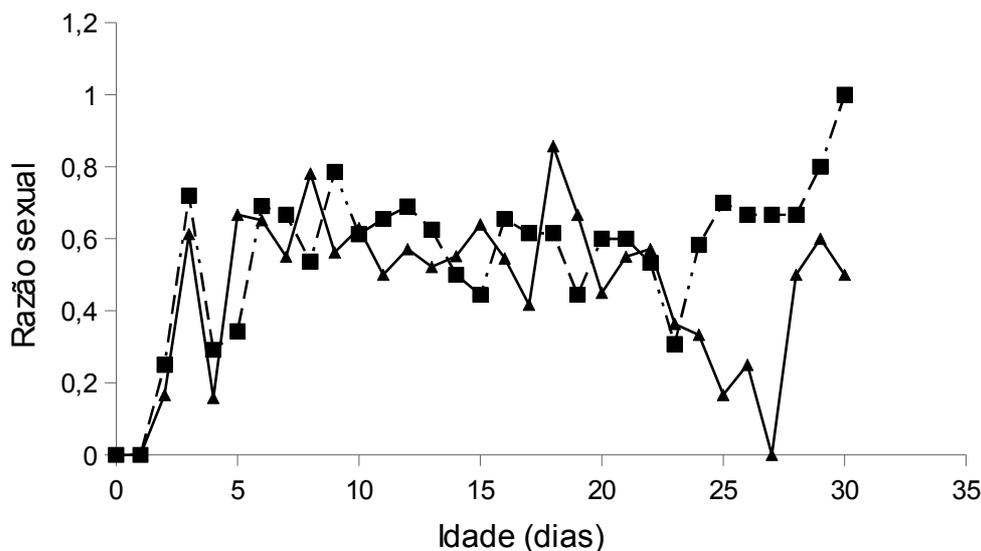


FIGURA 5. Razão sexual diária de *Diachasmimorpha longicaudata* criadas em *Anastrepha fraterculus* (■) e em *Ceratitis capitata* (▲) ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $65 \pm 10\%$ UR; 14 horas de fotofase).

Observando a razão sexual dessa mesma espécie, entretanto, em outros hospedeiros, *A. suspensa* e *Ba. dorsalis*, Greany *et al.* (1976) e Vargas *et al.* (2002) constataram, respectivamente, valores de 0,54 e 0,59, próximos aos encontrados neste estudo. Da mesma forma, Viscarret *et al.* (2006) avaliando *D. longicaudata* criada em duas linhagens de *C. capitata*, uma selvagem e outra geneticamente modificada registraram, respectivamente, 0,55 e 0,56 para razão sexual. Em outra espécie de parasitoide, *Bi. arisanus*, Bautista *et al.* (1998) verificaram razão sexual diária com predominância de fêmeas, variando de 0,57 a 0,70, tendo *Ba. dorsalis* como hospedeiro.

Wong *et al.* (1990) observaram que as fêmeas de *Bi. tryoni* em larvas de *C.*

capitata tenderam a gerar um maior número de fêmeas nos primeiros dias.

No presente estudo, o tempo entre a emergência dos insetos até a primeira oviposição pode ser insuficiente para garantir que todas as fêmeas tenham copulado, o que pode ter influenciado a razão sexual com desvio para machos nos primeiros dias. Outra possibilidade para predominância de machos entre os primeiros descendentes das fêmeas observadas, é que pode ser uma estratégia para garantir que no momento que as fêmeas comecem a emergir já existam machos em condições de cópula (Godfray, 1994).

4.1.2.2 Parâmetros reprodutivos

Foram semelhantes os períodos de pré-oviposição ($t = 1,0$; $gl = 4$; $P = 0,3739$), oviposição ($U = 10$; $P = 0,6015$) e pós-oviposição ($t' = -0,7977$; $gl = 4,38$; $P = 0,4697$) para as fêmeas criadas em ambos hospedeiros (Tabela 3). Viscarret *et al.* (2006) registraram valores superiores aos do presente estudo, $3,23 \pm 0,62$ e $3,57 \pm 0,81$ dias de pré-oviposição para *D. longicaudata* criadas, respectivamente, em uma linhagem selvagem e outra geneticamente modificada de *C. capitata*. Além do fato dos autores terem mantido os adultos numa temperatura média inferior ($22,9 \pm 2,90$ °C) à do presente trabalho, o maior período de pré-oviposição pode estar associado ao fato dos casais terem sido mantidos isolados. Em observações efetuadas na criação estoque de *D. longicaudata* no presente trabalho, constatou-se que as fêmeas quando mantidas isoladas de outras fêmeas, tendiam a retardar o início da oviposição (observação pessoal, dados não publicados).

Em outras espécies de parasitoides, o período de pré-oviposição registrado foi variável e superior ao de *D. longicaudata*, como o de *Bi.*

vandenboschi, $5,5 \pm 0,6$ dias (Ramadan *et al.*, 1995), e o de *Bi. arisanus* que iniciou a postura entre um e cinco dias de idade (Bautista *et al.*, 1998).

A fecundidade média diária ($U = 4,50$; $P = 0,0947$), a média total ($t = 1,3987$; $gl = 8$; $P = 0,1994$) e a fertilidade média ($\chi^2 = 1,141$; $gl = 1$; $P = 0,3599$) foram semelhantes entre os indivíduos de *D. longicaudata* desenvolvidos em *A. fraterculus* e em *C. capitata*.

TABELA 3. Períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição (dias) (\pm EP), fecundidade média diária e total (número) (\pm EP), fertilidade média (%) (\pm EP) e respectivos intervalos de variação (IV), de *Diachasmimorpha longicaudata* mantida em *Anastrepha fraterculus* (DI(Af)) ($n = 11$) e em *Ceratitis capitata* (DI(Cc)) ($n = 25$) ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $65 \pm 10\%$ UR; 14 horas de fotofase).

Parâmetros Biológicos	DI(Af)		DI(Cc)	
	Média \pm EP	IV	Média \pm EP	IV
Período (dias)				
Pré-oviposição ^{ns *}	1 ± 0	1 – 1	$1,2 \pm 0,2$	1 – 2
Oviposição ^{ns}	$29,6 \pm 2,98$	20 – 38	$27,4 \pm 3,17$	18 – 35
Pós oviposição ^{ns}	$3,2 \pm 1,71$	1 – 10	$1,8 \pm 0,37$	1 – 3
Fecundidade (ovos/fêmea)				
Diária ^{ns}	$6,2 \pm 0,57$	5,2 – 8,3	$4,9 \pm 0,34$	4,1 – 5,6
Total ^{ns}	$193,5 \pm 27,79$	110,5 – 274	$145,9 \pm 19,45$	110,7 – 206,2
Fertilidade (%) ^{ns}	$64,5 \pm 1,11$	61,23 – 67,29	$71,7 \pm 4,12$	62,78 – 85,65

* ns = diferença não significativa (teste t para pré-oviposição, pós-oviposição e fecundidade total) (teste de Mann-Whitney para oviposição e fecundidade diária) (teste qui-quadrado para fertilidade) ($\alpha = 0,05$).

De acordo com Greay *et al.* (1976), que utilizou *A. suspensa* como hospedeiro, fêmeas de *D. longicaudata* podem copular logo após a emergência. No presente trabalho, alguns eventos de cópula logo após a emergência foram detectados nas gaiolas destinadas à criação estoque, entretanto, os mesmos não foram contabilizados.

Larvas de *C. capitata* pesaram menos que larvas de *A. fraterculus* (item

4.1.4). Conforme Godfray (1994), o tamanho do hospedeiro pode influenciar diretamente no do parasitoide gerado, o que foi registrado no presente trabalho e será discutido mais adiante. Jervis (2005) observou que parasitoides maiores tendem a apresentar maior possibilidade de sucesso reprodutivo, com fecundidade e fertilidade superiores. Desta forma, era esperado que fêmeas de *D. longicaudata* criadas em *A. fraterculus* apresentassem valores significativamente superiores para a fecundidade e a fertilidade quando comparadas com as mantidas em *C. capitata*, o que não ocorreu. Isto se deve talvez, ao fato de *C. capitata* ter sido o hospedeiro utilizado na manutenção da criação, tendo o parasitoide um maior tempo de adaptação ao mesmo.

Dois picos de oviposição, no quarto e no sétimo dia de vida, foram constatados tanto em *D. longicaudata* desenvolvida em *A. fraterculus* quanto em *C. capitata* (Figura 6). A existência desses dois picos pode ser explicada pelo o amadurecimento gradual dos oócitos. Segundo Clausen (1940) e Jervis *et al.* (1996), a maioria dos himenópteros parasitoides são sinovigênicos, necessitam se alimentar na fase adulta para alcançar seu potencial reprodutivo. Conforme Greany *et al.* (1976), *D. longicaudata* mantida em *Ba. dorsalis* atingiu pico de fecundidade entre o quarto e o quinto dia de vida. Segundo os autores, a maturação ovariana máxima em *D. longicaudata* ocorre entre o quarto e o sexto dia de vida. Lawrence *et al.* (1978) também verificaram maior número de ovos aos cinco dias de idade para *D. longicaudata* em *A. suspensa*. No entanto, Viscarret *et al.* (2006) observaram três picos de oviposição mais tardios para *D. longicaudata* tendo como hospedeiro *C. capitata*, no décimo quinto, décimo nono e no vigésimo quinto dia de vida das fêmeas. Cabe salientar, que os autores realizaram o trabalho em condições diferentes, com temperatura e umidade

relativa do ar e fotoperíodo menores ($22,9 \pm 2,9$ °C; $47,73 \pm 1,66$ % UR e 12 horas de fotofase). Rungorjwanich & Walter (2000) registraram a maior produção de prole em *D. kraussii* no hospedeiro *Ba. tryonni*, entre o sétimo e oitavo dia de vida, semelhante aos do presente trabalho.

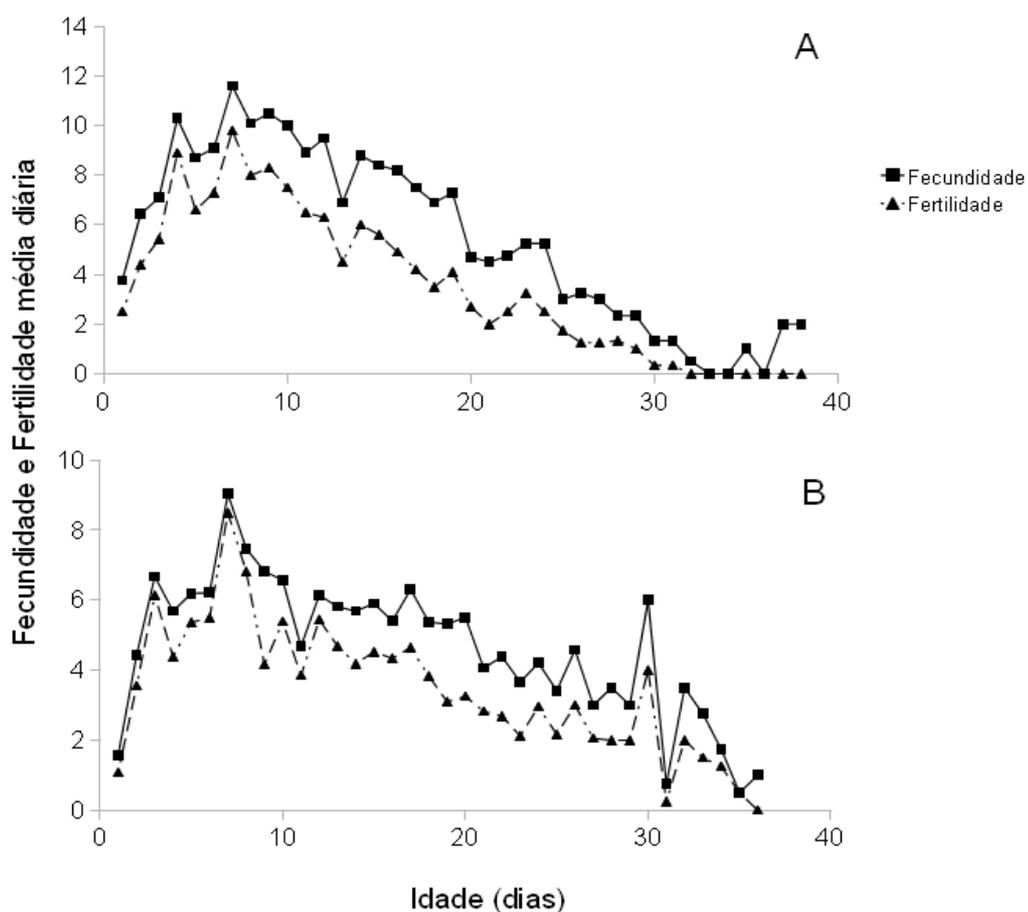


FIGURA 6. Fecundidade (ovos/fêmea) e fertilidade diária (ovos viáveis/fêmea) de *Diachasmimorpha longicaudata* criadas em *Anastrepha fraterculus* (A) e em *Ceratitits capitata* (B) (25 ± 1 °C; 65 ± 10 % U.R.; 14 horas de fotofase).

Ramadan *et al.* (1995) observaram que *Bi. vandenboschi* criadas em *Ba. dorsalis* ovipositaram, em média, $5,5 \pm 8,8$ ovos/fêmea/dia, atingindo o pico aos $8,4 \pm 1,3$ dias com $10,1 \pm 1,3$ ovos/fêmea/dia. Os autores também registraram que a fecundidade potencial dos parasitoides foi de $63,1 \pm 4,0$ ovos ao longo de toda a vida reprodutiva. Os valores de ovos diários/fêmea e do pico de oviposição

constatados pelos autores são semelhantes aos do presente trabalho. Apesar dos resultados serem diferentes entre os trabalhos, os padrões de oviposição, ao longo da vida de braconídeos parasitoides de tefritídeos, aparentam semelhanças, com os picos de oviposição entre o quinto e o décimo dia e uma fecundidade média que varia entre e três e seis ovos diários por fêmea.

Alguns autores já levantaram a hipótese de que a qualidade do hospedeiro pode resultar em parasitoides com um desempenho reprodutivo superior (Vinson & Iwantsch, 1980; Godfray, 1994). Diferenças na fecundidade e fertilidade entre parasitoides desenvolvidos em distintos hospedeiros podem ser explicadas, entre outros fatores, pela quantidade e pela qualidade de recursos. Entretanto, apesar de larvas de *A. fraterculus* serem mais pesadas e, provavelmente, possuírem maior quantidade de alimento para o desenvolvimento de *D. longicaudata* (Item 4.1.4), esta diferença não influenciou a fertilidade e fecundidade das fêmeas, uma vez que não se observou diferença estatística, para estes parâmetros, entre os insetos criados nas duas espécies de moscas hospedeiras.

4.1.2.2.1 Superparasitismo

Superparasitismo foi registrado desde o primeiro dia e durante todo o período de oviposição nos indivíduos de *D. longicaudata* criados em ambos hospedeiros. O número médio (\pm EP) de registros de superparasitismo por dia, por fêmea, foi de $1,6 \pm 0,22$, para as mantidas em *A. fraterculus*, enquanto que, para as oriundas de *C. capitata* foi de $0,4 \pm 0,07$, valores que diferiram estatisticamente ($U = 164$; $P = 0,0002$) (Figura 7). Até três ovos do parasitoide foram registrados em uma mesma larva de *C. capitata*, enquanto que nas de *A. fraterculus* foram constatados até seis ovos em uma mesma larva.

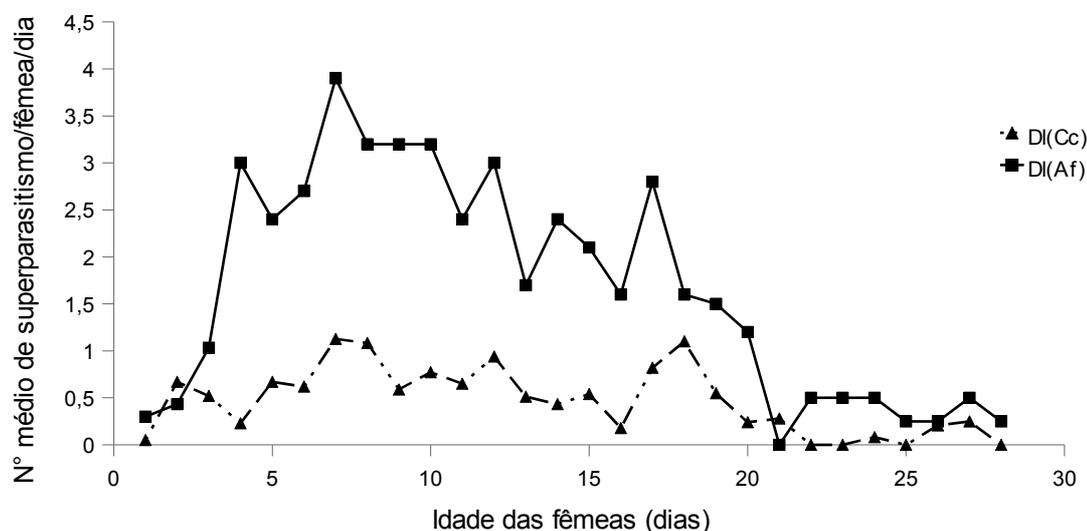


FIGURA 7. Número médio de registros de superparasitismo por fêmea de *Diachasmimorpha longicaudata* por dia em larvas de *Ceratitis capitata* (DI(Cc)) e em de *Anastrepha fraterculus* (DI(Af)), ao longo da vida.

O tamanho do hospedeiro parece também afetar o superparasitismo. Ramadan *et al.* (1992) detectaram redução na ocorrência de superparasitismo conforme aumentava o tamanho das larvas de *Ba. dorsalis*, oferecidas *ad libitum* para *Bi. arisanus*.

No presente estudo, em função do maior tamanho das larvas de *A. fraterculus* era esperado nestas, um menor número de casos de superparasitismo, entretanto, foi nas larvas de *C. capitata* que se registrou um menor número de ocorrências.

Superparasitismo em *D. longicaudata* já havia sido relatado por Greany *et al.* (1976) em larvas de *A. suspensa*. Os autores avaliaram aspectos da biologia dos parasitoides em larvas de moscas criadas em duas dietas diferentes, e observaram um número maior de casos de superparasitismo em larvas mantidas

em dieta com bagaço de cana-de-açúcar, as quais haviam sido preferidas pelas fêmeas de parasitoides, quando comparadas com larvas oriundas da dieta a base de gérmen de trigo. No presente estudo, as larvas de ambos hospedeiros foram mantidas na mesma dieta, assim, as diferenças registradas neste experimento não podem ser atribuídas ao alimento da fase juvenil do hospedeiro.

Lawrence *et al.* (1978), trabalhando também com *D. longicaudata* em *A. suspensa*, registraram o superparasitismo apenas quando as densidades de larvas oferecidas eram baixas (seis larvas para cada fêmea de parasitoide). Entretanto, Bautista *et al.* (1998), oferecendo larvas de *Ba. dorsalis* na densidade de cinco larvas por fêmea de *Bi. arisanus*, constataram uma baixa frequência de superparasitismo.

A maior incidência de superparasitismo em larvas de *A. fraterculus* pode estar relacionada ao fato de ter sido utilizada nos testes, para acondicionar ambos os hospedeiros, unidades de parasitismo de mesmo tamanho. Deste modo, a superfície de contato entre as fêmeas dos parasitoides e a massa de larvas hospedeiras era a mesma. Assim, é possível que um número menor de larvas de *A. fraterculus* tenha ficado exposto para oviposição, uma vez que estas são maiores que as de *C. capitata* (Item 4.1.4).

O longo tempo que esses insetos têm sido criados em *C. capitata*, também pode ter influenciado em alguma especialização dos sensores que a fêmea possui no ovipositor para identificar larvas já parasitadas. É possível que esses mecanismos podem ainda não estar adaptados a *A. fraterculus*.

4.1.3 Tabela de vida de fertilidade

De maneira geral, o desempenho dos indivíduos de *D. longicaudata* criados

em *A. fraterculus* foi superior ao dos mantidos em *C. capitata*, com base nos valores registrados para o tempo entre gerações (T), para a taxa líquida de reprodução (R_0 - número de vezes que a população aumenta a cada geração), para a razão finita de aumento (λ - que representa o número de fêmeas produzidas por fêmea por dia), razão infinitesimal de aumento (r_m) e para o tempo necessário para dobrar a população (TD), sendo que os três últimos foram significativamente diferentes entre os parasitoides desenvolvidos nos dois hospedeiros (Tabela 4). Quando mantidos em *A. fraterculus*, alguns parâmetros populacionais obtidos para os indivíduos de *D. longicaudata* indicam vantagem deste hospedeiro no aumento da população, em relação aos oriundos de *C. capitata*, como λ ($t = -4,3147$; $P = 0,0035$) e r_m ($t = -4,4241$; $P = 0,0026$) maiores e TD menor ($t = 1,6033$; $P = 0,0035$). Entretanto, o intervalo entre gerações não diferiu ($t = 1,6033$; $P = 0,1489$). É possível, portanto, que *D. longicaudata* criada em *A. fraterculus*, nas condições estudadas (25 ± 2 °C; 65 ± 10 %UR; 14 horas de fotofase), tenha possibilidade de manter-se no ambiente e de aumentar o tamanho de sua população, em um intervalo de tempo menor que os insetos criados em *C. capitata*.

TABELA 4. Taxa líquida de reprodução (R_0), razão infinitesimal de aumento (r_m), razão finita de aumento (λ), duração média de uma geração (T – em dias) e tempo para dobrar a população (TD) (em dias) para indivíduos de *Diachasmimorpha longicaudata* mantidos em *Anastrepha fraterculus* e em *Ceratitidis capitata* (25 ± 2 °C; 65 ± 10 %UR; 14 horas de fotofase).

Hospedeiro	R_0	r_m	λ	T	TD
<i>A. fraterculus</i>	53,82 a *	0,17 a	1,19 a	22,57 a	3,92 b
<i>C. capitata</i>	45,56 a	0,14 b	1,15 b	26,03 a	4,73 a

* Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem significativamente pelo teste t ($\alpha = 0,05$).

Viscarret *et al.* (2006), registraram, respectivamente, para *D. longicaudata* criadas em duas linhagens de *C. capitata*, uma selvagem e outra modificada geneticamente, taxa líquida de reprodução de 33,8 e 32,5, valores de r_m de 0,009 e 0,01 e razão finita de aumento de 1,1 em ambos hospedeiros. Estes valores foram inferiores aos do presente trabalho, tanto em parasitoides desenvolvidos em *A. fraterculus* quanto em *C. capitata*. Em relação ao tempo para dobrar a população, enquanto Viscarret *et al.* (2006) constatou valores de 7,3 e 7,1 para os dois hospedeiros, no presente trabalho, para estes parâmetros, foram registrados valores bem inferiores, tanto quando o hospedeiro foi *A. fraterculus* quanto *C. capitata* (Tabela 4). Estas diferenças sugerem que os hospedeiros aqui utilizados são mais adequados ao parasitoide, o que permitiria o crescimento populacional dos mesmos em um menor espaço de tempo, o que em se tratando de um agente de controle biológico é um aspecto relevante. Entretanto, é importante considerar que os autores trabalharam em condições ambientais diferentes ($22,9 \pm 2,90$ °C; $47,7 \pm 1,66\%$ UR; 12 horas de fotofase) e realizaram o trabalho avaliando casais individualizados em gaiolas, enquanto que no presente trabalho eram mantidos mais de um casal por gaiola. Além de, aparentemente, o início da oviposição ser retardada em gaiolas com fêmeas ou com apenas um casal, a temperatura mais baixa pode influenciar, fazendo com que um tempo maior seja necessário para dobrar a população, pois em menores temperaturas os processos metabólicos tendem a ser mais lentos.

Vargas *et al.* (2002) registraram em *D. longicaudata*, criados em *Ba. dorsalis* (26 ± 2 °C; $60 \pm 10\%$ UR; 10 horas de fotofase), taxa líquida de reprodução de 56,4, razão infinitesimal de aumento (0,12), razão finita de aumento (1,13) e tempo médio entre gerações (27,2 dias) sendo estes valores

próximos aos registrados neste experimento para os insetos desenvolvidos em *A. fraterculus*. A semelhança entre os resultados dos dois estudos, deve estar associada ao fato de que em ambos, as condições de temperatura e umidade eram bem próximas.

4.1.4 Morfometria

O peso médio de larvas de *A. fraterculus* de terceiro instar ($0,0203 \pm 0,00027$ g), utilizadas no experimentos no presente estudo foi significativamente maior que o das de *C. capitata* ($0,0121 \pm 0,00025$ g) ($F = 1,1935$; $gl = 198$; $P < 0,0001$).

De acordo com van Alphen & Jervis (1996), muitos parasitoides utilizam o tamanho do corpo do hospedeiro como critério de escolha para oviposição. Em muitos braconídeos, diferenças no tamanho do corpo do hospedeiro podem se refletir em diferenças de tamanho do corpo da prole do parasitoide (Godfray, 1994). Desta forma, é possível que as fêmeas de *D. longicaudata* possam preferir larvas de *C. capitata* em favorecimento as de *A. fraterculus*, quando ambas estão à disposição, entretanto, este aspecto não foi avaliado neste trabalho.

A diferença de peso entre as larvas dos dois hospedeiros utilizados neste experimento se refletiu no tamanho dos parasitoides obtidos. A área média das asas, dos indivíduos de *D. longicaudata* criadas em *A. fraterculus* ($4,41 \pm 0,42$ mm²) foi significativamente maior que a dos mantidos em *C. capitata* ($2,17 \pm 0,03$ mm²), ($F = 1,4073$; $gl = 414$; $P < 0,0001$). O mesmo foi constatado em relação ao comprimento médio das tíbias ($F = 1,1944$; $gl = 426$; $P < 0,0001$), o qual nos insetos provenientes de *A. fraterculus* foi de $1,722 \pm 0,0012$ mm, e nos de *C. capitata*, $1,094 \pm 0,0133$ mm.

Tais diferenças também foram observadas comparando insetos de um mesmo sexo que se desenvolveram em hospedeiros diferentes. Assim, tanto a área das asas ($F = 1,7393$; $gl = 211$; $P < 0,0001$), quanto o comprimento das tíbias ($F = 3,5723$; $gl = 220$; $P < 0,0001$) das fêmeas oriundas de *A. fraterculus* foram significativamente maiores que os das que se desenvolveram em *C. capitata*. Entre os machos também se observou o mesmo, os provenientes de *A. fraterculus* tinham asas ($F = 2,3671$; $gl = 201$; $P < 0,0001$) e tíbias ($F = 2,0931$; $gl = 204$; $P < 0,0001$) significativamente maiores (Tabela 5).

TABELA 5. Médias (\pm EP) da área da asa anterior direita (mm^2) e do comprimento da tíbia posterior direita (mm) de fêmeas e machos de *Diachasmimorpha longicaudata* desenvolvidas em *Anastrepha fraterculus* (DI(Af)) e em *Ceratitidis capitata* (DI(Cc)) (25 ± 1 °C; 65 ± 10 %UR; 14 horas de fotofase).

	DI (Af)		DI(Cc)	
	♀	♂	♀	♂
Asas (mm^2)	$4,60 \pm 0,05$ Aa*	$4,21 \pm 0,06$ Ba	$2,92 \pm 0,04$ Ab	$2,46 \pm 0,04$ Bb
	(100)**	(100)	(103)	(113)
Pernas (mm)	$1,79 \pm 0,016$ Aa	$1,64 \pm 0,014$ Ba	$1,24 \pm 0,012$ Ab	$0,93 \pm 0,016$ Bb
	(111)	(102)	(104)	(111)

* Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem significativamente pelo teste t ($\alpha = 0,05$) entre sexos em um mesmo hospedeiro (maiúscula) e no mesmo sexo entre hospedeiros diferentes (minúscula).

** Valores entre parênteses indicam o número de observações.

Comparando entre os sexos indivíduos de *D. longicaudata* provenientes de um mesmo hospedeiro, constatou-se que as asas das fêmeas oriundas de *A. fraterculus* foram maiores que dos machos ($F = 1,5436$; $gl = 198$; $P < 0,0001$), assim como as tíbias ($F = 1,2931$; $gl = 211$; $P < 0,0001$) (Tabela 5). Em relação aos que tiveram *C. capitata* como hospedeiro o mesmo foi verificado, fêmeas apresentaram asas ($F = 1,1342$; $gl = 214$; $P < 0,0001$) e tíbias ($F = 9,6686$; $gl = 134$; $P < 0,0001$) maiores.

Lawrence *et al.* (1976) já haviam registrado que as fêmeas de *D. longicaudata* criadas em *A. suspensa* possuíam comprimento total do corpo maior que o dos machos. Esses autores referiram que o tamanho dos parasitoides é um parâmetro importante a ser considerado em um programa de controle biológico, pois influencia a eficiência de busca por hospedeiros.

Zenil *et al.* (2004) trabalhando com moscas-das-frutas dos gêneros, *Anastrepha* e *Ceratitis*, registraram que os indivíduos de *F. arisanus* desenvolvidos em *A. ludens* e *A. serpentina* foram maiores do que os criados em *C. capitata*. Mohamed *et al.* (2003) também constataram diferenças no tamanho de *P. cosyrae* criados em *C. cosyra* e em *C. capitata*, sendo os oriundos deste último hospedeiro menores.

De acordo com Jervis (2005), existe uma correlação positiva entre o tamanho do hospedeiro e o do parasitoide. Segundo o autor, o tamanho do corpo do parasitoide pode influenciar aspectos como fecundidade, fertilidade, longevidade e a busca por hospedeiros ou parceiros sexuais. No presente trabalho, a fecundidade e a fertilidade de *D. longicaudata* criada em *A. fraterculus* e em *C. capitata* não diferiram estatisticamente. Logo, as diferenças no tamanho entre os insetos criados nestes dois hospedeiros não se refletiram nos parâmetros reprodutivos avaliados. É preciso esclarecer que, o sucesso de cópula e a busca por hospedeiros não foram avaliados neste trabalho .

Kitthawee & Dujardin (2009) não registraram diferenças no tamanho de asas de indivíduos selvagens de *D. longicaudata* oriundos de três áreas distintas da Tailândia. Os autores também observaram que após muitas gerações de laboratório, os parasitoides podem não apresentar diferenças morfométricas. Entretanto, cabe ressaltar que, apesar dos indivíduos de *D. longicaudata*

utilizados neste trabalho, serem oriundos de uma criação que vinha sendo mantida a diversas gerações, tendo *C. capitata* como hospedeiro, quando o mesmo foi substituído por *A. fraterculus*, os insetos gerados foram maiores. Esses resultados indicam que *D. longicaudata* tem capacidade de, rapidamente, se adaptar a um novo hospedeiro, característica essa que está associada ao sucesso alcançado pelos programas de controle biológico com este parasitoide.

4.2 Exigências térmicas

Não houve desenvolvimento de *D. longicaudata* a 15 e 31°C, tendo como hospedeiro *A. fraterculus*, e a 15°C nos mantidos em *C. capitata* (Tabela 6). A maior viabilidade média do ciclo ovo-adulto desse parasitoide, em ambos os hospedeiros foi na temperatura de 25°C.

TABELA 6. Viabilidade média (%) (\pm EP) do ciclo ovo-adulto de *Diachasmimorpha longicaudata* criadas em *Anastrepha fraterculus* e em *Ceratitidis capitata* nas temperaturas 15, 18, 21, 25, 28 e 31°C (65 \pm 10% UR; 14 horas de fotofase).

Hospedeiro	Viabilidade (% \pm EP)					
	15 °C	18 °C	21 °C	25 °C	28 °C	31 °C
<i>A. fraterculus</i>	0 (2314)	34,6 \pm 2,68 bc* (315)**	43,3 \pm 3,03 b (286)	61,3 \pm 3,68 a (176)	27,1 \pm 2,10 c (452)	0 (1457)
<i>C. capitata</i>	0 (5437)	36,3 \pm 2,67 b (325)	38,8 \pm 2,78 b (309)	58,3 \pm 3,62 a (187)	21,7 \pm 1,83 c (511)	7,3 \pm 0,68 d (1487)

* Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste do qui-quadrado ($\alpha = 0,05$).

** Valores entre parênteses indicam o número de observações.

Em temperatura de 32 °C, Ashley *et al.* (1976) registraram que a emergência de *D. longicaudata* criadas em *A. suspensa* foi 1% e 0,1% respectivamente, em umidades relativas do ar de 50 e 75 %. Os resultados do presente estudo, em *C. capitata* nas temperaturas mais altas, apesar dos

hospedeiros não terem sido os mesmos e a umidade relativa do ar ter permanecido ao redor de 65%, aproximam-se dos de Ashley *et al.* (1976).

A ausência de desenvolvimento de *D. longicaudata* na temperatura de 15 °C, em ambos os hospedeiros observada no presente estudo, poderia ser atribuída à existência de uma fase de dormência estimulada pela baixa temperatura, tendo em vista que Clausen *et al.* (1965) registrou diapausa em larvas desta mesma espécie, coletadas em regiões com invernos muito frios. A metodologia adotada neste estudo não permitiu observar este fenômeno. Por outro lado, em *D. tryoni*, tendo como hospedeiro *C. capitata*, Hurtrel *et al.* (2001) verificaram desenvolvimento a 15 °C, embora num tempo cerca de três vezes maior do que o registrado a 25 °C.

Estes resultados sugerem que o ciclo de vida de braconídeos pode ser influenciado por mais de um fator ambiental, sendo tal fato de grande importância para a sobrevivência do inseto ao longo do ano. Loni (1997) registrou decréscimo na emergência de *Opius concolor* Szépligeti (Hymenoptera: Braconidae) desenvolvidas em *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) em temperatura abaixo de 15 °C (0,4 %), cessando em 13 °C, assim como acima de 30 °C (0,28 %), cessando em 33 °C, com maior emergência em 25 °C (36,1 %).

A duração média do ciclo biológico de *D. longicaudata* teve relação inversa com a temperatura (Tabela 7; Figura 8) e diferiu entre todas as temperaturas ($H = 424,54$; $gl = 3$; $P < 0,0001$), em parasitoides criados em *A. fraterculus*, sendo o mais longo registrado a 18 °C e o menor a 28°C (Tabela 7). Quando o hospedeiro foi *C. capitata*, o ciclo foi significativamente distinto entre as temperaturas de 18, 21, 25 e 28 °C ($H = 603,039$; $gl = 4$; $P < 0,0001$), sendo semelhante entre 28 e 31°C.

Comparando a duração do ciclo ovo-adulto entre os dois hospedeiros, verificou-se que em *A. fraterculus*, em todas as temperaturas este foi significativamente mais longo (18 °C: U = 2915, P < 0,0001; 21 °C: U = 5658, P < 0,0001; 25 °C: U = 4900,5, P = 0,0064; 28 °C: U = 6738, P = 0,019) (Tabela 7).

Em todas as temperaturas, *D. longicaudata* fêmeas apresentaram ciclo ovo-adulto maior que machos, tanto em insetos criados em *C. capitata* (H = 634,96; gl = 9; P < 0,0001) quanto em *A. fraterculus* (H = 439,618; gl = 7; P < 0,0001).

TABELA 7. Duração média (dias) (\pm EP) do ciclo biológico (ovo-adulto) de *Diachasmimorpha longicaudata* criadas em *Anastrepha fraterculus* e em *Ceratitis capitata* e respectivos intervalos de variação (IV), nas temperaturas 15; 21; 25; 28 e 31 °C (65 \pm 10% UR; 14 horas de fotofase) (n= número de observações).

Temperatura (°C)	DI (Af)			DI(Cc)		
	Duração (dias)	n	IV	Duração (dias)	n	IV
18	39,3 \pm 0,48 Aa *	109	33 – 62	34,8 \pm 0,29 Ab	118	31 – 42
21	28,1 \pm 0,31 Ba	116	23 – 39	25,3 \pm 0,17 Bb	200	22 – 33
25	17,9 \pm 0,13 Ca	114	15 – 23	18,5 \pm 0,15 Cb	109	17 – 26
28	14,6 \pm 0,11 Da	123	13 – 20	14,8 \pm 0,08 Db	132	14 – 18
31	-	-	-	15,4 \pm 0,15 D	109	13 – 19

*Médias seguidas de letra distinta, maiúscula na coluna e minúscula na linha diferem pelos testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney, respectivamente (α = 0,05)

Constatou-se um decréscimo significativo com o aumento da temperatura na faixa de 18 a 28 °C (F = 45,3494; P = 0,0177), na duração média dos estágios pré-imaginais de *D. longicaudata* criadas em *A. fraterculus*. Em insetos desenvolvidos em *C. capitata* também verificou-se este decréscimo para a mesma faixa de temperaturas (F = 21,8193; P = 0,0168), entretanto, neste último hospedeiro, houve desenvolvimento em 31 °C, o qual não diferiu dos insetos mantidos a 28 °C (Tabela 7).

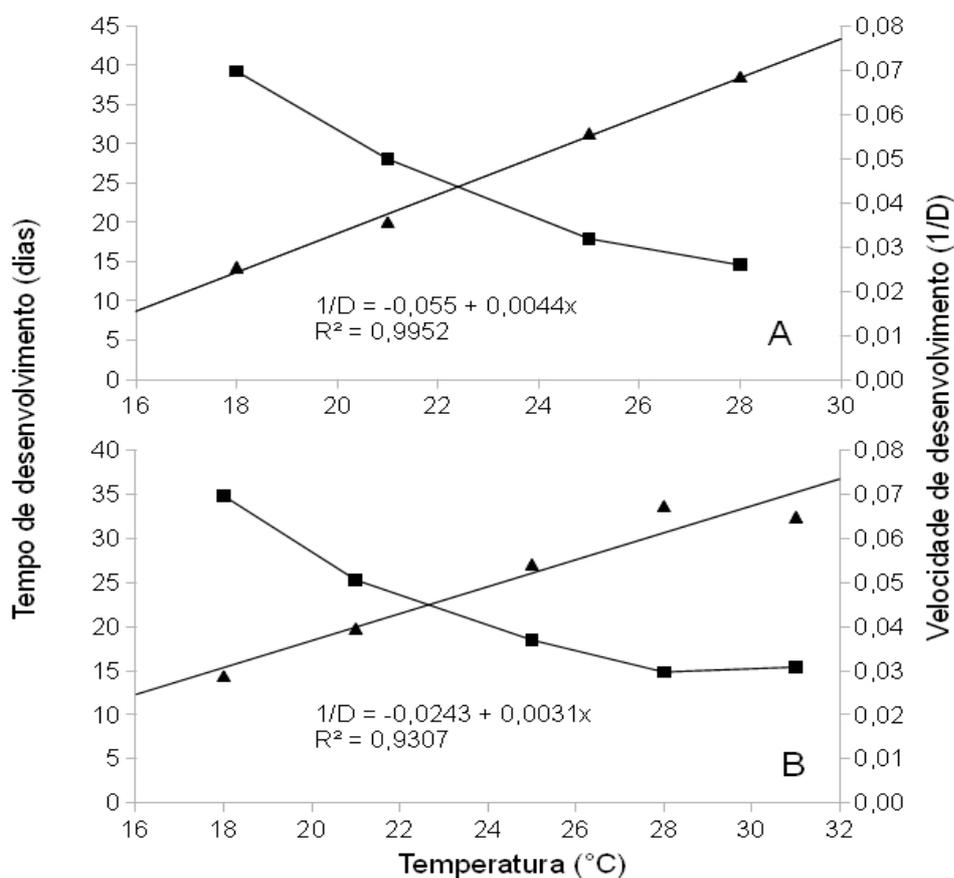


FIGURA 8. Relação entre temperatura, tempo de desenvolvimento (■) e velocidade de desenvolvimento (▲) para o ciclo ovo-adulto de *Diachasmimorpha longicaudata* mantida em *Anastrepha fraterculus* (A), e em *Ceratitis capitata* (B) nas temperaturas de 15, 18, 21, 25, 28 e 31 °C (65 ± 10% UR; 14 horas de fotofase).

A influência da temperatura sobre a velocidade de desenvolvimento foi também detectada por Ashley *et al.* (1976). em *D. longicaudata* tendo como hospedeiro *B. dorsalis*, sendo que em 22 °C a duração média foi de 23,7 dias e decresceu conforme aumentou a temperatura, chegando a 13,3 dias em 30 °C.

Hurtrel *et al.* (2001), assim como no presente trabalho, registraram ciclos biológicos mais longos para machos ($57,62 \pm 0,51$ dias) e fêmeas ($63,6 \pm 0,68$ dias) de *D. tryoni* criados em *C. capitata*, em temperatura de 15 °C. Relação inversa entre a duração do ciclo biológico e a temperatura foi também observada no braconídeo *O. concolor*, mantido em *Ba. oleae* conforme relatado por Loni (1997).

O alongamento do ciclo biológico, de maneira geral, é uma forma dos insetos enfrentarem épocas de condições ambientais que desfavoreçam seu desenvolvimento (Leather *et al.*, 1993). Assim, o alongamento do ciclo constatado em *D. longicaudata*, nas temperaturas mais baixas pode ser uma estratégia de sobrevivência interessante que a espécie possui, especialmente, quando se pensa na liberação deste organismo como agente de controle biológico no Rio Grande do Sul, onde durante o inverno as temperaturas tendem a baixar. Esta estratégia garante a sobrevivência do inseto e a sincronização do seu ciclo com períodos nos quais o ambiente é mais favorável.

O limiar térmico inferior de desenvolvimento (T_b) para o ciclo biológico (ovo-adulto) de machos e fêmeas de *D. longicaudata* tendo como hospedeiro *A. fraterculus* foi superior (12,5 °C) ao obtido para os indivíduos desenvolvidos em *C. capitata* (7,83 °C) (Tabela 8).

Aproximadamente 99% e 93%, da diminuição no tempo de desenvolvimento de *D. longicaudata*, respectivamente nos hospedeiros, *A. fraterculus* e *C. capitata*, é explicada pelo aumento da temperatura (Tabela 8 e Figura 8).

Segundo Honek (1996), o limiar térmico inferior de desenvolvimento diminui com o aumento da latitude, assim, espécies oriundas de áreas tropicais tendem a

ter temperatura base maior (13,7 °C) do que as que habitam regiões de clima subtropical (10,5 °C) e temperado (7,9 °C). O valor do limiar térmico inferior calculado neste trabalho para *D. longicaudata* mantida em *A. fraterculus* (12,5 °C) são compatíveis com o referido por Honek (1996), uma vez que este parasitoide é oriundo da região Indo-Australiana e *A. fraterculus* é uma espécie com distribuição desde o sul do Texas, na América do Norte, até o norte da Argentina, na América do Sul (Malavasi *et al.*, 2000). Por outro lado, o limiar térmico inferior, registrado quando o hospedeiro deste parasitoide era *C. capitata* foi 7,83 °C e situa-se na faixa esperada para os insetos de clima temperado. Esse resultado explica, de certo modo, a fácil adaptação de *D. longicaudata* nas diferentes regiões do mundo onde foi liberada, em criações mantidas com *C. capitata* como hospedeiro. O longo tempo em que este parasitoide vem sendo criado tendo a mosca-do-mediterrâneo como hospedeiro, pode também explicar os resultados obtidos. Não se pode descartar uma mudança no valor desse parâmetro, após *D. longicaudata* ser criada por diversas gerações em *A. fraterculus*.

TABELA 8. Limiar térmico inferior de desenvolvimento (Tb), constante térmica (K), em graus-dia (GD), equação linear da velocidade de desenvolvimento (1/D) e coeficiente de determinação (R²) do ciclo biológico (ovo-adulto) de *Diachasmimorpha longicaudata* mantidos em *Anastrepha fraterculus* e em *Ceratitis capitata*, nas temperaturas de 15, 18, 21, 25, 28 e 31 °C (65± 10% UR; 14 horas de fotofase).

Hospedeiro	Tb (°C)	K (GD)	Equação de regressão	R ²	F *	P **
<i>A. fraterculus</i>	12,5	227,27	Y = - 0,0550 + 0,0044x	0,99	288	<0,0001
<i>C. capitata</i>	7,83	322,58	Y = - 0,0243 + 0,0031x	0,93	46,6	0,0064

* F = nível de significância; ** P = probabilidade.

De acordo com Hurtrel *et al.* (2001), o limiar térmico inferior de *D. tryoni* em *C. capitata* e a constante térmica foram de, respectivamente, 9,19 °C e 322,6 ± 17,6 GD, valores que se aproximam dos encontrados no presente trabalho para

os parasitoides, criados no mesmo hospedeiro.

Quando *D. longicaudata* foi mantida em *A. fraterculus*, os valores de Tb e K foram próximos aos observados por Loni (1997) para o braconídeo, *O. concolor* mantido em *Ba. oleae* cuja temperatura basal foi de 11,7 °C, e constante térmica de 255,9 GD. Tais semelhanças, apesar de ocorrerem em insetos de espécies e até gêneros diferentes, indicam que muitos braconídeos parasitoides de tefritídeos se assemelham quanto ao ambiente que toleram, sendo que alguns apresentam certa plasticidade em relação aos fatores climáticos. Essas características apontam para a possibilidade de se obter sucesso, em programas de controle biológico, especialmente no Brasil, utilizando mais de uma espécie de parasitoide visando controlar uma ou mais espécie de moscas-das-frutas em uma mesma região.

A faixa ótima de temperatura para o desenvolvimento de *D. longicaudata* criados em *A. fraterculus* foi de 16,37 a 22,48 °C e em *C. capitata* foi de 11,56 a 21,86 °C. É importante que se destaque que estes valores dizem respeito somente ao período de ovo-adulto, não contemplando a longevidade dos insetos.

No Rio Grande do Sul quatro municípios, Bento Gonçalves, Porto Alegre, Pelotas e Vacaria, além de terem uma fruticultura forte, possuem grupos de pesquisa estudando mosca-das-frutas e seus parasitoides (Embrapa Uva e Vinho - Bento Gonçalves; Bioecolab – UFRGS; Embrapa Clima Temperado; Embrapa Uva e Vinho - Vacaria). Com base na temperatura média anual simulou-se o desenvolvimento de *D. longicaudata* em *A. fraterculus* e em *C. capitata* nesses municípios (Tabela 9). Observa-se que Vacaria possui as temperaturas médias anuais mais desfavoráveis para o parasitoide, em função do menor número provável de gerações anuais (4,84 para insetos criados em *A. fraterculus* e 8,28

em *C. capitata*), enquanto que em Porto Alegre, estima-se o maior número de gerações anuais (11,16 em *A. fraterculus* e 13,12 em *C. capitata*).

TABELA 9. Municípios produtores de frutas no Rio Grande do Sul com grupos de estudos em moscas-das-frutas, temperaturas médias anuais (°C), graus-dias anuais acumulados (GD) e número provável de gerações por ano de *Diachasmimorpha longicaudata* criados em *Anastrepha fraterculus* (Tb utilizada nos cálculos de 12,5 °C para o período de ovo-adulto) e em *Ceratitis capitata* (Tb utilizada nos cálculos de 7,34 °C para o período de ovo-adulto).

Município	Temperatura média Anual (°C)	DI (Af)		DI (Cc)	
		GD acumulados	N° gerações/ano	GD acumulados	N° gerações/ano
Bento Gonçalves	16,8	1590,2	6,99	3241,7	10,05
Porto Alegre	19,5	2535,8	11,16	4231,8	13,12
Pelotas	17,5	1812,2	7,97	3513,3	10,89
Vacaria	15,2	1100,1	4,84	2670,2	8,28

A longevidade média de *D. longicaudata*, assim como a duração do ciclo biológico, apresentou relação inversa com a temperatura. Em insetos criados em *A. fraterculus*, a maior longevidade foi registrada em 18 °C e a menor, em 28 °C. Indivíduos criados nas temperaturas de 21 e 25 °C foram igualmente longevos (Z calculado = 1,57; Z crítico = 2,63) (Tabela 10). Quando o hospedeiro de *D. longicauda* foi *C. capitata*, a 18 e 21°C, a longevidade foi semelhante (Z calculado = 1,53; Z crítico = 2,80) e maior em relação às demais temperaturas. Os insetos mantidos em 25 °C, apresentaram valores intermediários para a longevidade e significativamente diferentes dos demais (H = 242.221; gl = 3; P < 0,0001). A menor foi observada nas temperaturas de 28 e 31°C, que não diferiram entre si (Z calculado = 1,26; Z crítico = 2,80).

Entre hospedeiros, indivíduos que se desenvolveram em *C. capitata* foram mais longevos na temperatura de 21 °C (U = 4742,0; P < 0,0001). Não houve diferenças na longevidade nas temperaturas de 18, 25 e 28 °C.

TABELA 10. Longevidade média (dias) (\pm EP), de *Diachasmimorpha longicaudata* criadas em *Anastrepha fraterculus* e em *Ceratitidis capitata* e os respectivos intervalos de variação (IV), nas temperaturas 15; 21; 25; 28 e 31 °C (n = número de observações) (65 \pm 10% UR; 14 horas de fotofase).

Temperatura (°C)	DI (Af)			DI(Cc)		
	Duração (dias)	n	IV	Duração (dias)	n	IV
18	52,7 \pm 2,49 Aa *	109	4 – 112	53,3 \pm 3,05 Aa	111	2 – 145
21	29,5 \pm 1,25 Ba	116	6 – 68	39,4 \pm 1,69 Ab	120	8 – 107
25	27,0 \pm 1,64 Ba	108	3 – 76	29,5 \pm 1,76 Ba	109	1 – 77
28	9,2 \pm 0,46 Ca	123	1 – 28	11,3 \pm 0,75 Ca	111	3 – 34
31	-	-	-	11,56 \pm 0,70 C	109	1 – 30

* Médias seguidas de letra distinta, maiúscula na coluna e minúscula na linha diferem pelos testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney, respectivamente ($\alpha = 0,05$).

Em indivíduos criados em *C. capitata*, somente em 25°C houve diferenças na longevidade entre sexos (como apresentado no item 4.1.2.1), não diferindo entre sexos nas outras temperaturas. Utilizando *A. fraterculus* como hospedeira, fêmeas de *D. longicaudata* foram mais longevas em 18 °C (U = 1150; P = 0,044), 21° C (U = 1069; P = 0,0007) e 25 °C (como apresentado no item 4.1.2.1), mas não houve diferença entre sexos na temperatura 28 °C (U = 1723,5; P = 0,4771).

De acordo com Sime *et al.* (2006), o braconídeo, *Psytalia concolor* (Szépliget), criado em *Ba. oleae*, apresentou o mesmo padrão de longevidade, sendo mais longo nas temperaturas baixas e menos nas altas. Comparando machos e fêmeas, os autores registraram que somente a partir das temperaturas acima de 28 °C, é que a longevidade entre estes não diferiu. Apesar dos resultados de Sime *et al.* (2006) tratarem de uma espécie de outro gênero, o padrão da longevidade em diferentes temperaturas foi semelhante ao registrado para *D. longicaudata* no presente trabalho.

A redução da longevidade com o aumento da temperatura foi também

verificada para os braconídeos *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) e *Aphidius colemani* Viereck, ambos mantidos em pulgões, respectivamente por Rodrigues *et al.* (2004) e Sampaio *et al.* (2007).

Desta forma, é de se esperar que em regiões quentes, ou em épocas com temperaturas médias elevadas, a eficiência de *D. longicaudata* seja maior, uma vez que o tempo necessário para dobrar a população (Ítem 4.1.3) é inferior à longevidade nas temperaturas altas. Os insetos, assim, conseguiriam em um tempo menor de vida, se reproduzir, dobrar a população no campo e morrer, encurtando o ciclo, sem perder o sucesso reprodutivo. Entretanto, não se sabe o efeito da temperatura na fisiologia do parasitoide, principalmente em fecundidade e fertilidade. Caso *D. longicaudata* necessitasse de um tempo maior do que a longevidade para dobrar a população, não seria tão eficiente, sendo esse um dos motivos que talvez explique o seu sucesso em muitos países onde foi introduzido como agente de controle biológico.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, nas condições em que os experimentos foram realizados, conclui-se que:

- *Anastrepha fraterculus* é hospedeiro de *Diachasmimorpha longicaudata*;
- o ciclo biológico (ovo-adulto), a viabilidade, a longevidade (independente do status de cópula), a razão sexual, a fecundidade e a fertilidade são semelhantes entre os parasitoides criados em *Anastrepha fraterculus* e em *Ceratitis capitata*;
- o comprimento da tibia da perna posterior direita e a área da asa anterior direita são, em média, maiores nos indivíduos de *Diachasmimorpha longicaudata* criados em *Anastrepha fraterculus* quando comparados aos oriundos de *Ceratitis capitata*;
- as fêmeas de *Diachasmimorpha longicaudata* criadas em ambos hospedeiros podem realizar superparasitismo;
- a razão infinitesimal de aumento e a razão finita de aumento é maior em *Diachasmimorpha longicaudata* criada em *Anastrepha fraterculus* do que em *Ceratitis capitata*;
- o tempo para dobrar a população é maior em parasitoides criados em *Ceratitis capitata*, comparados com os criados em *Anastrepha fraterculus*, mas não há diferenças na taxa líquida de reprodução e na duração média

de uma geração;

- na temperatura de 15 °C, indivíduos de *Diachasmimorpha longicaudata* não se desenvolvem tanto tendo *Anastrepha fraterculus* como hospedeiro quanto *Ceratitis capitata*;
- *Diachasmimorpha longicaudata* no hospedeiro *Anastrepha fraterculus* não se desenvolve em 31 °C;
- a maior viabilidade de *Diachasmimorpha longicaudata* em ambos hospedeiros é em 25 °C;
- indivíduos de *Diachasmimorpha longicaudata* oriundos de *Ceratitis capitata* têm limiar térmico inferior menor do que os criados em *Anastrepha fraterculus* .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR-MENEZES, E. L.; FERRARA, F. A. A.; MENEZES, E. B. Moscas-das-frutas. In: CASSINO P. C. R.; RODRIGUES W. C. (Coord) **Citricultura Fluminense: principais pragas e seus inimigos naturais**. Seropédica: Ed. Universidade Rural, 2004, p 67-84.
- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v.39, p.155-178, 1994.
- ALUJA M.; GUILLAN J.; LIEDO P.; CABRERA M.; RIOS E.; DE LA ROSA G. Fruit infesting tephritids (Dip.: Tephritidae) and associated parasitoids in Chiapas, México. **Entomophaga**, Paris, v. 35, p.39-48, 1990.
- ALUJA, M.; LÓPEZ, M.; SIVINSKI, J. Ecological evidence for diapause in four native and one exotic species of larval-pupal fruit fly (Diptera: Tephritidae) parasitoids in tropical environments. **Annals of Entomology Society of America**, Lanham, v. 91, p. 821-833, 1998.
- ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, L.C. The innate capacity for increase in numbers. In: H.G. ANDREWARTHA; L.C. BIRCH (eds.), **The distribution and abundance of animals**. Chicago: University of Chicago Press, 1954. p. 31-54.
- ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. **Desenvolvimento e Conquistas da Produção Integrada de Frutas no Brasil, 2005**. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/tecnologias/pin/pdf/p_01.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2009.
- ASHLEY, T. R.; CHAMBERS, D. L. Effects of parasite density and host availability on progeny production by *Biosteres (Opus) longicaudatus* (Hym., Braconidae), a parasite of *Anastrepha suspensa* (Dip., Tephritidae). **Entomophaga**, Paris, v. 24, p. 363–369, 1979.
- ASHLEY, T. R.; GREANY, P. D.; CHAMBERS, D. L. Adult emergence in *Biosteres (Opus) longicaudatus* and *Anastrepha suspensa* in relation to the temperature and moisture concentration of the pupation medium. **The Florida Entomologist**, Gainesville, v. 59, n. 4, p. 391-396, 1976.
- AYRES, M.; AYRES, M. Jr; AYRES, D. L.; DOS SANTOS, A. S. **BioEstat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas da ciências biológicas e médicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá/CNPq, 2007. 324 p.
- BAUTISTA, R. C.; HARRYS, E. J.; LAWRENCE, P. O. Biology an rearing of the fruit fly parasitoid *Biosteres arisanus*: clues to insectary propagation. **Entomologia**

Experimentalis et Applicata, Dordrecht, v. 89, p. 79-85, 1998.

BOTTON, M.; SORIA, S. J. ; HICKEL, E. R. Pragas da videira sem sementes. In: Embrapa. (Org.). **Uvas Sem Sementes cultivares BRS Clara, BRS Linda e BRS Morena**. Brasília: Embrapa, 2005, v. 1, p. 1-8.

BRASIL. Instrução Normativa Número 38, de 14 de outubro de 1999. Estabelece a lista de pragas quarentenárias A1, A2 e não quarentenárias regulamentadas, a ser observada pelo sistema de defesa fitossanitária do Brasil. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, 26 out. Seção 1. 1999.

CANCINO, J.; MONTOYA, P. Advances and perspectives in the mass rearing of fruit fly parasitoids in Mexico. In: *Fruit Flies of Economic Importance: From Basic to Applied Knowledge*. 7, 2006. **Proceedings** Salvador, BR, p. 133-142. 2006.

CARVALHO, R.S. **Estudos de laboratório e de campo com o parasitoide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) no Brasil**. 2003. 182 f. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

CARVALHO, R. da S. Avaliação das liberações inoculativas do parasitoide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em pomar diversificado em Conceição do Almeida, BA. **Neotropical Entomology**. Londrina, v. 34, n. 5, p. 799-805, 2005a.

CARVALHO, R. da S. Assincronia de emergência como método para a separação de adultos de *Ceratitis capitata* e do parasitoide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* em criações artificiais de baixo custo. **Circular Técnica 78**.. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005b. 4 p.

CARVALHO, R. da S. Diapause in fruit fly parasitoids in the Recôncavo Baiano, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 613-618, 2005c.

CARVALHO, R. da S. Biocontrole de moscas-das-frutas: histórico, conceitos e estratégias. **Circular Técnica 83**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. 5 p.

CARVALHO, R. da S.; NASCIMENTO; A. S. Criação e utilização de *Diachasmimorpha longicaudata* para controle biológico de moscas-das-frutas. In: J. R. P. PARRA; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p.65-179.

CARVALHO, R.S., NASCIMENTO, A.S.; MATRANGOLO, W.J.R. Metodologia de criação do parasitoide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), visando estudos em laboratório e em campo. **Comunicado técnico 30**. Cruz das Almas, Embrapa, CNPMF, 1998. 16 p.

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. R. Controle biológico. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de**

importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Editora Holos, 2000. p. 113-117.

CIVIDANES, F. J. **Uso de graus-dia em entomologia: com particular referência ao controle de percevejos e pragas da soja.** Jaboticabal: Funep, 2000. 31p.

CLAUSEN, C. P. **Entomophagus insects.** New York and London: McGraw-Hill, 1940. 688 p.

CLAUSEN, C. P.; CLANCY, D. W.; CHOCK, Q. C. **Biological control os the oriental fruit fly (*Dacus dorsalis* Hendel) and other fruit flies in Hawaii.** Washington: USDA, ARS, 1965. 102 p. ,(Technical Bulletin, 1322).

FUNASAKI, G. Y.; LAI, P. Y.; NAKAHARA, L. M.; BEARDSLEY, J. W.; OTA, A. K. A review of biological control introductions in Hawaii: 1890 to 1985. **Proceedings Hawaiian Entomological Society**, Honolulu, v. 28, p. 105-160. 1988.

GATTELLI, T. **Moscas frugívoras (Diptera: Tephritoidea) e parasitoides associados a mirtáceas e laranjeira “céu” em Montenegro e Harmonia, RS.** 2006. 71f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2006.

GATTELLI, T.; SILVA, F. F. da; MEIRELLES, R. N.; SOGLIO, F. K. Da; REDAELLI, L. R. Índices de parasitismo e abundância de parasitoides em *Anastrepha fraterculus* (Tephritidae) em frutos de guabiroba, no Vale do Caí, RS. In: III Congresso Brasileiro de Agroecologia e III Seminário Estadual de Agroecologia, **Anais...** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005. CD-ROM.

GODFRAY, H. C. G. **Parasitoids: Behavioural and evolutionary ecology.** Princeton, NJ: Princeton University Press. 1994, 461p.

GREANY, P. D.; ASHLEY, T. R.; BARANOWSKI, R. M.; CHAMBERS, D. L. Rearing and life history studies in *Biosteres (Opus) longicaudatus* (Hym.: Braconidae). **Entomophaga**, Paris, v. 21, n. 2, p. 207-215, 1976.

GREANY, P. D.; TUMLINSON, J. H.; CHAMBERS, D. L.; BOUSH, G. M. Chemically mediated host finding by *Biosteres (Opus) longicaudatus*, a parasitoid of tephritid fruit fly larvae. **Journal of Chemical e Ecology**, New York, v. 3, n. 2, p. 189-195, 1977.

GUILLEN, J. A.; ENKERLIN, D.; WONG, T. T. Y. Reducción poblacional de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. Mediante liberaciones inundativas de *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) em Mazapa de Macadera, Chiapas, México. **Vida Tephritidae**, México, v. 8, p. 5-6, 1991.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P.; MORAES, R. C. B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos.** Piracicaba: FEALQ, 1999. 29p.

HONĚK, A. Geographical variation in thermal requirements for insect development. **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 93, p. 303-312, 1996.

HORN, D.J. Temperature synergism in integrated pest management, p. 125-139. In G.J. Hallman & D.L. Denlinger (eds.). **Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management**. Boulder, Westview Press, 1998. 311 p.

HURTREL, B.; QUILICI, S.; NÉNON, J., LELANNIC, J. Preimaginal developmental biology of *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron), a parasitoid of the mediterranean fruit fly. **Insect Science Applicata**, Elmsford, v.21, n.1, p.81-88, 2001.

IBRAHIM, A. G.; PALACIO, I. P.; IBRAHIM, R. The life-cycle of *Biosteres persulcatus* with reference to adults' reproductive capacity on eggs of carambola fruit fly. **Pertanika Journal Tropical Agriculture Science**, Selangor, v. 16, n 3, p. 173-177, 1993.

IDALGO, T. D. N.; MEIRELLES, R. N.; LOSEKANN, P. B.; EFROM, C. F.; OLIVEIRA, R. B.; REDAELLI, L. R. Parasitismo em *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em frutos de araçazeiro (*Psidium cattleianum*). In: III Jornada de Iniciação Científica - Meio Ambiente, 2007, **Resumos...** Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, p. 167, 2007.

JENNER, W.; U. KUHLMANN. Significance of host size for a solitary endoparasitoid: A trade-off between fitness parameters. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v. 7, p. 461-471, 2006.

JERVIS, M. A. **Insects as natural enemies**. Dordrecht: Springer, 755 p., 2005.

JERVIS, M. A.; KIDD, N. A. C.; HEIMPEL, G. E. Parasitoid adult feeding behaviour and biocontrol—a review. **Biocon. News Informative**, v. 17, p. 11–26, 1996.

KITTHAWEE, S.; DUJARDIN, J. P. The *Diachasmimorpha longicaudata* complex: Reproductive isolation and geometric patterns of the wing. **Biological Control**, Orlando, v. 51, n. 1, p. 191-197, 2009.

KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L.G. Manejo de pragas na produção integrada de maçãs. In: PROTAS, J.F.S.; SANHUEZA, R.M.V. **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 61-76. (EMBRAPA: Circular Técnica, 34).

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R.L.; MALAVASI, A. Movement of *Anastrepha fraterculus* from native breeding sites into apple orchards in Southern Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 91, p. 457–463, 1999.

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R. L.; MALAVASI, A. Controle químico em macieiras. MALAVASI, A; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, p. 135-141, 2000.

LAWRENCE, P. O. 1981. Host vibration – a cue to the host location by the parasite *Biosteres longicaudatus*. **Oecologia**, Berlin, v. 48, p. 249-251, 1981.

LAWRENCE, P. O.; BARANOWSKY, R. M.; GREANY, P. D. Effect of host age on development of *Biosteres (=Opus) longicaudatus*, a parasitoid of the caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*. **The Florida Entomologist**, Gainesville, v. 59, n. 1, p. 33-39, 1976.

LAWRENCE, P. O.; GREANY, P. D.; NATION, J. L.; BARANOWSKI, R. M. Oviposition behavior of *Biosteres longicaudatus*, a parasite of the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 71, p. 253–256, 1978.

LEATHER, S. R.; WALTERS, K. F. A.; BALE, J. S. **The ecology of insect overwintering**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. 255p.

LONI, A. Developmental rate of *Opus concolor* (Hym.: Braconidae) at various constant temperatures. **Entomophaga**, Paris, v. 42, p. 359–366, 1997.

LÓPEZ, S. N.; VISCARRET, M.; LANZA VECCHIA, S.; GOENAGA, S.; CLADERA, J. L. Producción masiva y simultánea de machos de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) y parasitoids *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, Buenos Aires, v. 65, n. 3-4, p. 99-108, 2006.

LOSEKANN, P. B.; MEIRELLES, R. N.; IDALGO, T. D. N.; EFROM, C. F.; OLIVEIRA, R. B.; REDAELLI, L. R. Níveis de infestação e parasitismo de moscas frugívoras (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) em uvaia (*Eugenia uvalha*) In: III Jornada de Iniciação Científica - Meio Ambiente, 2007, **Resumos...** Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, p. 171, 2007.

MALAVASI, A. Programas de liberação inundativa de parasitoides para o controle de moscas-das-frutas na América Latina, p. 129 – 131. In: ZAPATER, M. C. (Ed.), **El Control Biológico em América Latina**. Buenos Aires, Organización Internacional para el Control Biológico, 1996. 142 p.

MALAVASI, A. Técnica da aniquilação de machos. In: MALAVASI, A. & ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Editora Holos, 2000. p. 159-160.

MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. DA S. Moscas-das-frutas no MIP-Citros, p. 211-231. In: DONADIO, L. C. & GRAVENA, S. (eds.), **Manejo integrado de pragas**; Anais do terceiro seminário internacional de citros-MIP. Campinas, Fundação Cargill, 1994. 310p.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R. L. Biogeografia. In: MALAVASI, A. & ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Editora Holos, 2000. p. 93-98.

MEIRELLES, R. N.; GATTELLI, T.; SOGLIO, F. K. D.; REDAELLI, L. R.; SILVA, F. F. da. Parasitismo de moscas-das-frutas (Tephritidae) em frutos de pitanga em Harmonia, Rs. In: XVII Salão de Iniciação Científica da UFRGS, 2005. **Resumos...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 149, 2005.

MEIRELLES, R. N.; GATTELLI, T.; SOGLIO, F. K. D.; REDAELLI, L. R. Incidência e parasitismo de moscas-das-frutas (Diptera:Tephritidae) em frutos de feijoa no Vale do Caí, RS. In: XVIII Salão de Iniciação Científica da UFRGS, 2006. **Resumos...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 160-161, 2006a.

MEIRELLES, R. N.; GATTELLI, T.; SOGLIO, F. K. D.; REDAELLI, L. R. parasitoides (Braconidae e Figitidae) de moscas-das-frutas (Tephritidae) em frutos de araçazeiro em Montenegro e Harmonia, RS. In: II Jornada de Iniciação Científica - Meio Ambiente, 2006, **Resumos...** Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, p. 72, 2006b.

MEIRELLES, R. N.; SOGLIO, F. K. D.; REDAELLI, L. R.; EFROM, C. F.; LOSEKANN, P. B.; IDALGO, T. D. N.; OLIVEIRA, R. B. Moscas-das-frutas e espécies de parasitoides em frutos de guabirobeira coletados em Porto Alegre, RS. In: III Jornada de Iniciação Científica - Meio Ambiente, 2007, **Resumos...** Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, p. 170, 2007.

MOHAMED, S. A.; OVERHOLT, W. A.; WHARTON, R. A.; LUX, S. A.; ELTOUM, E. M. Host specificity of *Psytalia cosyrae* (Hymenoptera: Braconidae) and the effect of different host species on parasitoid fitness. **Biological Control**, Orlando, v. 28, p. 155-163, 2003.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. da S. Manejo integrado de moscas-das-frutas. In: MALAVASI, A; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.169-173.

OVRUSKI, S., ALUJA, M.; SIVINSKI, J.; WHARTON, R. 2000. Hymenopteran parasitoids on fruit-infesting Tephritidae (Diptera) in Latin America and the southern United States diversity, distribution, taxonomic status and their use in fruit fly biological control. **Integrated Pest Management Reviews**, Berlin, v. 5, p. 81–107, 2000.

OVRUSKI, S. M.; COLIN, C.; SORIA, A.; OROÑO, L. E.; SCHLISERMAN, P. Introducción y producción en laboratorio de *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) para el control biológico de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) en la Argentina. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, Buenos Aires, v. 62, n. 3-4, p. 49-59, 2003.

PRATISSOLI, D. **Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley (1879) nas traças *Scrobipalpoides absoluta* (Meyrick 1917) e *Phthorimaea operculella* (Zelles 1873), em tomateiro**. 1995. 135 f. Tese de doutorado. Escola Superior de

Agronomia Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. 1995.

RAMADAN, M. M.; WONG, T. T. Y.; BEARDSLEY, J. W. Reproductive biology of *Biosteres arisanus* (Sonan) (Hymenoptera: Braconidae), an egg-larval parasitoid of the oriental fruit fly. **Biological control**, Orlando, v. 2, p. 28-34, 1992.

RAMADAN, M. M.; WONG, T. T. Y.; MESSING, R. H. Reproductive biology of *Biosteres vandénboschi* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of early-instar oriental fruit fly. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 88, n. 2, p. 189-195, 1995.

REDAELLI, L. R.; MEIRELLES, R. N.; DELLA-NINA, T. I. parasitoides de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) presentes em frutos de mirtáceas nativas. In: XI Simpósio de Controle Biológico, 2009. **Resumos...** Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, 2009. CD-ROM.

RODRIGUES, S. M. M.; BUENO, V. H. P.; SAMPAIO, M. V.; SOGLIA, M. C. de M. Influência da temperatura no desenvolvimento e parasitismo de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) em *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 341-346, 2004.

RUNGROJWANICH, K.; WALTER, G. H. The australian fruit fly parasitoid *Diachasmimorpha kraussii* (Fullaway): life history, ovipositional patterns, distribution and hosts (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae). **The Pan-Pacific Entomologist**, San Francisco, v. 76, n. 1, p. 1-11, 2000.

SALLES, L. A. B. Metodologia de criação de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em dieta artificial em laboratório. **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, Londrina, v. 21, p. 479-486, 1992.

SALLES, L.A.B. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana**. Pelotas, Embrapa/CPACT, 1995, 58p.

SALLES, L.A.B.; RECH, N.L. Efeitos de extratos de nim (*Azadiractha indica*) e cinamomo (*Melia azedarach*) sobre *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.5, n.3, p.225-227, 1999.

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; RODRIGUES, S. M. M.; SOGLIA, M. C. M.; CONTI, B. F. de. Desenvolvimento de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) e alterações causadas pelo parasitismo no hospedeiro *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 436-444, 2007

SAS INSTITUTE. **SAS/ETS user's guide**, v. 6, ed. 2, Cary, North Carolina, 1993. 1022p.

SCHLISERMAN, P.; OVRUSKI, S. M.; DE COLL, O. R. The Establishment of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) in Misiones,

Northeastern Argentina. **The Florida Entomologist**, Gainesville, v. 86, n. 4, p. 491-492, 2003.

SILVEIRA-NETO, S.O.; NAKANO, D.; NOVA, N. A. V. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.

SIME, K. R.; DAANE, K. M.; MESSING, R. H.; JOHNSON, M. W. Comparison of two laboratory cultures of *Psytalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae) as a parasitoid of the olive fruit fly. **Biological Control**, Orlando, v. 39, p. 248–255, 2006.

SIVINSKI, J.; ALUJA, M.; HOLLER, T.; EITAM, A. Phenological comparison of two braconid parasitoids of the Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Environmental Entomology**, College Park, v. 27, n. 2, p. 360-365. 1998.

SIVINSKI, J.; ALUJA, M.; LOPEZ, M. Spatial and temporal distribution of parasitoids of Mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within the canopies of fruit trees. **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v. 90, n. 5, p. 604-618, 1997.

STACEY, D. A.; FELLOWES, M. D. E. Temperature and the development rates of thrips: evidence for a constraint on local adaptation. **European Journal of Entomology**, Branisovska, v. 99, p. 399–404, 2002.

SUGAYAMA, R.L. ***Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na região produtora de maçãs do Rio Grande do Sul: Relação com seus inimigos naturais e potencial para o controle biológico**. 2000. 117 f. Tese de doutorado, Instituto de Biociências/USP, São Paulo, 2000.

TERÁN, H. R. Comportamiento alimentario y su correlación a la reproducción en hembras de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Revista Agronómica del Noroeste Argentino**, Tucuman, n. 14, p. 17-34, 1976.

THOMPSON, C. R. *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), biological control agent for the Caribbean fruit fly. Department of Agriculture and Consumer Services, Division Plant Industry, **Entomology Circular**, Gainesville, n. 325, p. 325-326, 1989.

TRURDGILL, D. L. Why do tropical poikilothermic organisms tend to have higher threshold temperature for development than temperate ones. **Functional Ecology**, Oxford, v. 9, p. 136-137, 1995.

VALLE, G. E. do. **Aspectos biológicos e morfológicos de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) criado em larvas irradiadas de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae)**. 2006, 85 f. Tese de doutorado (Doutor em ciências) – CENA, USP. 2006.

VAN ALPHEN, J. J. M.; JERVIS, M. A. Foraging behaviour. In: WAAGE, J.; GREATHEAD, D (Eds.), **Insect parasitoids**. London: Academic Press, 1996, p 1-61.

VARGAS, R. I.; RAMADAN, M.; HUSSAIN, T.; MOCHIZUKI, N.; BAUTISTA, R. C.; STARK, J. D. Comparative demography of six fruit fly (Diptera: Tephritidae) parasitoids (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, Orlando, v. 25, p. 30-40, 2002.

VINSON, S. B.; IWANTSCH, G. F. Host suitability for insect parasitoids. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 25, p. 397–419, 1980.

VISCARRET, M. M.; ROSSA, R. L.; SEGURA, D. F.; OVRUSKI, S. M.; CLADERA, J. L. Evaluation of the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) reared on a genetic sexing strain of *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, Orlando, v. 36, p. 147-153, 2006.

WHARTON, R. A. Classical Biological control of fruit-infesting Tephritidae. In: A. S. ROBINSON; G. HOOPER (eds.). **World Crop Pests – Fruit Flies: Their Biology, Natural Enemies and Control**. Netherlands: Elsevier, 1989. P.303-313. Volume 3B.

WHARTON, R. **Parasitoids of Fruit-Infesting Tephritidae**. 2007. Disponível em: <<http://hymenoptera.tamu.edu/paroffit/>>. Acesso em: 30 jan. 2011.

WEST, S. A.; FLANAGAN, K. E.; GODFRAY, H. C. J. The relationship between parasitoid size fitness in the field, a study of *Achrysocharoides zwolferi* (Hymenoptera: Eulophidae). **Journal of Animal Ecology**, Oxford, v. 65 p. 631-639, 1996.

WONG, T. T. Y.; RAMADAN, M. M.; MCINNIS, D. O.; MOCHIZUKI, N.; Influence of cohort age and host age on oviposition activity and offspring sex ratio of *Biosters tryoni* (Hymenoptera: Braconidae), a larval parasitoid of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, p. 779–783, 1990.

ZENIL, M.; LIEDO, P.; WILLIAMS, T.; VALLE, J.; CANCINO, J.; MONTOYA, P. Reproductive biology of *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) on *Ceratitis capitata* and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, Orlando, v. 29, p. 169-178, 2004.

ZUCCHI, R.A. Taxonomia. In: MALAVASI, A; ZUCCHI, R.A. **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. P.13-24.

ZUCCHI, R.A. **Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species and their hosts plants**, 2008. Disponível em: < www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>. Acesso em: 01 fev. 2011.