

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**BIOLOGIA E COMPORTAMENTO DE *Diachasmimorpha longicaudata*
Ashmead (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) CRIADO SOBRE
LARVAS DE *Ceratitis capitata* Wiedemann (DIPTERA: TEPHRITIDAE)
IRRADIADAS E NÃO IRRADIADAS COM RADIAÇÃO GAMA**

ROSELAINE GIL
Engenheiro Agrônomo

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de Mestre
em Agronomia – Área de Concentração em
Proteção de Plantas.

BOTUCATU - SP
Setembro - 2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**BIOLOGIA E COMPORTAMENTO DE *Diachasmimorpha longicaudata*
Ashmead (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) CRIADO SOBRE
LARVAS DE *Ceratitis capitata* Wiedemann (DIPTERA: TEPHRITIDAE)
IRRADIADAS E NÃO IRRADIADAS COM RADIAÇÃO GAMA**

ROSELAINÉ GIL

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Ganezo de Mello

Co – Orientador: Prof. Dr. Júlio Marcos Melges Walder

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Proteção de Plantas.

BOTUCATU - SP
Setembro - 2003

Aos meus pais, **Maria José C. Gil** e **Antonio José Gil**, pelo carinho, apoio e por acreditarem na minha capacidade.

Aos meus irmãos, **Fábio** e **Marcos**, pela paciência e ajuda.

OFEREÇO

E

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. **Francisco de Assis Ganeo de Mello** (Departamento de Zoologia – IB/UNESP), pelo apoio e orientação;

Ao Prof. Dr. **Júlio Marcos Melges Walder** (Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia – CENA/USP), pelo apoio e orientação;

Ao Prof. Dr. **Wilson Badiali Crocomo** (Departamento de Produção Vegetal – Setor de Defesa Fitossanitária – FCA/UNESP), pelo apoio durante o curso de Pós- Graduação;

Aos **professores** do Departamento de Produção Vegetal – Setor de Defesa Fitossanitária (FCA/UNESP), pelos ensinamentos;

À **Carlos A. O. Matos**, pelo auxílio na Análise Estatística;

À **Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão da bolsa de estudos para a realização do curso;

Ao **Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA)**, por ter cedido toda a infra-estrutura necessária à realização deste trabalho;

Ao Biólogo **Luíz Anselmo Lopes** (Laboratório de Radioentomologia – CENA/USP), pelo fornecimento de larvas de *Ceratitis capitata*, apoio e amizade;

Às Técnicas de Laboratório **Maria de Lourdes Zamboni Costa** e **Lúcia Cristina Aparecida dos Santos** (Laboratório de Radioentomologia – CENA/USP), pela ajuda durante o trabalho de laboratório, apoio e amizade;

Aos responsáveis pelo Serviço de Proteção Radiológica (S.P.R./CENA), **Gilberto Ribeiro Furlan** e **Marcos Aurélio A. Valero**, pela ajuda na irradiação das larvas;

Aos **Colegas** do Curso de Pós-graduação e a **todos** que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	1
SUMMARY	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1. Biologia do parasitóide <i>D. longicaudata</i>	8
2.1.1. Estágios de desenvolvimento	9
2.1.1.1. Fase de ovo	9
2.1.1.2. Fase larval	9
2.1.1.3. Fase pupal	10
2.1.1.4. Fase adulta	10
2.2. Efeitos da radiação gama em tefritídeos e seu parasitóide <i>D. longicaudata</i>	11
2.3. Parâmetros biológicos	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Gaiolas para parasitóides	16
3.2. Coleta de larvas de <i>C. capitata</i>	17
3.3. Tratamento das larvas hospedeiras com radiação gama	17
3.4. Exposição aos parasitóides	19
3.5. Parâmetros biológicos avaliados	19
3.5.1. Peso de pupas	21
3.5.2. Porcentagem de emergência	21
3.5.3. Razão sexual	21
3.5.4. Longevidade de adultos sob estresse	21
3.5.5. Habilidade de vôo	22
3.6. Análise estatística	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1. Peso de pupas	25
4.2. Porcentagem de emergência	26

4.3. Razão sexual	31
4.4. Longevidade de adultos sob estresse	31
4.5. Habilidade de vôo	35
5. CONCLUSÕES	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
APÊNDICES	46

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estudar a biologia e comportamento do parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), durante seis gerações, criado sobre larvas de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) irradiadas e não irradiadas com radiação gama e foi desenvolvido no Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, São Paulo, Brasil. Para o tratamento com radiação gama, utilizou-se uma fonte de Cobalto – 60, modelo Gammabeam – 650. A dose utilizada no tratamento foi de 63,25 Gy, sob uma taxa de dose média de 287,83 Gy/hora. O experimento foi conduzido sob condições controladas com temperatura de $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Foram utilizados 2 tratamentos, hospedeiros não irradiados e hospedeiros irradiados. Nos dez dias consecutivos de parasitismo em cada geração, foram fornecidas 750 larvas/gaiola/tratamento no primeiro dia e à medida que as fêmeas morriam, o número de larvas oferecidas diminuía a fim de se manter a proporção de 10 larvas/fêmea. Foram utilizadas 3 gaiolas/tratamento com tempo de parasitismo de 40 minutos. Os parâmetros biológicos avaliados foram: 1) Peso de pupas; 2) Porcentagem de emergência; 3) Razão sexual; 4) Longevidade de adultos sob estresse e 5) Habilidade de Vôo. Foram pesadas

pupas de *C. capitata* com 7 e 13 dias de idade contendo, no seu interior, o parasitóide *D. longicaudata*. Verificou-se que pupas advindas de larvas hospedeiras não irradiadas foram mais pesadas, devido a presença de moscas pré-emergentes, no primeiro caso (7 dias) e a menor porcentagem de pupas “vazias” na pesagem ao 13º dia. Pôde-se verificar maior porcentagem de emergência de parasitóides em hospedeiros irradiados e maior porcentagem de parasitóides fêmeas em laboratório em ambos os tratamentos, descartando a possibilidade da radiação poder influenciar a razão sexual dos parasitóides. Não houve diferença na longevidade dos parasitóides entre os tratamentos irradiado e não irradiado, portanto, larvas hospedeiras tratadas com radiação gama não interferem na longevidade dos parasitóides produzidos. No teste de habilidade de vôo, não houve diferenças entre os tratamentos. De um modo geral, conclui-se que a irradiação de larvas hospedeiras não interfere nos parâmetros de qualidade do parasitóide.

Palavras chaves: *Diachasmimorpha*, radiação gama, larvas, *Ceratitis capitata*.

BIOLOGY AND BEHAVIOR OF *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) REARED ON LARVAE OF *Ceratitis capitata* Wiedemann (DIPTERA: TEPHRITIDAE) IRRADIATED AND NOT IRRADIATED WITH GAMMA RADIATION

Author: ROSELAINÉ GIL

Adviser: Prof. Dr. FRANCISCO DE ASSIS GANEIO DE MELLO

Co – Adviser: Prof. Dr. JÚLIO MARCOS MELGES WALDER

SUMMARY

The objective of this work was study the biology and behavior of the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), during six generations, reared on larvae of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) irradiated and not irradiated with gamma radiation and was developed in the Laboratory of Food Irradiation and Radioentomology of the Center of Nuclear Energy in Agriculture (CENA), University of São Paulo (USP), Piracicaba, São Paulo, Brazil. For gamma radiation treatment, a source of Cobalt-60 (Gammabeam – 650) was used. A dose of 63.25 Gy was used, at an average dose rate of 287.83 Gy/h. The experiment was conducted under controlled environment ($27 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH, and photoperiod of 14:10 L:D). Two treatments were used: not irradiated and irradiated host larvae. During 10 consecutive days of parasitism in each generation, 750 larvae/cage/treatment were supplied and, as the females died, the number of offered larvae was decreased in order to keep the proportion of 10 larvae/female. Three cages/treatment were used and the parasitism period was 40 minutes. The evaluated biological parameters were: 1) weight of pupae; 2) percent adult emergency; 3) sexual rate; 4) adult's longevity under stress, and 5) flight ability. Pupae of *C. capitata* with 7 and 13 d of age were heavier holding, his inside, the parasitoid *D. longicaudata*. Pupae coming from not irradiated host larvae were heavier, due to the presence of pre-emerging flies in the first case (7 d), and due to a smaller percentage of "empty" pupae at the 13th d. Larger percentage of parasitoids emergency in irradiated hosts and larger percentage of female parasitoids in laboratory in both treatments,

discarding the possibility that the radiation influences on the sexual rate of parasitoids. There was not difference in the longevity of the parasitoids between the irradiated and not irradiated treatments; therefore, hosts larvae treated with gamma radiation did not interfere in the longevity of the produced parasitoids. In the test of flight ability, there were not differences between both treatments. In a general way, it was concluded that the irradiation of host larvae did not interfere in the quality parameters of parasitoid.

Key words: *Diachasmimorpha*, gamma radiation, larvae, *Ceratitis capitata*.

1. INTRODUÇÃO

No comércio mundial de frutas frescas, a participação do Brasil se mostra pouco representativa. Apesar de ser o primeiro produtor mundial de frutas, em 2000 as vendas externas brasileiras somaram 428 mil toneladas, um volume equivalente a pouco mais de 1% da produção total, estimada em 39 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2002). As barreiras fitossanitárias são apontadas como uma das principais causas da baixa exportação.

A principal dificuldade encontrada pelo comércio nacional e internacional de frutas é a infestação de moscas-das-frutas, principalmente as pertencentes à família Tephritidae. Elas causam danos econômicos à fruticultura devido à queda precoce dos frutos ou à sua depreciação para consumo, gerando prejuízos anuais que oscilam entre US\$ 50 milhões e US\$ 80 milhões no país, enquanto que mundialmente esse número chega a US\$ 2 bilhões.

No Brasil, destacam-se as espécies do gênero *Anastrepha* (Schiner, 1868) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) como principais pragas frutíferas (LEONEL JR, 1991).

As medidas de controle têm sido feitas a muitos anos por meio cultural e químico, no entanto, os importadores de frutas *in natura* exigem atualmente frutos com baixos níveis de resíduos químicos e ausência de moscas-das-frutas.

Como alternativa ao uso de inseticidas, alguns pesquisadores, como Laing e Hamai (1976), enumeram vários programas de controle biológico. A maioria empregam parasitóides, principalmente da família Braconidae (Subfamília Opiinae).

Himenópteros braconídeos são conhecidos por sua especificidade quanto à utilização de tefritídeos como hospedeiros, sendo considerados como melhor opção para o controle biológico de moscas-das-frutas (ALUJA et al., 1990).

O parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (sinônimo - sênior), cujos sinônimos – juniores são *Opius longicaudatus* e *Biosteres longicaudatus*, está entre as cinco espécies de braconídeos da Subfamília Opiinae de grande importância no controle da população de moscas-das-frutas, parasitando principalmente larvas de segundo e terceiro instares (MATRANGOLO et al., 1998).

No Brasil, os estudos envolvendo este parasitóide começaram em 1994 quando alguns espécimes foram importados da Flórida (EUA) pela EMBRAPA/CNPMPF (WALDER et al., 1995). Esse parasitóide foi escolhido porque ataca várias espécies de tefritídeos: *C. capitata*, *A. ludens*, *A. suspensa* e outras espécies do gênero *Anastrepha* (CARVALHO e NASCIMENTO, 2002).

Uma vez que é possível a criação de moscas-das-frutas em dieta artificial em laboratório, esse braconídeo pode ser criado em grande quantidade (escala massal).

Desde sua introdução no país, pesquisas com o objetivo de avaliar sua eficiência em diferentes ecossistemas do Brasil vêm sendo realizadas. Já foram feitas liberações nos estados da Bahia, Pernambuco, Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul e Amazonas com resultados positivos (CARVALHO e NASCIMENTO, 2002).

No entanto, para garantir o sucesso na utilização do parasitóide *D. longicaudata* em programas de controle biológico, são necessários mais estudos a respeito de sua biologia e comportamento, principalmente quando a técnica empregada na sua criação massal utiliza, geralmente, radiação gama em uma determinada fase do processo (WALDER, 2002).

Em função dos ciclos do parasitóide e seu hospedeiro serem diferentes e a porcentagem de parasitismo não atingir 100%, irradiam-se as larvas hospedeiras antes do parasitismo para que não haja emergência de moscas férteis resultante de hospedeiros não parasitados. Esse processo facilita e agiliza o trabalho de criação dos insetos em grande escala.

Apesar de Sivinski e Smittle (1990) relatarem em seu trabalho que as mudanças fisiológicas sofridas pelas larvas irradiadas não afetam o seu uso como hospedeiros pelo parasitóide *D. longicaudata*, não há relatos da presença ou ausência de efeitos da radiação gama na biologia e comportamento da progênie de parasitóides advindos de várias gerações criadas sobre hospedeiros irradiados. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi estudar a biologia e comportamento dos parasitóides *Diachasmimorpha longicaudata*, durante seis gerações, criados sobre larvas de *Ceratitis capitata* irradiadas e não irradiadas com radiação gama.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Biologia do Parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae)

Cancino (1997) descreve o himenóptero *D. longicaudata* como um endoparasitóide originário da região Indoaustraliana, introduzido inicialmente no Hawaii (EUA) para combater a mosca *Bactrocera dorsalis* em 1945. Neste período, foram liberadas 32 espécies de inimigos naturais para combater a mosca-das-frutas-oriental, mas com exceção de *D. longicaudata*, os outros parasitóides apresentaram problemas na produção massal. Esta é umas das principais razões deste parasitóide ser amplamente utilizado em programas de controle biológico de moscas-das-frutas.

O braconídeo *D. longicaudata* é um parasitóide que apresenta a sua fase imatura no interior das larvas de moscas-das-frutas, mas há citações de que pode se desenvolver ocasionalmente nas larvas de outros dípteros, por exemplo moscas domésticas (LÓPEZ, 1983, apud CANCINO, 1997). Ele se distingue também por ser um parasitóide de larva-pupa, pois os ovos são colocados na fase larval do hospedeiro e emerge na fase pupal deste.

2.1.1. Estágios de Desenvolvimento

2.1.1.1.Fase de Ovo

Os ovos são cilíndricos, brancos e apresentam uma superfície viscosa quando são recém ovipositados. São cobertos por uma membrana externa delgada, chamada exocóion . O formato do ovo é ligeiramente côncavo na parte ventral e convexo na parte dorsal; As regiões anterior e posterior possuem protuberâncias, sendo a da região posterior de menor tamanho. Durante o período de incubação, os ovos possuem um comprimento de 0,5 mm e no final deste estágio, apresenta comprimento de 0,6 mm. Em função dos movimentos das larvas, estas eclodem e o período de incubação é de 2,5 dias (CANCINO, 1997).

2.1.1.2.Fase Larval

Segundo Cancino (1997), a fase larval apresenta quatro estádios de desenvolvimento, no qual cada um possui aspectos morfológicos bem diferenciados. Quando eclode, a larva possui 0,85 mm de comprimento e grande atividade, se dedicando principalmente a alimentação, com ingestão de gorduras. A larva possui boa organização muscular, digestiva, nervosa e respiratória que se combinam para os movimentos serem livres. A cabeça é grande, quitinizada, coloração escura e possui um par de mandíbulas com bases separadas que permitem movimentos rápidos. Possui antenas curtas para guiarem os movimentos e o canal digestivo é simples, com um tubo reto, esôfago curto e um intestino que ocupa a maior parte do corpo. A larva não possui pernas, embora tenha dois apêndices na parte ventral do corpo, na base da cabeça. O primeiro estágio tem duração de 36 a 40 horas. O segundo estágio se caracteriza pela cabeça não possuir quitinização e não apresentar partes do corpo diferenciadas. A larva começa a se segmentar, apresentando 14 divisões, as mandíbulas se tornam translúcidas e são distinguidas com dificuldade. Os alimentos consumidos consistem de fluidos, glóbulos de gordura e tecidos. Este estágio tem duração de 48 horas. O terceiro estágio se distingue claramente do anterior. A larva possui mandíbulas menos quitinizadas, não há diferenciação entre as partes do corpo, o sistema traqueal começa a se organizar e possui 2,4 mm de comprimento. A duração deste estágio é de 48 horas. O início do

quarto estágio se caracteriza por um sistema traqueal bem desenvolvido, nove estigmas podem ser observados de cada lado desde o 2º ao 11º segmento corporal. A larva apresenta 3,1 mm de comprimento e 1 mm de largura, o aparelho bucal se mantém saliente e a cabeça se apresenta bem desenvolvida. A sua coloração é amarelo-café.

2.1.1.3.Fase Pupal

A pupa mede de 3,5 a 4,0 mm de comprimento e 1,6 mm de largura, possui uma coloração pálida com olhos avermelhados, as antenas e o ovipositor das fêmeas começam a se desenvolver. O intestino começa a diminuir. O período pupal é de 6 – 10 dias, mas pode variar dependendo da temperatura ambiente. Uma vez terminado o desenvolvimento, o adulto rompe a pupa abrindo um orifício no 3º ou 4º segmento pupal com a ajuda das mandíbulas (CANCINO, 1997).

Estudos efetuados por Lawrence et al.(1976) indicam que o desenvolvimento de *D. longicaudata* sobre *Anastrepha suspensa* dura em torno de 18 – 19 dias. Este período é mais longo quando a larva hospedeira é mais velha, 19 – 20 dias. Os mesmos autores observaram que o período de desenvolvimento do ovo é maior, 2 a 4,5 dias, em larvas mais maduras.

Segundo Walder et al. (1995), o ciclo de vida médio, ovo a adulto, do parasitóide *D. longicaudata* criado sobre larvas de *Ceratitis capitata* é de 14 – 16 dias.

O desenvolvimento do estágio imaturo no interior do hospedeiro leva a um parasitóide solitário, ou seja, um hospedeiro dá origem a um parasitóide, mas há casos de superparasitismo em laboratório com conseqüente canibalismo. Neste caso há emergência de um parasitóide muito pequeno, pouco eficiente.

2.1.1.4.Fase Adulta

Numa temperatura de 26°C, o primeiro a emergir é o macho e aproximadamente dois dias depois, a fêmea. A cópula ocorre imediatamente após a emergência da fêmea e é efetuada em segundos. Sivinski e Webb (1989) citam a presença de sons produzidos pelos machos através da vibração das asas e acreditam que esses sons atraem as fêmeas.

Martinez (1992) menciona a possibilidade de a fêmea copular mais de uma vez. Não há estudos sobre a presença de substâncias (feromônios) que possam ter relação com a cópula.

A oviposição em fêmeas de *D. longicaudata* pode se realizar imediatamente após a emergência, e são mais freqüentes após um período de 3 – 5 dias, sendo provável que este período de pré-oviposição tenha razões fisiológicas que às vezes são respostas da alimentação (DOUTT, 1964).

2.2. Efeitos da radiação gama em tefritídios e seu parasitóide *D. longicaudata*

Sivinski e Smittle (1990) observaram os efeitos da radiação gama no desenvolvimento das moscas-das-frutas caribenha e o desenvolvimento subsequente de seu parasitóide *D. longicaudata*. Os dados revelaram que a emergência de *A. suspensa* diminuiu com doses crescentes de radiação, sendo menor que 1% a 30 Gy e zero a doses maiores que 40 Gy. Segundo estes autores, há um efeito substancial da radiação no desenvolvimento das moscas-das-frutas, mas as mudanças induzidas nas moscas não afetam seu uso como hospedeiro para *D. longicaudata*. Isso pode ter implicações na criação massal e na liberação inundativa destes parasitóides em campo. Pupas de larvas irradiadas contendo parasitóides, podem ser transportados e manipulados sem o receio da emergência de moscas adultas férteis.

Nation et al. (1995) verificaram a influência da radiação no desenvolvimento das larvas de *Anastrepha suspensa*. Dissecções detalhadas de larvas expostas a 50 Gy revelaram redução no crescimento do cérebro, olhos pequenos e disformes, corda do nervo ventral comprido e sinuoso. Em função destas deformidades pode-se concluir que mesmo as larvas empupando, não há condições de emergência de moscas adultas.

2.3. Parâmetros Biológicos

Greany et al. (1976) obtiveram grande número de fêmeas de *Biosteres longicaudatus* no primeiro dia de atividade de oviposição sobre *Anastrepha suspensa*, confirmando que machos e fêmeas deste parasitóide copulam logo após a emergência. Os autores conseguiram um índice de parasitismo de 15 – 19% em laboratório.

Ashley e Chambers (1979) conseguiram uma maior eficiência na criação de *B. longicaudatus*, quando colocaram 125 casais (5 a 19 dias de idade) em uma gaiola de 24,5 cm³, onde foram oferecidas 500 larvas de *A. suspensa* por um período de 24 horas, do que quando usaram 25 ou 250 casais. Com isso, concluíram que o índice de parasitismo depende muito da proporção hospedeiro/parasitóide.

Messing et al. (1993) citaram que a idade e condição das larvas de tefritídeos usadas durante a criação são fatores importantes que influenciam na porcentagem de emergência e razão sexual dos Opiinae. O seu estudo de parâmetros de controle de qualidade com Opiinae mostrou que larvas maiores resultam em alta taxa de emergência e porcentagem mais alta de fêmeas para *D. longicaudata* e *D. tryoni*.

Salazar et al. (1994) estudaram a baixa porcentagem de emergência de *D. longicaudata* sobre *Anastrepha ludens*. Conforme a densidade dos parasitóides nas gaiolas (1, 2, 3, 5 e 10 casais/gaiola) era aumentada, a porcentagem de emergência diminuía. Até 5 casais, foram obtidos até 84,48% de parasitismo; quando a densidade foi de 10 casais, o parasitismo foi de apenas 47,91% devido à competição entre fêmeas pelo hospedeiro e espaço.

Mendes e Walder (1997), com o objetivo de obter o período de maior eficiência de parasitismo numa criação de laboratório, distribuíram adultos virgens de *D. longicaudata* em 5 gaiolas com uma densidade de 150 fêmeas e 50 machos por gaiola. A cada 24 h pré-pupas de *C. capitata* foram separadas, irradiadas com uma dose de 60 Gy de radiação gama e colocadas em placas especiais de PVC contendo uma das faces telada. Verificaram que a maior eficiência de parasitismo ocorreu durante os primeiros 15 dias de vida do parasitóide, apresentando uma média de 47% e logo depois, decresceu linearmente até chegar a zero aos 30 dias de vida.

Nascimento (1997) observou que quando variou a densidade de larvas/unidade de exposição ao parasitismo (100, 200, 300 larvas/UEP), a densidade de 200 larvas/UEP proporcionalmente apresentou um maior acréscimo ao número de emergências de *D. longicaudata*, e para todas as três densidades o parasitismo se aproximou de 100%.

O laboratório de Radioentomologia do CENA/USP produziu em 2001 (janeiro – outubro) uma média de 309,35 litros ($\cong$ 20 milhões) de pupas de *Ceratitis capitata*, resultantes

de larvas irradiadas com radiação gama, parasitadas por *D. longicaudata* com uma porcentagem média de emergência de 30,72% (WALDER, 2002).

Segundo Hardy e Godfray (1990), as fêmeas de alguns himenópteros apresentam sistema haplodiplóide, o qual permite que estes gerem descendentes mesmo sem serem fecundadas pelos machos, porém nascerão apenas machos haplóides e fêmeas diplóides provenientes de ovos fertilizados.

A razão sexual de *Opius concolor* em larvas de *C. capitata* com 9 e 6 dias de idade foi de 0,74 e 0,27, respectivamente. A porcentagem de descendentes fêmeas aumenta com o tamanho do hospedeiro; porém, em uma população composta principalmente de indivíduos pequenos, a influência do tamanho do hospedeiro na razão sexual é menor (AVILLA e ALBAJES, 1984).

Segundo Wong et al. (1990), as fêmeas de *B. tryoni* (até 8 dias de idade) preferem parasitar do meio para o final do terceiro ínstar de *C. capitata* ao invés do início. A progênie de fêmeas foi menor do que 43% no início do terceiro ínstar e maior que 60% quando as larvas hospedeiras estavam no final do terceiro ínstar.

Jiménez e Castillo (1992) observaram que em azeitonas com índice de 2,24 hospedeiros/fruto, as pupas eram pequenas e destas emergiram mais parasitóides machos (73%), confirmando relatos de que as fêmeas emergem de pupas maiores. O mesmo comportamento foi encontrado em *Opius concolor* multiplicado em *C. capitata*.

Wong e Ramadan (1992, apud Messing et al., 1993) relataram que, embora uma progênie mais feminina seja produzida com o avançar da idade da larva hospedeira, o pico é alcançado em algum período durante o terceiro ínstar, depois a taxa entra em declínio.

Antolin et al. (1995) observaram que a razão sexual da progênie de *Bracon hebetor* foi maior para fêmeas em hospedeiros superparasitados e concluíram que as fêmeas são reprodutivamente mais valiosas que os machos quando há pouca disponibilidade de hospedeiros ou quando estes são pequenos.

Petcharat et al. (1997) estudaram a biologia do parasitóide *D. longicaudata* criados sobre *Bactrocera papayae* e obtiveram fêmeas que produziram $34 \pm 3,90$ descendentes com uma razão sexual de 0,53 (1,13 : 1 – fêmea : macho).

Carvalho (1997) realizou alguns estudos sobre a biologia do parasitóide *D. longicaudata*, onde obteve 4300 indivíduos com razão sexual macho/fêmea de 0,63 e parasitismo médio de 93,5% sobre larvas de *C. capitata*. Já o laboratório de Radioentomologia do CENA/USP, produziu 7 milhões de parasitóides em 2002 com razão sexual média fêmea/macho de 0,54 e 0,59 sobre larvas de *C. capitata* irradiadas e não irradiadas com radiação gama, respectivamente (WALDER*, 2003).

Fêmeas de *B. arisanus* são férteis por três semanas após a emergência, produzem progênes com cerca de 40 – 70% de fêmeas e os machos vivem em torno de 5 dias menos que as fêmeas (BAUTISTA et al., 1998).

Bispo (1999) observou em seu trabalho que fêmeas não acasaladas de *D. longicaudata* produziram apenas descendentes machos, enquanto que fêmeas acasaladas exibiram uma razão sexual média de 0,52.

O objetivo dos programas de controle biológico é conseguir multiplicar os parasitóides em laboratório obtendo-se a maior proporção possível de fêmeas; por isso, o acasalamento de espécies arrenótocas deverá ser feito logo após a emergência das fêmeas, pois fêmeas não fecundadas geram machos ou não originam descendentes (WATANABE, 1996, apud BISPO, 1999).

O parasitóide *B. tryoni* atinge o pico de maturação do ovário do quinto ao sétimo dia de idade; porém, se não for oferecido um hospedeiro, os óvulos começam a ser reabsorvidos. Esse material talvez seja utilizado para uma nova fase de ovogênese e prolongamento da longevidade da fêmea (RAMADAN et al., 1989). O mesmo pode ocorrer com *D. longicaudata* (FLANDERS, 1949, apud CANCINO, 1997). Mas não é o caso de *B. arisanus*, que acredita-se necessitar exclusivamente de fontes nutricionais externas para sobreviver (RAMADAN et al., 1992).

Haramoto (1953, apud RAMADAN et al., 1992) relatou que fêmeas de *B. arisanus* recém emergidas alimentadas com mel e água viveram 28 dias, mas morreram após 12 horas quando não foi fornecido alimento.

* WALDER, J. M. M. (Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia, CENA/USP, Piracicaba – SP). Comunicação Pessoal, 2003.

Petcharat (1997) obtiveram uma longevidade de machos e fêmeas de *D. longicaudata* criados sobre *B. papayae* de $7,50 \pm 1,76$ e $7,6 \pm 1,37$ dias, respectivamente.

Estudando a longevidade e reprodução de *D. longicaudata* sobre larvas de *C. capitata*, Bispo (1999) observou que fêmeas não acasaladas apresentaram longevidade máxima de 59 dias e mínima de 10 dias, com uma média de 32,8 dias. Já as fêmeas acasaladas, exibiram uma longevidade mínima e máxima de 8 e 40 dias, respectivamente, com média de 25,5 dias. Segundo este autor, o fato de fêmeas virgens terem sido mais longevas do que as acasaladas talvez possa ser explicado pela economia da energia que seria gasta nos acasalamentos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP, em Piracicaba, SP, em salas com temperatura de $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. A geração parental de *Diachasmimorpha longicaudata* foi obtida da população existente no Laboratório do CENA desde 1994.

3.1. Gaiolas para parasitóides

Foram utilizados dois tratamentos com 3 gaiolas para cada tratamento. As gaiolas (30 x 30 x 30 cm) apresentavam estrutura e base de alumínio, laterais e parte superior de telas removíveis (Figura 1.B). Cada uma continha um recipiente plástico (copo 500 ml) com água, com tampa contendo algodão fixado em abertura (3,0 cm de diâmetro) feita na região central. O algodão embebido em água facilitou a sua absorção pelos parasitóides. A dieta a base de mel e agar (WALDER et al., 1995), foi fornecida em formato de gelatina em tampas de copos plásticos de 500 ml (Figura 1.A).

Para cada gaiola foram transferidos 100 parasitóides virgens recém emergidos na proporção 25 machos/75 fêmeas. O procedimento foi o mesmo para todas as 6 gerações seguintes. As gaiolas de parasitismo de cada geração foram montadas com parasitóides resultantes do 5º e 6º dia de exposição ao parasitismo.

3.2. Coleta de larvas de *C. capitata*

As larvas de *C. capitata* utilizadas como hospedeiros dos parasitóides, eram provenientes da criação massal do Laboratório. Diariamente, foram coletadas 100 mL de larvas durante os dez dias de parasitismo em todas as seis gerações estudadas.

Após a coleta, as larvas eram colocadas em peneiras plásticas (15 cm de diâmetro) e lavadas em água corrente para a retirada de impurezas. Em seguida, as larvas a serem tratadas com radiação gama (50 mL) eram acondicionadas em becker de plástico tampado com filme de PVC e levadas ao irradiador. As larvas não irradiadas (50 mL) eram deixadas em recipiente com água até o momento do parasitismo para evitar o início da pupação.

3.3. Tratamento das larvas hospedeiras com radiação gama

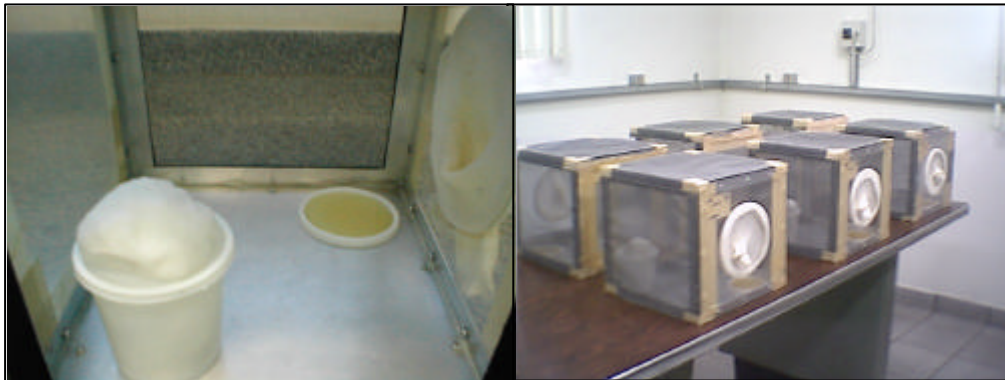
Como fonte de radiação gama, utilizou-se uma fonte de Cobalto – 60 modelo Gammabeam 650 – tipo IR31 construído pela Atomic Energy of Canada Limited instalado no laboratório de Radioentomologia, com uma atividade¹ de $2,67 \times 10^{13}$ Bq² (721,2 Curie) no ano de 2002.

Os hospedeiros foram irradiados com uma dose de 63,25 Gy³ e uma taxa de dose média de 287,83 Gy/hora com diâmetro entre os 12 tubos do irradiador de 30 cm (Figura 1.C).

¹ Atividade = Número de desintegrações do isótopo radioativo por unidade de tempo.

² Becquerel (Bq) = Unidade internacional mais recente para a atividade. 1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ Bq.

³ Gray (Gy) = Unidade mais recente que mede a dose de radiação absorvida. 1 Gy = 100 rad = 1 J/ kg.



A

B



C

Figura 1. (A) Gaiola com água e alimento; (B) Gaiolas de parasitismo; (C) Irradiador Gammabeam 650. Irradiação de larvas de *C. capitata*.

3.4. Exposição aos parasitóides

Foram dez dias consecutivos de parasitismo em cada geração. No primeiro dia, foram fornecidas 750 larvas por gaiola nos dois tratamentos, ou seja, 10 larvas/fêmea. Mas à medida que as fêmeas morriam, o número de larvas oferecidas diminuía a fim de se manter a proporção larvas/fêmea.

As larvas eram colocadas em anéis de PVC (6,0 cm de diâmetro x 1,0 cm de altura) com uma das faces em “voil” e a outra com tampa do mesmo material do anel, denominados UEPs (Unidades de Exposição ao Parasitismo) (Figura 2). Foram utilizadas 2 UEPs por gaiola.

As placas eram colocadas sobre as gaiolas com parasitóides 5 dias após a emergência das fêmeas (Figura 3). Este período foi respeitado em função da maior eficiência de parasitismo acontecer entre o 5º e 12º dia de vida da fêmea adulta (WALDER, 2002). Para evitar o superparasitismo, o tempo de parasitismo foi de 40 minutos.

Após o parasitismo, as larvas eram transferidas para recipientes plásticos (copos 500 ml) devidamente identificados contendo 2/3 de vermiculita esterilizada para pupação e levados a uma sala com temperatura de 26°C e 70% de umidade (Figura 4).

Os parasitóides recém emergidos eram, então, transferidos para suas respectivas gaiolas de parasitismo. O mesmo procedimento foi realizado nas 6 gerações estudadas.

3.5. Parâmetros Biológicos Avaliados

Em razão de não haver uma metodologia específica para parasitóides para obtenção de dados sobre peso de pupas, porcentagem de emergência, habilidade de vôo e longevidade de adultos sob estresse, esta foi baseada na metodologia usada pela FAO/IAEA (1998) no estudo de moscas-das-frutas e adaptada para o presente estudo. Os testes a seguir foram idênticos para as seis gerações do parasitóide estudadas.

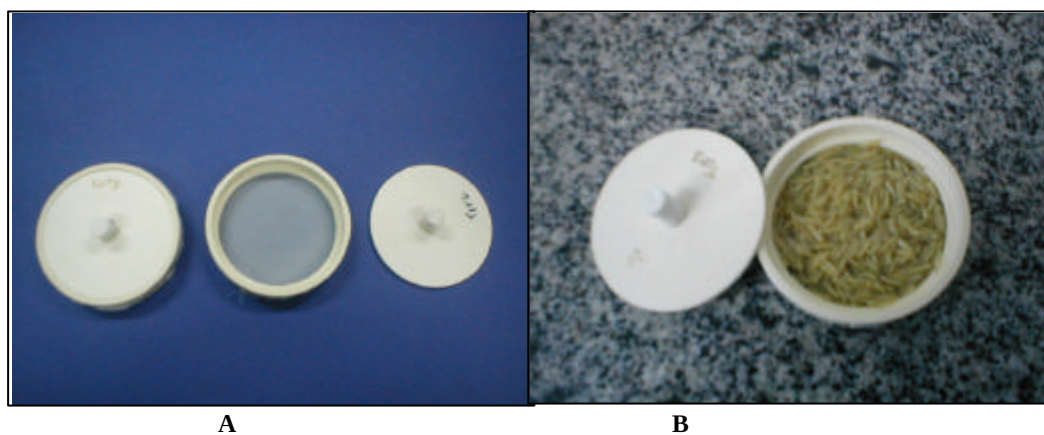


Figura 2. (A) Unidades de Exposição ao Parasitismo (UEPs) ; (B) UEP com larvas de *C. capitata*.

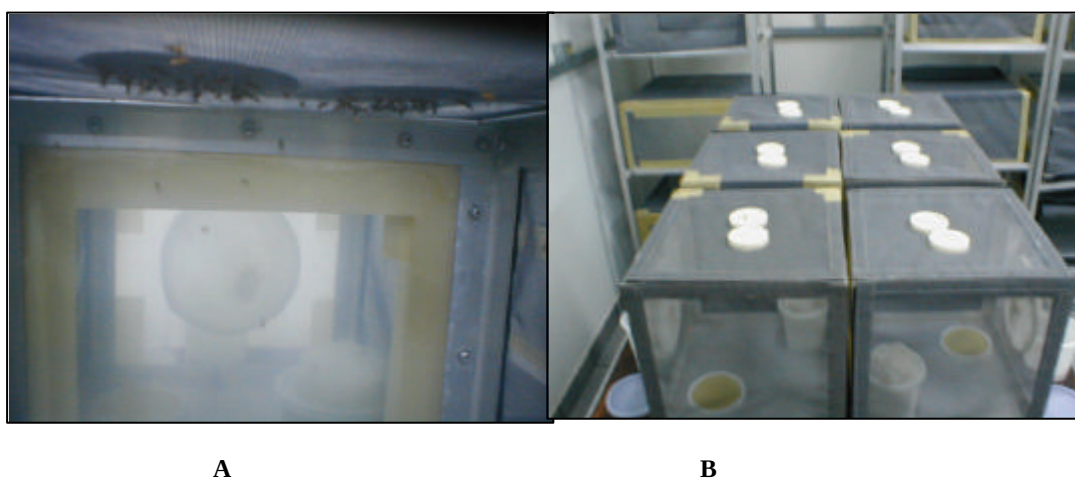


Figura 3. (A) *D. longicaudata* parasitando larvas de *C. capitata*; (B) Vista das UEPs sobre as gaiolas.

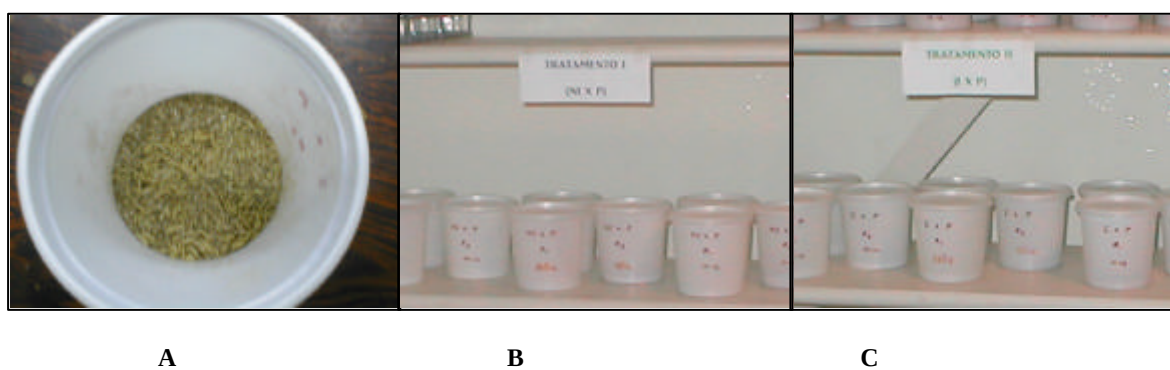


Figura 4. (A) Larvas empupando em recipientes com vermiculita; (B e C) Vista dos recipientes contendo larvas em pupação.

3.5.1. Peso de pupas

Decorridos 7 e 13 dias após o parasitismo, foram pesadas amostras de pupas de *C. capitata* (100 pupas) contendo ou não o parasitóide *D. longicaudata* no seu interior. Foram utilizadas 3 repetições/dia de exposição aos parasitóides/tratamento.

Antes da pesagem, todas as impurezas aderidas às pupas foram eliminadas com a ajuda de um pincel de pêlo de lontra nº 4. Para padronização de resultados em função da desidratação das pupas, estas foram pesadas sempre no mesmo período do dia. O equipamento usado foi uma balança Bosch modelo P-115.

3.5.2. Porcentagem de Emergência

Antes da emergência dos indivíduos de cada geração, foram retiradas amostras (3 repetições/dia de parasitismo) com 100 pupas nos dois tratamentos. Em seguida, as pupas foram acondicionadas em tubos de ensaio tampados com filme de PVC (Figura 5) para evitar a saída dos parasitóides. Foram feitas perfurações nas tampas dos tubos para facilitar a troca de ar. Após a emergência, os parasitóides foram sexados e contados.

3.5.3. Razão Sexual

Através dos dados obtidos na porcentagem de emergência, a razão sexual dos parasitóides foi calculada pela fórmula: $rs = n^{\circ} \text{ de fêmeas} / (n^{\circ} \text{ fêmeas} + n^{\circ} \text{ de machos})$ (SILVEIRA NETO et al., 1976).

3.5.4. Longevidade de Adultos sob Estresse

Amostras contendo 50 fêmeas e 50 machos recém emergidos foram colocados em recipientes separados sem água e alimento em uma sala escura. Foram utilizados 3 repetições para machos e fêmeas de cada tratamento.

O número de parasitóides mortos foram contados após 24, 48 e 72 horas e em seguida, descartados. Os recipientes utilizados neste experimento eram copos de plástico

transparente (300 ml) com uma malha de tecido tubular (manga) na extremidade para melhor manuseio dos parasitóides (Figura 6).

3.5.5. Habilidade de Vôo

Em gaiolas (30 x 30 x 30 cm) foram colocados tubos de plexiglas (10 cm de comprimento) de coração negra sobre placas-de-petri (10 cm de diâmetro) forradas com papel filtro preto (Figura 7). As paredes dos tubos foram cobertas com talco inerte à partir de 3 cm da base para impedir que os parasitóides caminhassem para fora. O espaço sem talco no fundo do tubo serviu de descanso para os parasitóides recém emergidos.

Dois dias antes da emergência, foram colocadas 200 pupas no interior de cada tubo. Durante 5 dias a partir da emergência, os parasitóides que saíram dos tubos foram contados e eliminados e após 5 dias, foram contados os indivíduos que permaneceram no interior dos tubos. Este teste foi feito com pupas do 2º e 8º dia de parasitismo e foram utilizadas 4 repetições para cada tratamento.

3.6. Análise Estatística

Como os dados referentes à porcentagem de emergência, razão sexual, peso de pupas, mortalidade (%) no teste de longevidade de adultos sob estresse e habilidade de vôo não apresentaram distribuição normal, eles foram submetidos à análise de variância não paramétrica (Kruskal – Wallis).



Figura 5. Teste de porcentagem de emergência.

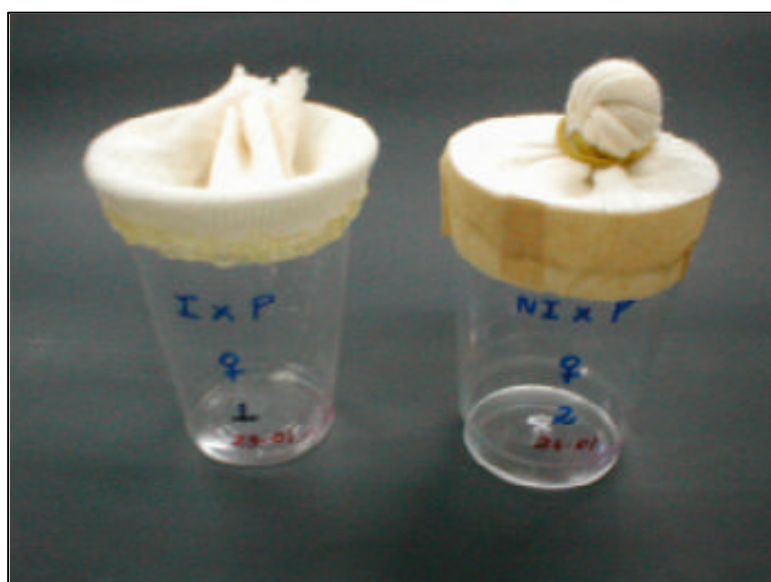
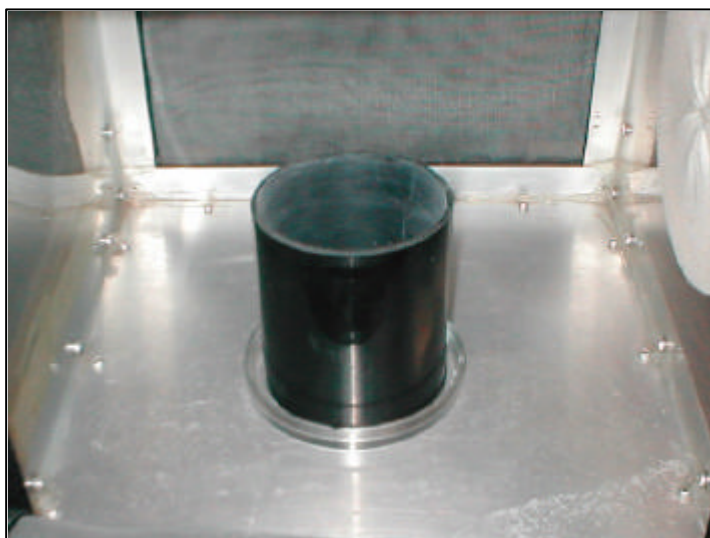


Figura 6. Recipientes utilizados no teste de longevidade sob estresse.



A



B

Figura 7. (A) Tubo de plexiglas no interior da gaiola; (B) Gaiolas usadas no teste de habilidade de voo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Peso de pupas

Houve diferença significativa no peso de pupas com 7 dias de idade provenientes de hospedeiros irradiados e não irradiados com radiação gama nas gerações F2, F3 e F4 e pupas com 13 dias de idade nas gerações F2, F3 e F6 (Tabela 1). Comparando-se as médias, verificou-se que pupas advindas de larvas hospedeiras não irradiadas são mais pesadas, devido à presença de moscas pré-emergentes, no primeiro caso (7 dias) e a menor porcentagem de pupas “vazias” na pesagem ao 13º dia.

Verificou-se ainda que pupas de maior idade são menos pesadas do que as mais jovens, tanto para hospedeiros irradiados como para não irradiados (Tabela 1), o que provavelmente se deva à energia despendida durante o processo metabólico ao longo do período avaliado (7º e 13º dia).

Tabela 1. Peso de pupas de *C. capitata* (média $\pm$ EP) aos 7 e 13 dias de idade contendo *D. longicaudata* no seu interior em dois tratamentos e em 6 gerações (temperatura: 27 $\pm$ 1°C, UR 70 $\pm$ 10% e fotofase: 14 h).

Geração	PESO PUPAL (mg)			
	7 dias de idade		13 dias de idade	
	Não Irradiadas	Irradiadas	Não Irradiadas	Irradiadas
F1	7,2 $\pm$ 0,02 a	7,3 $\pm$ 0,01 a	4,7 $\pm$ 0,01 a	4,3 $\pm$ 0,01 a
F2	6,3 $\pm$ 0,01 a	6,0 $\pm$ 0,01 b	4,4 $\pm$ 0,01 a	4,1 $\pm$ 0,01 b
F3	6,1 $\pm$ 0,01 a	5,6 $\pm$ 0,01 b	3,9 $\pm$ 0,01 a	3,6 $\pm$ 0,01 b
F4	6,5 $\pm$ 0,01 a	5,8 $\pm$ 0,01 b	3,6 $\pm$ 0,01 a	3,4 $\pm$ 0,01 a
F5	6,4 $\pm$ 0,02 a	6,4 $\pm$ 0,02 a	4,3 $\pm$ 0,01 a	4,4 $\pm$ 0,01 a
F6	6,0 $\pm$ 0,01 a	5,8 $\pm$ 0,01 a	3,9 $\pm$ 0,01 a	3,6 $\pm$ 0,01 b

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Kruskal – Wallis ($\alpha = 0,05$). CV (%) 27,04.

4.2. Porcentagem de emergência

A porcentagem de emergência de *D. longicaudata* diferiu estatisticamente entre os hospedeiros irradiados e não irradiados em todas as gerações, com exceção da F5 (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de emergência (média $\pm$ EP) de *D. longicaudata* criado sobre larvas de *C. capitata* não irradiadas e irradiadas com radiação gama em 6 gerações (temperatura: 27 $\pm$ 1°C, UR 70 $\pm$ 10% e fotofase: 14 h).

Geração	EMERGÊNCIA (%)	
	Não Irradiadas	Irradiadas
F1	36,07 $\pm$ 1,97 b	42,27 $\pm$ 1,76 a
F2	29,30 $\pm$ 1,84 b	40,33 $\pm$ 2,26 a
F3	18,07 $\pm$ 1,98 b	25,37 $\pm$ 2,41 a
F4	13,67 $\pm$ 1,02 b	17,97 $\pm$ 1,11 a
F5	16,93 $\pm$ 1,92 a	20,13 $\pm$ 2,39 a
F6	9,83 $\pm$ 1,70 b	14,87 $\pm$ 2,02 a

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Kruskal – Wallis ($\alpha = 0,05$). CV (%) 61,77.

Através das médias, observou-se que a porcentagem de emergência foi maior para parasitóides criados sobre hospedeiros irradiados (Figura 1). Estes resultados estão de acordo com a afirmação de Walder (2002), na qual diz que a irradiação proporciona um maior índice

de parasitismo devido a queda de resistência imunológica das larvas da mosca. Normalmente essa resistência é significativa em hospedeiros normais, mas pode ser enfraquecida em hospedeiros irradiados com radiação gama.

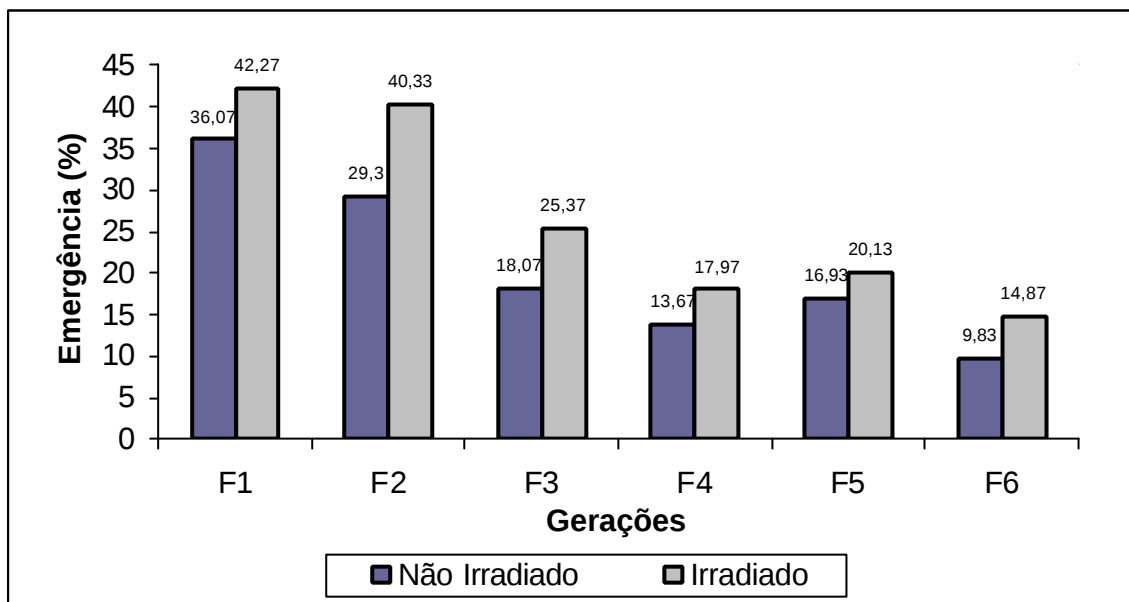


Figura 1. Porcentagem média de emergência de *D. longicaudata* criados sobre larvas de *C. capitata* irradiadas e não irradiadas com radiação gama em 6 gerações (temperatura: $27 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h).

Houve variação no padrão de emergência de parasitóides durante os 10 dias de parasitismo. Na geração F1, os picos de maior porcentagem de emergência em hospedeiros irradiados ocorreram do 2º ao 5º dia de parasitismo, quando as fêmeas estavam com 6 a 9 dias de idade, respectivamente e novamente no 10º dia de parasitismo, quando estas estavam com 14 dias de idade. Para os hospedeiros não irradiados, a maior porcentagem de emergência ocorreu no 2º, 4º e 10º dia de parasitismo, quando as fêmeas estavam com 6, 8 e 14 dias de idade, respectivamente (Figura 2).

Na geração F2 a porcentagem de emergência sobre hospedeiros irradiados foi maior no 1º, 2º, 3º, 8º e 9º dia, quando as fêmeas estavam com as respectivas idades de 5, 6, 7, 12 e

13 dias. Já sobre hospedeiros não irradiados, a emergência foi alta (> 40%) apenas no 3º dia de parasitismo (Figura 2).

Os picos de maior porcentagem de emergência sobre hospedeiros irradiados na geração F3 ocorreram nos primeiros dois dias de parasitismo, enquanto que a porcentagem de emergência sobre os não irradiados ficou abaixo de 40% (Figura 2).

Na geração F4, a porcentagem de emergência de parasitóides ficou abaixo de 30%, mas a maior porcentagem ocorreu no 2º dia de parasitismo para ambos os tratamentos (Figura 3).

Estes resultados foram semelhantes aos de Mendes e Walder (1997), que obtiveram maior eficiência de parasitismo durante os primeiros 15 dias de vida do parasitóide. Segundo Walder (2002), o período de maior eficiência de parasitismo é do 5º ao 12º dia de idade da fêmea.

Na geração F5, os picos de maior porcentagem de emergência ocorreram no 3º dia de parasitismo para ambos os tratamentos, enquanto que na geração F6, a maior porcentagem ocorreu no 4º dia (Figura 3). A redução na porcentagem de emergência ao longo das gerações talvez possa ser explicada pela baixa qualidade das larvas hospedeiras. De acordo com Messing et al. (1993), as condições das larvas de tefritídeos usadas durante a criação são fatores que influenciam a porcentagem de emergência dos Opiinae, portanto, a variação das porcentagens de emergência verificada ao longo das seis gerações, certamente foi devida a igual variação ocorrida na qualidade das larvas hospedeiras produzidas.

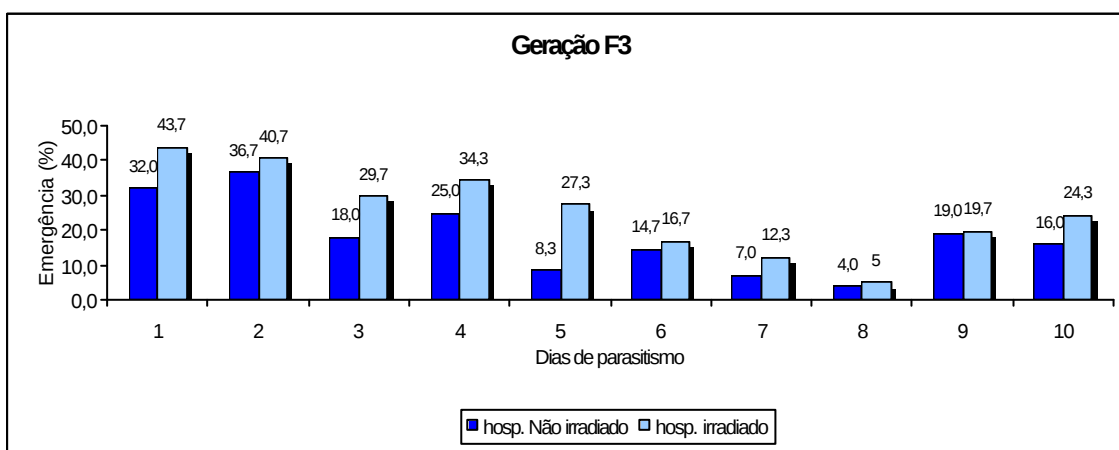
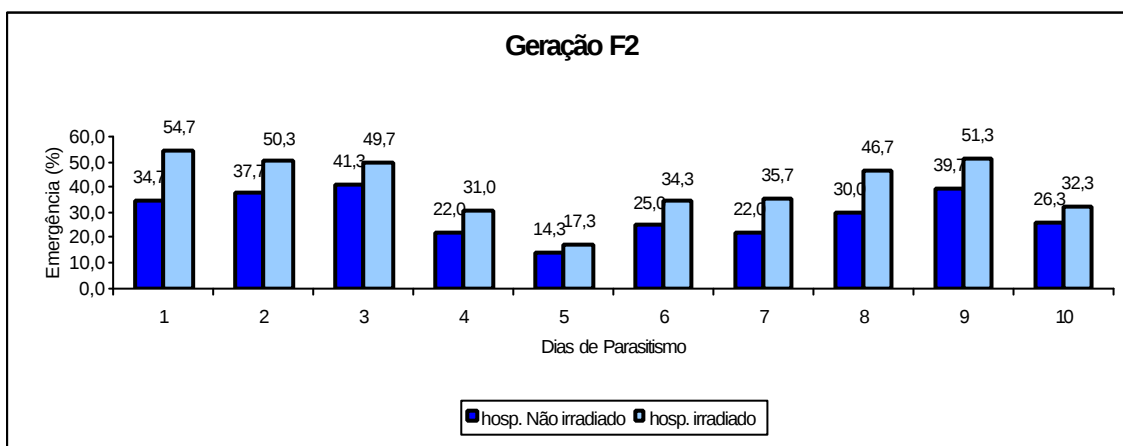
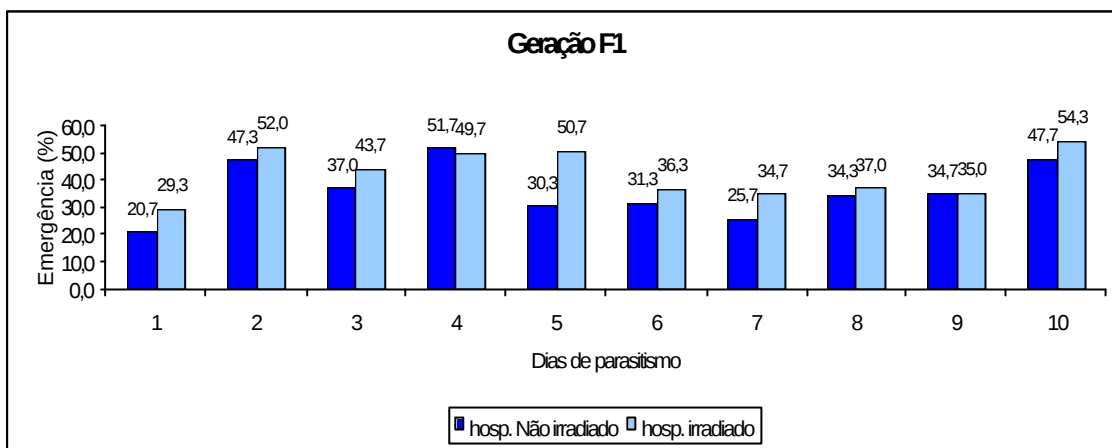


Figura 2. Porcentagem média de emergência de *D. longicaudata* sobre larvas de *C. capitata* irradiadas e não irradiadas com radiação gama nos 10 dias de parasitismo nas gerações F1, F2 e F3 (temperatura: $27 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h).

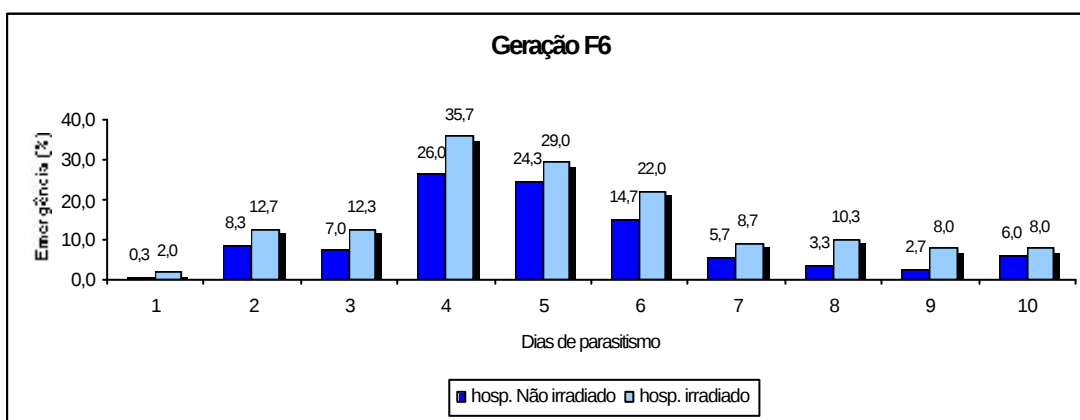
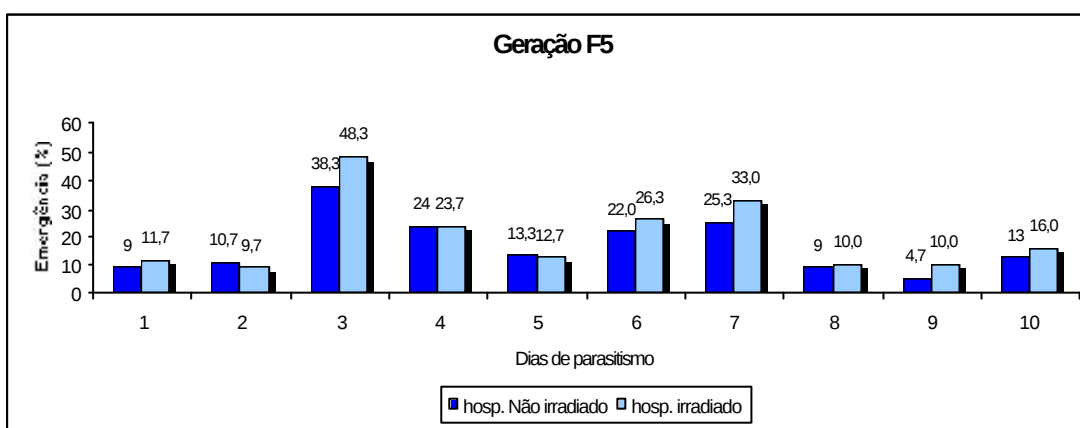
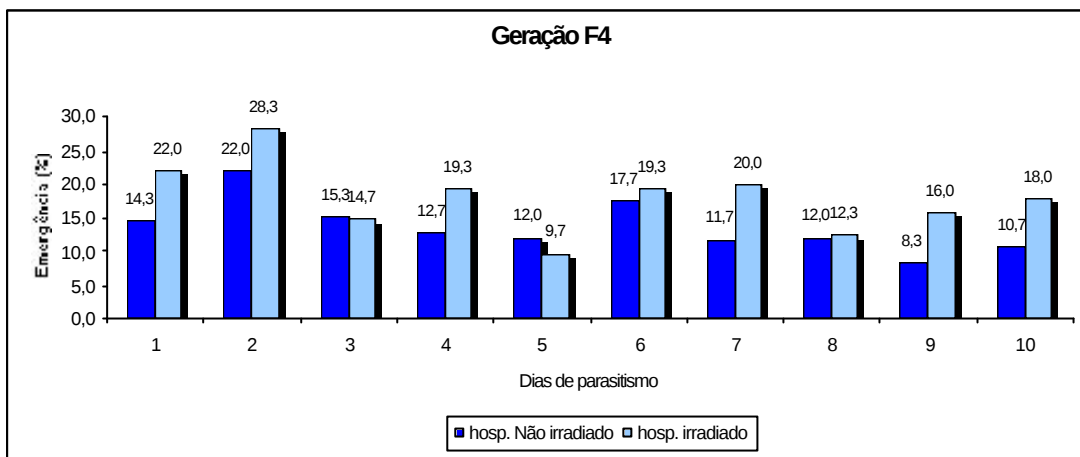


Figura 3. Porcentagem média de emergência de *D. longicaudata* sobre larvas de *C. capitata* irradiadas e não irradiadas com radiação gama nos 10 dias de parasitismo nas gerações F4, F5 e F6 (temperatura: $27 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h).

4.3. Razão sexual

Não houve diferenças significativas na razão sexual entre os tratamentos irradiados e não irradiados dentro de cada geração (Tabela 3). Observando-se as médias, foi possível verificar uma maior porcentagem de emergência de fêmeas nos dois tratamentos e em todas as gerações.

O objetivo dos programas de controle biológico é conseguir multiplicar os parasitóides em laboratório obtendo-se a maior proporção possível de fêmeas (WATANABE, 1996). Neste caso, foi possível obter maior porcentagem de parasitóides fêmeas em laboratório em ambos os tratamentos, descartando a possibilidade de a radiação gama poder influenciar a razão sexual do parasitóide.

Tabela 3. Razão sexual de *D. longicaudata* criado sobre larvas de *C. capitata* não irradiadas e irradiadas com radiação gama em 6 gerações (temperatura: $27 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h).

Geração	RAZÃO SEXUAL (Média $\pm$ EP)	
	Não Irradiadas	Irradiadas
F1	$0,71 \pm 0,03$ a	$0,72 \pm 0,03$ a
F2	$0,69 \pm 0,02$ a	$0,67 \pm 0,02$ a
F3	$0,61 \pm 0,03$ a	$0,65 \pm 0,03$ a
F4	$0,57 \pm 0,03$ a	$0,55 \pm 0,03$ a
F5	$0,65 \pm 0,03$ a	$0,71 \pm 0,03$ a
F6	$0,54 \pm 0,05$ a	$0,56 \pm 0,04$ a

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Kruskal – Wallis ($\alpha = 0,05$). CV (%) 28,29.

4.3. Longevidade de adultos sob estresse

A porcentagem de machos mortos 24 horas após a emergência diferiu estatisticamente entre os tratamentos apenas na geração F1, onde a mortalidade foi maior sobre hospedeiros não irradiados. Para as fêmeas, houve diferença entre os tratamentos nas gerações F1 e F2. Para ambas as gerações, a porcentagem de fêmeas mortas foi maior sobre hospedeiros irradiados (Tabela 4, Figura 4).

Tabela 4. Porcentagem de mortalidade (média $\pm$ EP) de *D. longicaudata* (24 h após emergência) criado sobre larvas de *C. capitata* não irradiadas e irradiadas com radiação gama no teste de longevidade sob estresse (temperatura: $27 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h).

GERAÇÃO	MACHOS		FÊMEAS	
	Não Irradiados	Irradiados	Não Irradiados	Irradiados
P	$3,33 \pm 2,40$ a	$14,00 \pm 3,46$ a	$12,00 \pm 6,00$ a	$31,33 \pm 5,21$ a
F1	$16,00 \pm 1,15$ a	$6,67 \pm 0,67$ b	$3,33 \pm 0,67$ b	$13,33 \pm 3,71$ a
F2	$38,00 \pm 1,63$ a	$34,00 \pm 11,14$ a	$41,33 \pm 4,06$ b	$52,67 \pm 2,67$ a
F3	$46,55 \pm 6,08$ a	$42,00 \pm 15,01$ a	$20,25 \pm 14,49$ a	$62,67 \pm 10,09$ a
F4	$4,00 \pm 3,27$ a	$26,17 \pm 4,00$ a	$34,00 \pm 0,00$ a	$26,67 \pm 11,22$ a
F5	$14,67 \pm 2,91$ a	$11,33 \pm 4,06$ a	$28,30 \pm 5,14$ a	$10,00 \pm 6,11$ a
F6	$13,67 \pm 4,98$ a	$29,33 \pm 3,71$ a	$14,67 \pm 7,69$ a	$12,70 \pm 5,20$ a

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Kruskal – Wallis ($\alpha = 0,05$). CV (%) 78,31.

Não houve diferença estatística na mortalidade de adultos 48 horas após a emergência entre os tratamentos irradiados e não irradiados para ambos os sexos (Tabela 5, Figura 4).

Tabela 5. Porcentagem de mortalidade (média $\pm$ EP) de *D. longicaudata* (48 h após emergência) criado sobre larvas de *C. capitata* não irradiadas e irradiadas com radiação gama no teste de longevidade sob estresse (temperatura: $27 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h).

GERAÇÃO	MACHOS		FÊMEAS	
	Não Irradiados	Irradiados	Não Irradiados	Irradiados
P	$38,67 \pm 2,91$ a	$56,67 \pm 8,51$ a	$51,33 \pm 6,36$ a	$54,67 \pm 5,21$ a
F1	$43,33 \pm 6,36$ a	$40,67 \pm 1,33$ a	$66,00 \pm 5,03$ a	$72,00 \pm 3,06$ a
F2	$50,00 \pm 0,00$ a	$44,00 \pm 2,00$ a	$52,67 \pm 4,67$ a	$44,00 \pm 4,00$ a
F3	$33,80 \pm 15,02$ a	$33,33 \pm 12,45$ a	$58,50 \pm 5,31$ a	$28,67 \pm 11,10$ a
F4	$33,00 \pm 4,08$ a	$49,67 \pm 10,04$ a	$42,00 \pm 0,00$ a	$60,67 \pm 6,96$ a
F5	$44,67 \pm 10,73$ a	$48,00 \pm 5,77$ a	$64,00 \pm 8,16$ a	$52,00 \pm 6,11$ a
F6	$43,07 \pm 11,95$ a	$26,00 \pm 7,02$ a	$36,00 \pm 8,33$ a	$37,40 \pm 7,45$ a

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Kruskal – Wallis ($\alpha = 0,05$). CV (%) 33,05.

A porcentagem de machos mortos 72 horas após a emergência diferiu estatisticamente entre os tratamentos irradiados e não irradiados somente nas gerações P e F1 (Tabela 6, Figura 4). Na geração P a porcentagem de machos mortos foi mais alta sobre hospedeiros não irradiados e na geração F1 sobre hospedeiros irradiados. Houve diferença significativa na mortalidade de fêmeas entre os tratamentos nas gerações P e F1, onde ocorreu maior porcentagem de fêmeas mortas sobre hospedeiros não irradiados em ambas as gerações.

Tabela 6. Porcentagem de mortalidade (média $\pm$ EP) de *D. longicaudata* (72 h após emergência) criado sobre larvas de *C. capitata* não irradiadas e irradiadas com radiação gama no teste de longevidade sob estresse (temperatura: $27 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h).

GERAÇÃO	MACHOS		FÊMEAS	
	Não Irradiados	Irradiados	Não Irradiados	Irradiados
P	41,33 $\pm$ 1,33 a	22,00 $\pm$ 4,16 b	33,33 $\pm$ 3,53 a	14,00 $\pm$ 0,00 b
F1	33,33 $\pm$ 6,77 b	49,33 $\pm$ 2,91 a	28,67 $\pm$ 3,71 a	14,67 $\pm$ 0,67 b
F2	11,00 $\pm$ 2,45 a	20,67 $\pm$ 11,79 a	6,00 $\pm$ 1,15 a	3,33 $\pm$ 1,33 a
F3	15,70 $\pm$ 9,27 a	4,00 $\pm$ 2,00 a	8,00 $\pm$ 1,63 a	6,67 $\pm$ 0,67 a
F4	52,00 $\pm$ 0,00 a	20,33 $\pm$ 5,85 a	20,00 $\pm$ 0,00 a	10,00 $\pm$ 3,06 a
F5	32,67 $\pm$ 7,06 a	35,33 $\pm$ 5,70 a	5,85 $\pm$ 1,51 a	26,00 $\pm$ 11,37 a
F6	34,67 $\pm$ 13,28 a	39,33 $\pm$ 8,74 a	45,33 $\pm$ 5,93 a	41,50 $\pm$ 3,69 a

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Kruskal – Wallis ($\alpha = 0,05$). CV (%) 68,07.

Embora tenha havido diferenças na longevidade sob estresse em parasitóides criados em larvas irradiadas e não irradiadas (7 em 42 possibilidades), na maioria das possibilidades (35) não houve diferença entre hospedeiros irradiados e hospedeiros não irradiados, comprovando, portanto, que o tratamento com radiação gama aplicado nos hospedeiros não interfere na longevidade dos parasitóides produzidos.

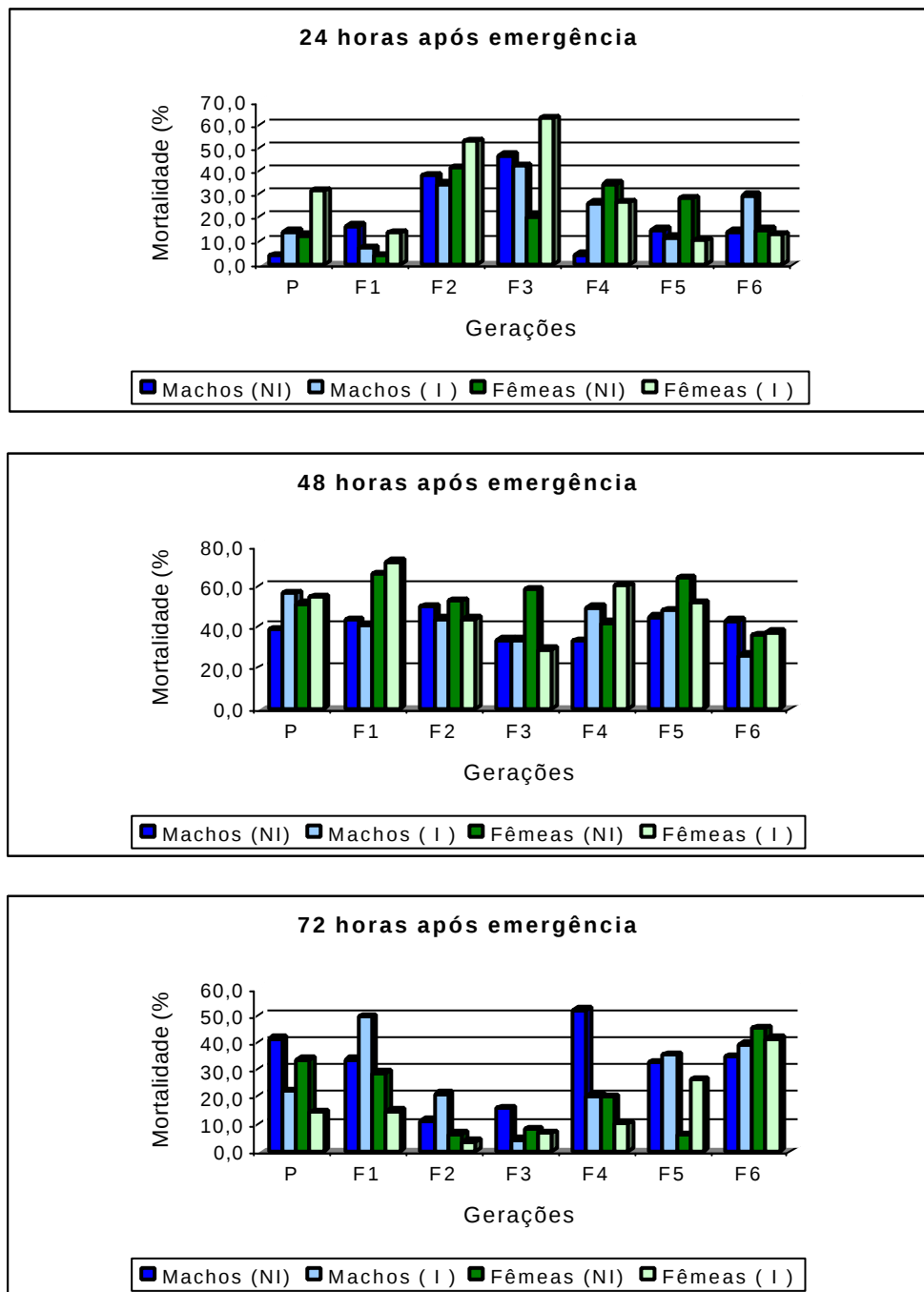


Figura 4. Porcentagem média de mortalidade de parasitóides (24, 48 e 72 horas após emergência) criados sobre hospedeiros não irradiados (NI) e irradiados (I) com radiação gama sob ausência de água e alimento em 7 gerações (temperatura: $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h).

4.4. Habilidade de vôo

Não houve diferença significativa no percentual de parasitóides “voadores” emergidos de pupas obtidas de larvas expostas aos parasitóides no 2º dia para os tratamentos irradiado e não irradiado em todas as gerações (Tabela 7, Figura 5).

Tabela 7. Porcentagem de adultos (média $\pm$ EP) de *D. longicaudata* “voadores” emergidos de pupas de *C. capitata* do 2º dia de exposição das larvas aos parasitóides nos dois tratamentos (temperatura: $27 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h).

Geração	TESTE DE HABILIDADE DE VÔO	
	% de voadores	
	Não Irradiadas	Irradiadas
F1	30,70 $\pm$ 3,47 a	35,00 $\pm$ 3,41 a
F2	39,00 $\pm$ 1,90 a	38,00 $\pm$ 3,88 a
F3	56,00 $\pm$ 3,74 a	45,80 $\pm$ 2,71 a
F4	43,50 $\pm$ 3,45 a	50,00 $\pm$ 3,75 a
F5	43,20 $\pm$ 3,85 a	33,90 $\pm$ 4,68 a
F6	59,80 $\pm$ 2,92 a	53,10 $\pm$ 6,95 a

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Kruskal – Wallis ($\alpha = 0,05$). “Voadores” : CV (%) 66,74.

A porcentagem de adultos “voadores” emergidos de pupas obtidas de larvas expostas aos parasitóides no 8º dia (Tabela 8, Figura 6) apresentou diferença significativa entre os tratamentos apenas na geração F1, onde a porcentagem foi maior sobre hospedeiros irradiados.

Tabela 8. Porcentagem de adultos (média $\pm$ EP) de *D. longicaudata* “voadores” emergidos de pupas de *C. capitata* do 8º dia de exposição das larvas aos parasitóides em dois tratamentos (temperatura: $27 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h).

Geração	TESTE DE HABILIDADE DE VÔO	
	% de voadores	
	Não Irradiadas	Irradiadas
F1	48,90 $\pm$ 13,74 b	83,30 $\pm$ 2,37 a
F2	40,20 $\pm$ 3,59 a	50,50 $\pm$ 5,80 a
F3	46,30 $\pm$ 13,39 a	60,20 $\pm$ 6,11 a
F4	79,70 $\pm$ 11,79 a	74,30 $\pm$ 2,88 a
F5	52,40 $\pm$ 7,82 a	54,50 $\pm$ 8,91 a
F6	40,00 $\pm$ 5,11 a	54,40 $\pm$ 7,98 a

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Kruskal – Wallis ($\alpha = 0,05$). “Voadores” : CV(%) 66,74.

Pelos resultados obtidos, ainda que tenham havido, esporadicamente, diferenças no teste de habilidade de vôo em parasitóides criados sobre hospedeiros irradiados e não irradiados ao longo das gerações, na maioria das gerações não houve diferença entre os tratamentos, podendo-se concluir, portanto, que o tratamento das larvas hospedeiras com radiação gama no processo de criação dos parasitóides não interfere na sua habilidade de vôo.

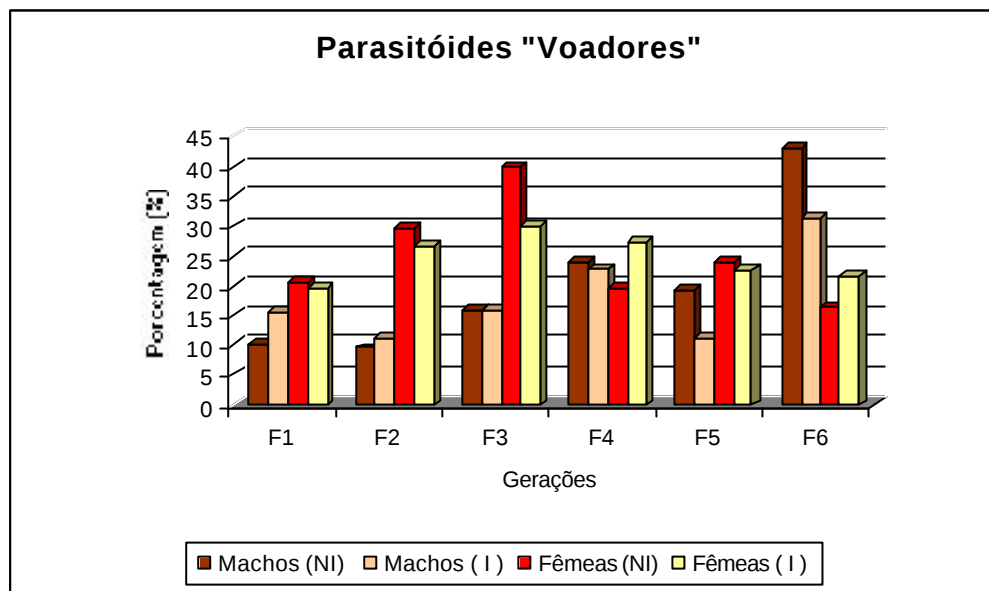


Figura 5. Porcentagem média de *D. longicaudata* emergidos de pupas de *C. capitata* do 2º dia de exposição das larvas aos parasitóides e capturados fora (“voadores”) das unidades – teste nos tratamentos não irradiados (NI) e irradiados (I) (temperatura: $27 \pm 1^\circ \text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h).

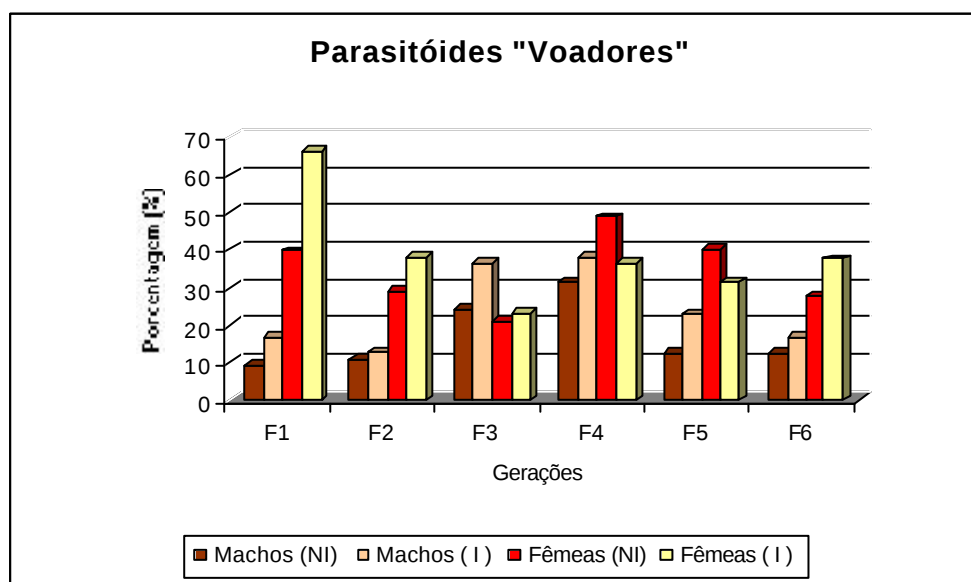


Figura 6. Porcentagem média de *D. longicaudata* emergidos de pupas de *C. capitata* do 8º dia de exposição das larvas aos parasitóides e capturados fora (“voadores”) das unidades – teste nos tratamentos não irradiados (NI) e irradiados (I) (temperatura: $27 \pm 1^\circ \text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h).

5. CONCLUSÕES

- A irradiação das larvas hospedeiras proporciona maior índice de parasitismo resultando em maior porcentagem de emergência de *Diachasmimorpha longicaudata* sobre *Ceratitis capitata*.
- A razão sexual do parasitóide não é influenciada pelo tratamento dos hospedeiros com radiação gama durante o processo de criação em laboratório.
- A longevidade dos parasitóides sob estresse não é afetada pela radiação gama que os hospedeiros recebem durante o processo de criação em laboratório.
- A habilidade de vôo dos parasitóides não é afetada pela radiação gama que os hospedeiros recebem durante a criação em laboratório.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. São Paulo: FNP, 2002. 500 p.

ALUJA, M.; GUILLEN, J.; LIEPO, P.; CABRERA, M.; RIOS, E.; DE LA ROSA, G.; CELENDONIO, H.; MOTA, D. Fruit infesting tephritids (Diptera: Tephritidae) and associated parasitoids in Chiapas, Mexico. **Entomophaga**, Paris, v.35, n.1, p. 39 – 48, 1990.

ANTOLIN, M. F.; ODE, P. J.; STRAND, M. R. Variable sex ratio and ovicide in na outbreeding parasitic wasp. **Animal Behavior**, v.49, n.3, p. 589 – 600, 1995.

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**, v.24, n.4, p. 363 – 369, 1979.

AVILLA, J.; ALBAJES, R. The influence of female age and host size on the sex ratio of the parasitoid *Opus concolor*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.35, p. 43 – 47, 1984.

BAUTISTA, R. C.; HARRIS, E. J.; LAWRENCE, P. O. Biology and rearing of fruit fly parasitoid *Biosteres arisanus*: Clues to insectary propagation. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.89, n.1, p. 79 – 85, 1998.

BISPO, S. W. P. Longevidade e reprodução de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) (Hymenoptera: Braconidae) criado em larvas de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae). **Dissertação de Mestrado**, UFBA, Cruz das Almas, Bahia, 1999. 44 p.

CANCINO, J. L. Biología y comportamiento de *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) parasitoide de moscas de la fruta. In: **Curso regional sobre moscas de la fruta y su control em areas grandes com enfasis em la técnica del insecto estéril**, Tapachula, Chiapas, p. 89 – 96, 1997.

CARVALHO, R. S. *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae): Dados biológicos do parasitóide exótico de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae): I. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 16, Salvador, 1997. **Resumos ...** Salvador, p. 96, 1997.

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S. Criação e utilização de *Diachasmimorpha longicaudata* para controle biológico de moscas-das-frutas (Tephritidae). In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (eds.). **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**, São Paulo: Manole, 1ª ed., p. 165 – 179, 2002.

DOUTT, R. I. Características biológicas de los adultos entomófagos. En: **Control biologic de las plagas de insectos y malas hierbas**. P. de Beach, Mexico, p. 179 – 204, 1964.

FAO/IAEA – USDA. **Product quality control, irradiation and shipping procedures for mass – reared tephritid fruit flies for sterile insect release programs**. Vienna, Austria, 1998. 50 p. Disponível em: <<http://www.iaea.or.at/programmes/nafa/d4/index.html>> Acesso em: 23 ago. 2001.

GREANY, P. D.; ASHLEY, T. R.; BARANOWSKI, R. M.; CHAMBERS, D. L. Rearing and life history studies on *Biosteres (Opius) longicaudatus* (Hymenoptera: Braconidae).

Entomophaga, v.21, n.2, p. 207 – 215, 1976.

HARAMOTO, F. H. The biology of *Opius oophilus* Fullaway (Braconidae: Hymenoptera).

Thesis, University of Hawaii, 1953.

HARDY, I. C. W.; GODFRAY, H. C. J. Estimating the frequency of constrained sex allocation in field populations of hymenoptera. **Behavior**, v.114, n.1- 4, p. 137 – 147, 1990.

JIMÉNEZ, A.; CASTILLO, E. *Biosteres longicaudatus* (Ashmead), um parasitoide de las moscas de las frutas. Su cria y posibilidades de empleo em control biológico. **Bol. San. Veg. Plagas**, v.18, p. 139 – 148, 1992.

LAING, J. E.; HAMAI, J. Biological control of insect pest and weeds by imported parasites, predators and pathogens. In: HUFFAKER, C. B.; MESSENGER, P. S. (ed.). **Theory and practice of biological control**, New York, Academic Press, p. 685 – 743, 1976.

LAWRENCE, P. O.; BARANOWSKI, R. M.; GREANY, P. D. Effect age on development of *Biosteres longicaudatus* a parasitoid of the caribbean fruit fly *Anastrepha suspensa*. **The Florida Entomologist**, v.59, n.1, p. 33 – 39, 1976.

LEONEL JR., F. L. Espécies de Braconidae (Hymenoptera) parasitóides de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no Brasil. **Dissertação de Mestrado**, ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, 1991. 83 p.

LÓPEZ, E. T. Efecto de la edad del huésped sobre la preferencia y el parasitismo de *Biosteres longicaudatus* em larvas de *Anastrepha ludens* (Loew) y *Musca domestica* (Linn.). **Tesis Ingeniero Agronomo**, Universidad de Tamaulipas, 1983.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (eds.). **Moscas -das-frutas de importância econômica no Brasil: Conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 1999. 327 p.

MARTINEZ, L. M. Parasitismo, supervivencia e reproducción de *Diachasmimorpha longicaudata* parasitoide de moscas de la fruta. **Tesis de Maestria**. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Mexico, 1992.

MATRANGOLO, W. J. R.; NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S.; MELO, E. D.; JESUS, M. Parasitoids of fruit flies (Diptera: Tephritidae) associated with tropical fruits. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, n.4, p. 593 – 603, 1998.

MENDES, P. C. D.; WALDER, J. M. M. Eficiência do parasitismo em pré-pupas de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Diptera: Tephritidae) em função da idade de *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 16, Salvador, 1997. **Resumos ...** Salvador, p. 67, 1997.

MESSING, R. H.; KLUNGNESS, L. M.; PURCELL, M.; WONG, T. T. Y. Quality control parameters of mass-reared opiine parasitoids used in augmentative biological control of tephritid fruit flies in Hawaii. **Biological Control**, v.13, p. 140 – 147, 1993.

NASCIMENTO, A. S. *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae): Dados biológicos do parasitoide exótico de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae): II. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 16, Salvador, 1997. **Resumos ...** Salvador, p. 96, 1997.

PETCHARAT, J. Biology of *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae): A larval – pupal parasitoid of the oriental fruit fly *Bractocera papayae* Drew & Hancock. **Kaen – Kaset – Khon – Kaen – Agriculture – Journal**, v.25, n.1, p. 30 – 35, 1997.

RAMADAN, M. M.; WONG, T. T. Y.; BEARDSLEY, J. W. Survivoship, potential, and realized fecundity of *Biosteres tryoni* (Hymenoptera: Braconidae), a larval parasitoid of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Entomophaga**, v.34, n.3, p. 291 – 297, 1989.

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

SALAZAR, L.R.; DIAZ, C. J. L.; AGUILA, J. M.; OCHOA, H. E.; TORRES, R. S.; OROSCO, M. Cria masiva del parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata*. **Vida Tephritidae**, n.13, p. 1 – 10, 1994.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D. et al. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Ceres, 1976. 419 p.

SIVINSKI, J.; WEBB, J. C. A cousting signals produced during courtship in *Diachasmimorpha longicaudata* and others braconidae. **Annals of the Entomological Society of America**, v.82, n.1, p. 116 – 120, 1989.

SIVINSKI, J.; SMITTLE, B. Effects of gamma radiation on the development of the caribbean fruit fly (*Anastrepha suspensa*) and the subsequent development of its parasite *Diachasmimorpha longicaudata*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.55, n.3, p. 295 – 297, 1990.

WALDER, J. M. M.; LOPES, L. A.; COSTA, M. L. Z.; SESSO, J. N.; TONIN, G.; CARVALHO, M. L.; LARA, P. P. Criação e liberação do Parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) para controle de moscas-das-frutas no estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v.16, n.1, p. 149 – 153, 1995.

WALDER, J. M. M. Produção de moscas-das-frutas e seus inimigos naturais: Associação de moscas estéreis e controle biológico. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (eds.). **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**, São Paulo: Manole, 1ª ed., p. 181 - 190, 2002.

WATANABE, M. A. Fatores que afetam a razão sexual em himenópteros parasitóides e suas implicações no controle biológico de pragas. Jaguariúna: EMBRAPA- CNPMA, 1996. 14 p. **(Mimeografado).**

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 *Biosteres tryoni* (Hymenoptera: Braconidae), a larval parasitoid of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.83, n.3, p. 779 – 783, 1990.

Apêndice 1. Porcentagem de emergência de *D. longicaudata* criado sobre larvas de *C. capitata* não irradiadas com radiação gama nos 10 dias de parasitismo (temperatura: $27 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h).

Dias de parasitismo	% DE EMERGÊNCIA (Média $\pm$ EP)					
	Não Irradiadas					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	20,6 $\pm$ 2,40	34,6 $\pm$ 2,03	32,0 $\pm$ 5,29	14,3 $\pm$ 1,76	9,0 $\pm$ 1,53	0,3 $\pm$ 0,33
2	47,3 $\pm$ 2,85	37,6 $\pm$ 2,33	36,6 $\pm$ 1,76	22,0 $\pm$ 2,65	10,6 $\pm$ 1,76	8,3 $\pm$ 3,28
3	37,0 $\pm$ 2,52	41,3 $\pm$ 3,53	18,0 $\pm$ 3,06	15,3 $\pm$ 3,84	38,3 $\pm$ 5,33	7,0 $\pm$ 1,53
4	51,6 $\pm$ 1,67	22,0 $\pm$ 2,89	25,0 $\pm$ 1,53	12,6 $\pm$ 2,33	24,0 $\pm$ 2,08	26,0 $\pm$ 2,08
5	30,3 $\pm$ 2,33	14,3 $\pm$ 3,18	8,3 $\pm$ 0,88	12,0 $\pm$ 1,53	13,3 $\pm$ 1,76	24,3 $\pm$ 3,93
6	31,3 $\pm$ 3,53	25,0 $\pm$ 4,51	14,7 $\pm$ 1,86	17,6 $\pm$ 2,33	22,0 $\pm$ 3,51	14,6 $\pm$ 2,33
7	25,6 $\pm$ 4,10	22,0 $\pm$ 6,24	7,0 $\pm$ 2,65	11,6 $\pm$ 4,33	25,3 $\pm$ 1,33	5,6 $\pm$ 1,20
8	34,3 $\pm$ 2,60	30,0 $\pm$ 4,51	4,0 $\pm$ 1,15	12,0 $\pm$ 0,00	9,0 $\pm$ 1,15	3,3 $\pm$ 0,88
9	34,6 $\pm$ 5,90	39,6 $\pm$ 1,33	19,0 $\pm$ 2,00	8,3 $\pm$ 2,91	4,6 $\pm$ 0,33	2,6 $\pm$ 0,67
10	47,6 $\pm$ 2,33	26,3 $\pm$ 3,93	16,0 $\pm$ 1,00	10,6 $\pm$ 4,18	13,0 $\pm$ 1,53	6,0 $\pm$ 1,53

Apêndice 2. Porcentagem de emergência de *D. longicaudata* criado sobre larvas de *C. capitata* irradiadas com radiação gama nos 10 dias de parasitismo (temperatura: $27 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h).

Dias de parasitismo	% DE EMERGÊNCIA (Média $\pm$ EP)					
	Irradiadas					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1	29,3 $\pm$ 3,93	54,6 $\pm$ 2,40	43,6 $\pm$ 7,88	22,0 $\pm$ 1,53	11,6 $\pm$ 0,67	2,0 $\pm$ 0,00
2	52,0 $\pm$ 1,53	50,3 $\pm$ 2,33	40,6 $\pm$ 2,60	28,3 $\pm$ 3,48	9,6 $\pm$ 1,20	12,6 $\pm$ 0,88
3	43,6 $\pm$ 4,41	49,6 $\pm$ 4,18	29,6 $\pm$ 2,03	14,6 $\pm$ 0,88	48,3 $\pm$ 4,10	12,3 $\pm$ 2,03
4	49,6 $\pm$ 1,45	31,0 $\pm$ 4,04	34,3 $\pm$ 5,61	19,3 $\pm$ 2,33	23,6 $\pm$ 4,67	35,6 $\pm$ 2,03
5	50,6 $\pm$ 2,03	17,3 $\pm$ 2,33	27,3 $\pm$ 4,91	9,6 $\pm$ 2,19	12,6 $\pm$ 1,76	29,0 $\pm$ 8,72
6	36,3 $\pm$ 2,96	34,3 $\pm$ 0,67	16,6 $\pm$ 1,76	19,3 $\pm$ 1,20	26,3 $\pm$ 6,36	22,0 $\pm$ 0,58
7	34,6 $\pm$ 4,81	35,6 $\pm$ 2,40	12,3 $\pm$ 0,88	20,0 $\pm$ 3,00	33,0 $\pm$ 1,15	8,6 $\pm$ 0,88
8	37,0 $\pm$ 1,00	46,6 $\pm$ 4,67	5,0 $\pm$ 0,58	12,3 $\pm$ 2,03	10,0 $\pm$ 0,58	10,3 $\pm$ 0,33
9	35,0 $\pm$ 2,89	51,3 $\pm$ 1,86	19,6 $\pm$ 2,33	16,0 $\pm$ 3,61	10,0 $\pm$ 3,00	8,0 $\pm$ 0,58
10	54,3 $\pm$ 3,38	32,3 $\pm$ 3,84	24,3 $\pm$ 4,26	18,0 $\pm$ 1,53	16,0 $\pm$ 1,00	8,0 $\pm$ 0,58

Apêndice 3. Porcentagem de *D. longicaudata* emergidos de pupas de *C. capitata* do 2º dia de exposição das larvas aos parasitóides e capturados em diferentes locais das unidades – teste em dois tratamentos (temperatura: $27 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h)

Geração	Habilidade de Voo (Média $\pm$ EP)					
	Não Irradiados			Irradiados		
	% de Voadores		% de Não Voadores	% de Voadores		% de Não Voadores
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
F1	10,2 $\pm$ 1,94	20,5 $\pm$ 2,53	15,6 $\pm$ 1,80	53,7 $\pm$ 4,56	16,6 $\pm$ 1,33	19,5 $\pm$ 3,62
F2	9,5 $\pm$ 0,87	29,5 $\pm$ 2,31	19,6 $\pm$ 3,01	41,4 $\pm$ 1,78	11,2 $\pm$ 2,09	26,8 $\pm$ 3,40
F3	16,0 $\pm$ 2,10	40,0 $\pm$ 3,69	10,0 $\pm$ 2,86	34,0 $\pm$ 4,18	15,9 $\pm$ 2,45	29,9 $\pm$ 4,02
F4	23,8 $\pm$ 2,01	19,7 $\pm$ 3,26	36,8 $\pm$ 1,78	19,7 $\pm$ 2,00	22,7 $\pm$ 5,34	27,3 $\pm$ 2,24
F5	19,3 $\pm$ 17,41	23,9 $\pm$ 16,07	26,5 $\pm$ 6,26	30,3 $\pm$ 3,44	11,3 $\pm$ 4,46	22,6 $\pm$ 3,78
F6	43,4 $\pm$ 8,55	16,4 $\pm$ 6,46	27,3 $\pm$ 2,94	12,9 $\pm$ 5,74	31,5 $\pm$ 3,11	21,6 $\pm$ 7,46
					28,4 $\pm$ 3,62	18,5 $\pm$ 4,09

Apêndice 4. Porcentagem de *D. longicaudata* emergidos de pupas de *C. capitata* do 8º dia de exposição das larvas aos parasitóides e capturados em diferentes locais das unidades – teste em dois tratamentos (temperatura: $27 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase: 14 h)

Geração	Habilidade de Voo (Média $\pm$ EP)					
	Não Irradiados			Irradiados		
	% de Voadores		% de Não Voadores	% de Voadores		% de Não Voadores
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
F1	9,1 $\pm$ 1,77	39,8 $\pm$ 12,1	11,0 $\pm$ 2,39	40,1 $\pm$ 12,85	16,6 $\pm$ 3,83	66,7 $\pm$ 2,41
F2	10,9 $\pm$ 1,41	29,3 $\pm$ 3,85	13,2 $\pm$ 2,57	46,8 $\pm$ 1,69	12,6 $\pm$ 1,90	37,9 $\pm$ 5,42
F3	24,0 $\pm$ 17,72	22,3 $\pm$ 14,20	20,5 $\pm$ 5,95	33,2 $\pm$ 6,77	36,7 $\pm$ 3,91	23,5 $\pm$ 4,11
F4	31,2 $\pm$ 2,99	48,5 $\pm$ 4,35	5,3 $\pm$ 2,46	15,0 $\pm$ 2,17	37,8 $\pm$ 2,16	36,5 $\pm$ 1,21
F5	12,5 $\pm$ 7,97	39,9 $\pm$ 13,24	10,4 $\pm$ 6,25	37,2 $\pm$ 13,72	22,9 $\pm$ 9,54	31,6 $\pm$ 13,66
F6	12,4 $\pm$ 1,83	27,6 $\pm$ 4,42	29,0 $\pm$ 6,07	31,0 $\pm$ 2,55	16,9 $\pm$ 3,89	37,5 $\pm$ 6,43
					19,9 $\pm$ 4,02	25,7 $\pm$ 5,00