



CNEN/SP



BR99H0128

**ipen** Instituto de Pesquisas  
Energéticas e Nucleares

AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE  
DE SÃO PAULO

INIS-BR--3724

**INCIDÊNCIA DE MOSCAS-DAS-FRUTAS EM CAFÉ E CITROS  
E TRATAMENTO QUARENTENÁRIO DE FRUTOS CÍTRICOS  
COM RADIAÇÃO GAMA**

**ADALTON RAGA**

Tese apresentada como parte dos  
requisitos para obtenção do Grau de  
Doutor em Ciências na Área de Tecnologia  
Nuclear.

**Orientador:**  
Prof. Dr. Valter Arthur

30 - 20

São Paulo

30 - 20

1996

*h*

**This page(s) is (are) intentionally left blank.**

# INCIDÊNCIA DE MOSCAS-DAS-FRUTAS EM CAFÉ E CITROS E TRATAMENTO QUARENTENÁRIO DE FRUTOS CÍTRICOS COM RADIAÇÃO GAMA

Adalton Raga

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a infestação de moscas-das-frutas em café e citros, e também conduzir irradiações sobre formas imaturas de *Ceratitis capitata* e *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae), em dieta artificial e/ou frutos cítricos, visando dar subsídios ao tratamento quarentenário. As variedades de café (*Coffea arabica*) 'Icatu Vermelho', 'Catuaí Vermelho', 'Mundo Novo' e 'Sarchimor' apresentaram os maiores valores de índice de infestação de moscas-das-frutas, com base em número de pupas/fruto (0,53; 0,41; 0,33 e 0,36, respectivamente). As variedades 'Icatu Vermelho' e 'Catuaí Vermelho' mostraram os maiores valores de índice de infestação em pupas/peso (0,49 e 0,39, respectivamente), enquanto 'Robusta' (*Coffea canephora*) registrou o menor valor (0,01). As moscas-das-frutas encontradas em frutos de café foram: *C. capitata* (75,6%), *Anastrepha* spp. (7,4%) e Lonchaeidae (17,0%). Em área próxima a cafezal, a infestação média de moscas-das-frutas em laranja 'Pera' foi de 4,77 larvas/kg de fruta e 0,55 larva/fruto. Em laranja 'Pera' de cinco municípios paulistas, houve uma infestação que variou de 0,73 a 7,60 pupas/kg de fruta e de 0,12 a 1,27 pupa/fruto. As moscas-das-frutas encontradas em frutos cítricos foram: *C. capitata*, *A. fraterculus* e Lonchaeidae. A dose de 20 Gy impediu a emergência de adultos de *C. capitata*, oriundos de ovos de 24-48 horas de idade, irradiados em dieta artificial e em frutos de laranja. As larvas de 3º instar de *C. capitata* irradiadas com 20 Gy, em dieta artificial, não alcançaram a fase adulta, sendo que 25 Gy sobre a mesma idade e em frutos de laranja e pomelo, evitou em 54% e 97,0%, a emergência de adultos, respectivamente. Em pomelo, 30 Gy impediu a emergência de adultos de *C. capitata*. A dose de 15 Gy impediu a emergência de adultos de *A. fraterculus*, oriundos de larvas irradiadas no 3º instar. As pré-pupas de *C. capitata* irradiadas com 30 Gy não alcançaram a fase adulta. Um adulto emergiu de pupas de *C. capitata*, irradiadas aos 3-4 dias de idade com 120 Gy; ainda com esta dose, 16 adultos de *A. fraterculus* emergiram de pupas irradiadas com 5-6 dias de idade.

# INCIDENCE OF FRUIT FLIES ON COFFEE AND CITRUS AND QUARANTINE TREATMENT OF CITRUS FRUITS BY GAMMA RADIATION

Adalton Raga

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the fruit fly infestation on coffee and citrus, and also to determine gamma radiation doses for immature stages of *Ceratitidis capitata* and *Anastrepha fraterculus*, in order to satisfy quarantine regulations. *Coffea arabica* varieties “Icatu Vermelho”, ‘Catuai Amarelo’, ‘Mundo Novo’ and ‘Sarchimor’ showed the highest infestation indices (pupa/berry): 0.53; 0.41; 0.33 and 0.36, respectively. ‘Icatu Vermelho’ and ‘Catuai Vermelho’ showed the highest values of pupa/ berry weight (0.49 and 0.39, respectively), and ‘Robusta’ (*Coffea canephora*) presented the lowest index (0.01). The following fruit flies were found in coffee berries: *C. capitata* (76.6%), *Anastrepha* spp. (7.4%) and Lonchaeidae (17.0%). In area near coffee plantation, fruit fly infestation indices in sweet oranges were of 4.77 larvae/kg and 0.55 larva/fruit. The infestation indices for sweet orange, collected from five regions of the State of São Paulo, ranged from 0.73 to 7.60 pupa/kg and 0.12 to 1.27 pupa/fruit. The same species of fruit flies were found in oranges. In the case of *C. capitata* eggs with 24-48 hours old, 20 Gy prevented completely adult emergence (artificial diet and orange). No emergence of adults occurred when *C. capitata* larvae of third instar were irradiated at 20 Gy in their rearing medium. But at 25 Gy, the number of adults was reduced by 54% and 97% from larval infestation in oranges and grapefruit, respectively. A dose of 30 Gy was required to prevent medfly emergence from third instar larvae in grapefruit. A dose of 15 Gy was required for third instar, to prevent adult emergence of *A. fraterculus*. No adult emerged from *C. capitata* pre-pupa irradiated at 30 Gy. One medfly adult emerged from pupa (3-4 days after pupating) irradiated at 120 Gy. At the same dose, sixteen *A. fraterculus* adults emerged from irradiated pupa with 5-6 days old.

## SUMÁRIO

	Página
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....1
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....5
2.1	Bioecologia e distribuição geográfica das moscas-das-frutas.....5
2.2	Irradiação.....11
2.2.1	Efeitos sobre ovos de moscas-das-frutas “in vitro” .....13
2.2.2	Efeitos sobre ovos de moscas-das-frutas em frutos.....13
2.2.3	Efeitos sobre larvas de moscas-das-frutas “in vitro”.....14
2.2.4	Efeitos sobre larvas de moscas-das-frutas em frutos .....14
2.2.5	Efeitos sobre pupas de moscas-das-frutas.....17
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>
3.1	Levantamento de moscas-das-frutas em café ( <i>Coffea</i> spp.).....19
3.2	Levantamento de moscas-das-frutas em laranja ( <i>C. sinensis</i> ).....20
3.3	Criação estoque.....22
3.3.1	<i>C. capitata</i> .....22
3.3.2	<i>A. fraterculus</i> .....24
3.4	Irradiação de formas imaturas de moscas-das-frutas.....25
3.4.1	Ovos de <i>C. capitata</i> .....27
3.4.2	Larvas de <i>C. capitata</i> e <i>A. fraterculus</i> .....28
3.4.3	Pupas de <i>C. capitata</i> e <i>A. fraterculus</i> .....29
3.5	Análise Estatística.....27
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>
4.1	Moscas-das-frutas em café.....30
4.2	Infestação em citros.....40
4.3	Irradiação de moscas-das-frutas.....43
4.3.1	Ovos de moscas-das-frutas em dieta artificial.....43
4.3.2	Ovos de moscas-das-frutas em frutos de laranja.....43
4.3.3	Larvas de <i>C. capitata</i> em dieta artificial.....46
4.3.4	Larvas de <i>C. capitata</i> em frutos de laranja e pomelo.....47

4.3.5	Larvas de <i>A. fraterculus</i> em dieta artificial .....	50
4.3.6	Pré-pupas de <i>C. capitata</i> .....	51
4.3.7	Pupas de <i>C. capitata</i> .....	52
4.3.8	Pupas de <i>A. fraterculus</i> .....	53
5	<b>CONCLUSÕES</b> .....	55
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
01	Número e peso de frutos, número de pupas de moscas-das-frutas e índices de infestação em 7 variedades de café. Pindorama, SP, 1994.	33
02	Número de adultos de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae), oriundo de 750 frutos, em 7 variedades de café, Pindorama, SP, 1994.	36
03	Valores de índices de infestação de moscas-das-frutas em laranja ( <i>C. sinensi</i> - 'Pera'), Atibaia, SP, jun-jul/94.	41
04	Valores de índices de infestação de moscas-das-frutas em laranja ( <i>C. sinensis</i> ), coletadas em municípios do Estado de São Paulo, 1993-96.	42
05	Número total de pupas e adultos de <i>C. capitata</i> , oriundo de ovos de 24-48 horas irradiados em dieta artificial, Campinas, 1995.	44
06	Número total de pupas e adultos de <i>C. capitata</i> , oriundo de ovos de 24-48 horas irradiados em frutos de laranja. Campinas, 1996.	45
07	Número total de pupas e adultos de <i>C. capitata</i> , oriundo de larvas de 3º instar irradiadas em dieta artificial. Campinas, 1995.	47
08	Número total de pupas e adultos de <i>C. capitata</i> , oriundo de larvas de 3º instar irradiadas em frutos de laranja. Campinas, 1996.	48
09	Número total de pupas e adultos de <i>C. capitata</i> , oriundo de larvas de 3º instar irradiadas em frutos de pomelo. Campinas, 1996.	49
10	Número total de pupas e adultos de <i>A. fraterculus</i> , oriundo de larvas de 3º instar irradiadas em dieta artificial. Campinas, 1995.	50
11	Número total de pupas e adultos de <i>C. capitata</i> , oriundo de pré-pupas (PP) irradiadas em dieta artificial. Campinas, 1995.	52
12	Número total de adultos de <i>C. capitata</i> , oriundo de pupas de 3-4 dias irradiadas. Campinas, 1996.	53
13	Número total de <i>A. fraterculus</i> , oriundo de pupas de 5-6 dias irradiadas. Campinas, 1996.	54

## LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Características do plantio das variedades de café. Pindorama, SP, 1994.	20
2	Relação descritiva de seis coletas de frutos de laranja, para avaliação de moscas-das-frutas, em municípios do Estado do São Paulo.	22
3	Composição da dieta larval de <i>C. capitata</i> .	24
4	Espécie, fase, idade, datas, nº de repetições e doses utilizadas nas irradiações de formas imaturas de moscas-das-frutas. Campinas, 1995/96.	30
5	Composição da dieta larval de <i>A. fraterculus</i> .	31

## LISTA DE FIGURAS

01	Irradiador modelo Gammabeam-650. CENA/USP, Piracicaba, SP	26
02	Número médio de pupas de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae) por 750 frutos, em diferentes variedades de café. Pindorama, SP, 1994	34



## 1. INTRODUÇÃO

A citricultura representa uma importante fatia do negócio agrícola paulista, sendo que apenas a laranja responde por aproximadamente 95% da produção nacional (150 milhões de árvores em produção). Segundo FAGUNDES et al. (1994), em 1971, a laranja era o 9º produto agrícola do Estado de São Paulo, em valor de produção, alcançando o 2º lugar a partir de 1989, com cerca de 20% do valor da produção agrícola estadual, ficando atrás da cana-de-açúcar.

A produção brasileira de laranja é a maior do mundo e alcançou 374 milhões de caixas em 1993, sendo 70% destinada à industrialização, 28% para o consumo interno e 1% à exportação de fruta fresca (MAIA & AMARO, 1994). Com base, nestes mesmos autores, a produção brasileira de suco concentrado de laranja, destina-se quase totalmente ao mercado externo, sendo que no período 1992/93, houve a seguinte posição na lista dos países importadores de suco nacional: EUA (28,6%), Europa (58,1%), Japão (5,0%), Canadá (2,5%) e outros (5,8%).

A distribuição da produção de laranja no Estado de São Paulo (safra 95/96) é estimada em cerca de 75% para industrialização (230 milhões de caixas de 40,8 Kg), 22 a 24% para consumo interno (85 a 100 milhões de caixas) e 1 a 3% para exportação de frutas frescas (NEVES et al., 1995).

No mercado mundial de frutas frescas, experimenta-se um crescimento vertiginoso das transações internacionais, seja para consumo doméstico ou para processamento em redes de “fast foods”, visando sucos naturais (GONÇALVES & SOUZA, 1994). A exportação nacional de laranjas frescas aumentou de US\$ 17,8 milhões em 1989 para US\$ 27, 2 milhões em 1994, correspondendo neste último ano a 21,3% do valor total de frutas frescas exportadas pelo Brasil (NEVES et al., 1995).

A formação de blocos comerciais tendem a ampliar a comercialização entre os diversos países, aumentando consideravelmente o trânsito de vegetais. Por isso, a imposição de barreiras fitossanitárias pelos países importadores será intensificada, não só como consequência da preocupação quanto à elevação do risco de introdução de agentes exóticos, mas como uma importante arma comercial protecionista, a conhecida barreira não tarifária.

A exportação de vegetais dependerá cada vez mais de acordos multilaterais, onde o aspecto legislativo fitossanitário será detalhista. Para tanto, a manutenção de mercados no exterior e a conquista de novos destinatários, dependerá do modelo de produção, onde o exportador e o importador conheçam em particular os problemas fitossanitários e medidas de controle implementadas, para que finalmente, possam assegurar sanidade, qualidade e segurança ao consumidor final.

Por isso, é prioridade a realização de pesquisas em bioecologia de pragas e doenças, sobretudo aquelas de importância quarentenária, das quais depende em parte, a abertura ou fechamento do acesso aos mercados consumidores internacionais.

No âmbito legal, a comercialização de vegetais é realizada de acordo com as exigências do Serviço de Quarentena Vegetal do país importador, podendo este Órgão

exigir condições especiais, como atestados fitossanitários adicionais, tratamentos específicos baseados em critérios científicos ou até mesmo proibir a comercialização.

Para exemplificar, é importante lembrar que é por causa das moscas-das-frutas que o Brasil não exporta frutas frescas para o Japão.

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), são pragas que causam grandes prejuízos aos fruticultores, pois atacam a parte vegetativa a ser comercializada, se destacando como as mais importantes pragas quarentenárias em todo o mundo. Segundo WHITE & ELSON-HARRIS (1994), os tefritídeos são encontrados em quase todas as áreas produtoras de frutas do mundo, podendo resumir a problemática dessas pragas nos seguintes aspectos: 1. atacam frutos comerciais; 2. algumas espécies de tefritídeos tornam-se pragas longe de sua região de origem; 3. restrições quarentenárias tem sido impostas para prevenir futura dispersão de moscas-das-frutas; 4. regulamentos quarentenários impostos pelos países importadores podem limitar o potencial de mercado do país produtor de frutas ou impor um tratamento de desinfestação caro.

Atualmente, no Brasil, por causa das moscas-das-frutas, as exportações de frutas frescas para os Estados Unidos estão restritas a casos específicos como o melão do Rio Grande do Norte, onde após anos consecutivos de estudos, comprovou-se a existência de 2 zonas produtoras livres da espécie de mosca-das-frutas relacionada ao melão e outras cucurbitáceas; como também, mangas submetidas a tratamento hidrotérmico. Este tratamento é chamado tratamento quarentenário e sua meta é prevenir o movimento e estabelecimento de pragas onde elas ainda não existem.

Os tratamentos quarentenários são realizados durante ou após o processamento final das frutas e são classificados em químicos (fumigantes) ou físicos. Os fumigantes (dibrometo de etileno, brometo de metila e fosfina) estão sendo proscritos

(SUPLICY FILHO et al., 1987), devido as suas características adversas de fitotoxicidade, toxicidade ao homem e ao meio ambiente. Os processos quarentenários físicos são atualmente os mais utilizados e estudados, como o calor, frio ou irradiação, sendo escolhido aquele capaz de manter as características fisiológicas do vegetal, respeitada a dose necessária para proceder a desinfestação.

A presente pesquisa teve os seguintes objetivos:

- avaliar a infestação de moscas-das-frutas em café e citros;
- conduzir irradiações sobre formas imaturas de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) e *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae), em dieta artificial e em frutos de laranja e pomelo, visando dar subsídios ao tratamento quarentenário.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Bioecologia e Distribuição Geográfica das Moscas-das-frutas

A família Tephritidae, conhecida como moscas-das-frutas verdadeiras, inclui cerca de 4000 espécies arranjadas em 500 gêneros. A fase larval de cerca de 35% das espécies de moscas-das-frutas ataca frutos moles e 40% se desenvolve em flores de Asteraceae, sendo que as demais espécies vivem em flores de outras famílias botânicas ou são minadoras de folhas, ramos ou raízes (WHITE & ELSON-HARRIS, 1994). Segundo CHRISTENSON & FOOTE (1960), os tefritídeos estão distribuídos nas regiões temperadas, tropicais e subtropicais. Segundo estes autores, nas regiões tropicais e subtropicais as moscas-das-frutas são insetos multivoltinos. Muitas outras espécies são estritamente univoltinas e apresentam diapausa em função de sofrer uma flutuação estacional pronunciada, embora, BRESSAN (1995) tenha observado diapausa, quando coletou *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) em frutos de anacardiáceas, no Brasil.

A existência de uma grande variedade de hospedeiros de moscas-das-frutas amadurecendo seus frutos em diferentes estações do ano, proporciona um aumento na

agressividade do ataque de tefritídeos. Este fenômeno, conhecido como sucessão hospedeira, constitui-se no principal meio de desenvolvimento das populações de moscas-das-frutas no Estado de São Paulo (PUZZI & ORLANDO, 1965).

São tefritídeos prejudiciais à fruticultura brasileira, *C. capitata* e diversas espécies do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (RAGA, 1990).

*C. capitata*, conhecida como mosca-do-mediterrâneo, é a única espécie do gênero ocorrendo no Brasil, sendo constatada no Brasil pela primeira vez por Ihering<sup>1</sup>, citado por MARICONI & IBA (1955). É provável que *C. capitata* tenha sido introduzida da África (FONSECA & AUTUORI, 1936).

A mosca-do-mediterrâneo é originária da região noroeste da África, especialmente Marrocos, onde se encontra seu hospedeiro natural, uma planta da família Sapotaceae (*Arganera spinosa*). Está distribuída na África, Austrália, sudeste da Ásia, Europa, América Central e América do Sul. Apresenta cerca de 320 espécies de plantas hospedeiras, destacando-se as famílias Sapotaceae, Rutaceae, Anacardiaceae, Rosaceae e Rubiaceae (NÚÑEZ-BUENO, 1987).

O gênero *Anastrepha* foi descrito por Schiner em 1868, que designou como espécie tipo a *Dacus serpentinus* Wiedemann; mais de 180 espécies foram agrupadas em 18 grupos filogenéticos (HERNÁNDEZ-ORTIZ, 1992), sendo que mais de 90 espécies ocorrem no Brasil. STEYSKAL (1977) elaborou uma chave ilustrada para *Anastrepha*; e ZUCCHI (1978) descreveu 11 novas espécies desse gênero, tendo elaborado uma chave de identificação para as espécies brasileiras.

---

<sup>1</sup> IHERING, H von. Laranjas bichadas. *Revista Agrícola*, 6 (70): 179-181, 1901.

Segundo HEMPEL (1906), as observações realizadas em 1901 no Estado de São Paulo determinaram que os pêssegos, laranjas e nêspas tinham a preferência hospedeira da mosca-do-mediterrâneo e que as goiabas eram preferidas por *A. fraterculus*.

MALAVASI et al. (1980) conduziram um levantamento de moscas-das-frutas em plantas hospedeiras em algumas regiões brasileiras. Os autores encontraram maiores infestações em mirtáceas, anacardiáceas, rosáceas e rutáceas. Espécies de *Anastrepha* foram encontradas em todos os 55 hospedeiros coletados, de *Silba* (Lonchaeidae) em 36 e *C. capitata* em 27. No total, foram identificadas 16 espécies de *Anastrepha* em 33 diferentes hospedeiros. Para laranja azeda (*Citrus aurantium* L.), toranja (*Citrus grandis* Os.), e laranja doce (*Citrus sinensis* L. Os.), foram identificadas *A. fraterculus*, *C. capitata* e *Silba* spp. Em café (*Coffea arabica* L.) foi apresentada a mesma relação obtida para as espécies cítricas mencionadas, acrescida de *Anastrepha sororcula* Zucchi, 1979.

MALAVASI & MORGANTE (1980) determinaram os índices de infestação de moscas-das-frutas em 14 hospedeiros, coletados em diferentes regiões brasileiras. Os hospedeiros que apresentaram os maiores índices (larvas/kg de fruto) foram pitanga (*Eugenia uniflora* L.), uvaia (*Eugenia uvalha* Camb.) e nêspas [*Eryobotrya japonica* (Thunb) Lindl] e os menores índices foram apresentados por manga (*Mangifera indica* L.) e carambola (*Averrhoa carambola* L.).

NASCIMENTO & ZUCCHI (1981) obtiveram no Recôncavo Baiano, 99,25% de coleta de espécies de *Anastrepha*, sendo as mais comuns, *A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. sororcula* e *A. serpentina* (Wied., 1830).

PUZZI & ORLANDO (1965) comprovaram em nossas condições, a existência de uma população de moscas-das-frutas denominada incursora, que é proveniente

de culturas ou plantas silvestres próximas do pomar, e outra conhecida como residente, tendo como origem a própria área do pomar infestado.

PARRA et al. (1982) estudando a flutuação populacional da mosca-do-mediterrâneo em cafezais 'Mundo Novo', nos municípios de Campinas e Pindorama, através de frascos caça-moscas, concluíram que existe maior captura na fase de maturação dos frutos de café (maio a setembro) e considerou que a temperatura é o fator climático predominante na atividade diária de vôo.

SOUZA et al. (1983) verificaram em frutos de café (*Coffea arabica* L.), ovos de *C. capitata*, *A. fraterculus* e *Silba* spp., e consideraram este Lonchaeidae oportunista, pois seus ovos foram encontrados apenas onde já haviam puncturas das outras espécies.

Nas regiões de Jundiaí, Piracicaba e Limeira, ARRIGONI (1984) coletou através de frascos caça-moscas *C. capitata* e 14 espécies de *Anastrepha*, sendo a mosca-do-mediterrâneo e a mosca-da-fruta-sul-americana (*A. fraterculus*) apresentaram os maiores valores de frequência, constância e dominância.

FERNANDES et al. (1986) na região de Ribeirão Preto (SP), verificaram que 96,26% de *A. obliqua* foi obtida de cajá mirim (*Spondias venulosa* Mart.) e seriguela (*Spondias purpurea* L.); 88,37% de *A. fraterculus* foi proveniente de goiaba vermelha (*Psidium guajava* L.) e cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst.); 78,94% de *C. capitata* a partir de goiaba vermelha.

Em pomar cítrico de Pirassununga (SP), FERNANDES (1987) registrou a predominância de *C. capitata*, sendo *A. fraterculus* a mais predominante dentre as espécies do gênero. O levantamento de *Anastrepha* conduzido por CALZA et al. (1988), através de



frascos caça-mosca instalados em pomares de 12 municípios do Estado de São Paulo, mostrou na somatória das coletas, a predominância de *A. fraterculus* (86,82%), sendo que em citros houve uma coleta média de 78,79% de *A. fraterculus*.

Com base nos dados compilados por ZUCCHI (1988) sobre a distribuição geográfica e hospedeiros de moscas-das-frutas no Brasil, *A. fraterculus*, *A. obliqua* e *A. sororcula* são as espécies mais disseminadas no país, sendo que a primeira, ataca o maior número de hospedeiros.

BRESSAN & TELES (1991) obtiveram de frutos de *Citrus* spp. na região de Ribeirão Preto (SP) 61,8% de *A. obliqua* e 38,2% de *C. capitata*.

Em levantamento de moscas-das-frutas em mamoeiros (papaia) no norte do Espírito Santo, MARTINS et al. (1993) coletaram 6 espécies em frascos caça-moscas e em frutos: *C. capitata*, *A. fraterculus*, *A. serpentina*, *A. obliqua*, *Anastrepha distincta* Greene 1934 e *Anastrepha fumipennis* Lima 1934.

A duração média do estágio larval de *C. capitata* é de 8,65 dias e do estágio pupal é de 11,3 dias; a longevidade da mosca-do-mediterrâneo é de 60,13 dias em média para fêmeas e 54,06 dias para machos (PEDROSO, 1972). *C. capitata* pode produzir de 300 a 400 ovos/fêmea e apresenta na América Central e do Sul, 9 a 10 gerações por ano (NÚÑEZ-BUENO, 1987).

Estudo de MARTINS (1986) com biologia de *A. fraterculus* em dieta artificial à base de bagacilho de cana, germe de trigo e levedura, a 25° C, determinou em 11,3 dias e 9,69 dias, a duração média das fases larval e pupal, respectivamente. Na mesma temperatura, a duração média da fase de ovo foi de 2,85 dias, a longevidade média de

machos foi de 156,65 dias e a de fêmeas foi de 87,8 dias. BRESSAN & TELES (1991) calcularam em 5,6 semanas, a longevidade média de adultos de *A. obliqua*, em laboratório.

A importância dos cafezais na multiplicação de moscas-das-frutas, já fora relatada no Brasil por LIMA (1926), quando percorrendo áreas produtoras de Campinas no ano de 1924, observou o ataque de larvas de *C. capitata* em bagas de café. Segundo FONSECA & AUTUORI (1936) aquela espécie mostra acentuada preferência pelas cerejas de café, onde encontra ótimo meio para sua intensa reprodução; em laranjas o ataque da mosca provoca amadurecimento precoce e queda dos frutos.

ABASA (1973) concluiu que a mosca-do-mediterrâneo causava em média queda de 2,8% dos frutos atacados e que a praga não causava resultados negativos na cor, cheiro, qualidade, acidez e aroma da bebida oriunda de frutos atacados. Também estudando café, CIVIDANES et al. (1993) observaram que a mosca-do-mediterrâneo não ataca frutos verdes, nem causa queda prematura de frutos, porém aumenta significativamente a queda de frutos no estágio de cereja.

Os prejuízos ocasionados a certas variedades de laranja pela mosca-do-mediterrâneo são muito grandes, principalmente em variedades tardias, plantadas ao lado de cafezais, pois terminada a safra do café, as moscas que atingem altas populações passam a atacar as laranjas de pomares vizinhos (MARICONI & IBA, 1955). Segundo estes autores, em 1952 e 1953, verificaram-se altas infestações de *C. capitata* em pomares de laranja “Pera”, respectivamente, em Bebedouro (SP) e Rio Claro (SP).

SOUZA et al. (1975) realizaram um levantamento de moscas-das-frutas em frutos de café ‘Mundo Novo’, de abril a julho de 1974, em Cordeirópolis e Campinas, no Estado de São Paulo. No primeiro município, cerca de 56% dos espécimens obtidos foram de *C. capitata*, 35% foram de *Anastrepha* sp e 9% foram de *Lonchaea* sp. Em Campinas,

*C. capitata* foi a espécie mais frequente, com 89%, seguido de *Lonchaea* sp (7%) e *Anastrepha* sp (4%).

CUCULIZA & TORRES (1975) coletaram frutos de diversos hospedeiros em varias localidades do Perú, obtendo dos individuos oriundos de frutos de laranja, uma media de 94,2% de *A. fraterculus* e 5,8% de *C. capitata*. Para café, os autores encontraram 100% de incidência da mosca-do-mediterrâneo. Segundo LIQUIDO et al. (1990), o café (*C. arabica* L.) e a cereja de Jerusalém (*Solanum pseudocapsicum*) são os principais hospedeiros de *C. capitata* no Havai.

ZAHLER (1991) realizou um levantamento de moscas-das-frutas em pomares de manga no Distrito Federal. Em um pomar próximo a cafezal (*C. arabica*), 81,9% dos individuos coletados corresponderam a *C. capitata*, estando *A. obliqua* em 2º lugar (6%).

## 2.2. Irradiação

O emprego da radiação gama como uma técnica de preservação de alimentos, visa basicamente destruir organismos indesejáveis, podendo aumentar a vida de prateleira, retardar o amadurecimento ou inibir a brotação de vegetais.

Em julho de 1983, a Comissão do Codex Alimentarius adotou o Padrão Geral Internacional de Recomendações para Irradiação de Alimentos e o Código de Práticas de Operação de Instalações para Irradiação, onde há uma recomendação para a aceitação de uma dose média para alimentos de 10 kGy.

No Brasil, o Decreto nº 72.718 de 29/08/73 estabeleceu as Normas Gerais sobre Irradiação de Alimentos. Em 08/03/85, a Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos (DINAL), publicou a Portaria nº 09, relacionando os alimentos que podem ser submetidos a tratamento por irradiação, indicando: tipo, nível e dose média de irradiação para 12 tipos de alimentos. Em 25/09/89, a DINAL emitiu a Portaria nº 30, extendendo a autorização para irradiação de outros 10 alimentos, incluindo a desinfestação de laranja (*C. sinensis*) e limão (*C. limonum*) na dose até 1 kGy.

Os primeiros estudos sobre os efeitos da irradiação sobre pragas de grãos armazenados foram conduzidos por WIENDL (1968, 1969), demonstrando as possibilidades de utilizar a técnica para fins de desinfestação. O tratamento por irradiação pode causar em artrópodos efeitos de letalidade, não emergência de adultos ou ainda a incapacidade de adultos produzirem descendentes viáveis. Por isso, a intenção de utilizar a irradiação como tratamento quarentenário é prevenir o movimento e estabelecimento de pragas em novas áreas regionais, continentais ou intercontinentais.

A efetividade da irradiação para desinfestar frutos e outros vegetais foi demonstrada por vários autores. Segundo BALOCK et al. (1963), os primeiros estudos sobre a radiação como tratamento quarentenário de frutos foram conduzidas no Havai nos anos de 1949 e 1950.

### 2.2.1. Efeitos sobre Ovos de Moscas-das-frutas “In Vitro”

BALOCK et al. (1963) estimaram em 1.450 R<sup>(2)</sup> (14,50 Gy), a DL 95 para prevenir a emergência de adultos de *C. capitata*, a partir de ovos irradiados com 1 dia de

---

<sup>2</sup> R (Roentgen) = 7.079x10<sup>4</sup> MeV. No caso de raios X ou gama em água e tecidos moles considera-se 1 R = 1 rad = 0.01 Gy

idade, enquanto a dose para causar o mesmo efeito na mosca-da-fruta-oriental *Dacus dorsalis* (Hendel, 1912) foi de 2.800 R (28,00 Gy).

MACFARLANE (1966) impediu com 200 Gy, a emergência de adultos da mosca-de-fruta australiana *Strumeta tryoni* (*Bactrocera tryoni*) (Froggatt, 1899). BUGHIO et al. (1969) concluíram que 20 Gy foi necessário para evitar a eclosão larval, a partir de ovos de *Dacus zonatus* (Saunders, 1841) com 4-5 horas de idade, sendo que para ovos de 23-24 horas, não houve emergência de adultos com 80Gy.

O efeito da irradiação em ovos de *D. dorsalis* e *D. cucurbitae* foi investigado por THOMAS & RAHALKAR (1975). Para ambas espécies, a dose de 400 Gy preveniu a eclosão larval e 150 Gy impediu o aparecimento de adultos.

FARIA (1989) impediu o pupamento de *C. capitata* ao irradiar ovos de 48 horas de idade com 160 Gy. RAGA (1990), com ovos da mesma espécie e idade não obteve adultos com 25 Gy e estimou um probit 9 de 24,67 Gy.

### 2.2.2. Efeitos sobre Ovos de Moscas-das-frutas em Frutos

As larvas não eclodiram dos frutos de laranja, irradiados a 400 Gy e contendo ovos de *C. capitata*, requerendo em média 5 dias para sua total mortalidade (FÉSUS et al., 1981).

MOY et al. (1983) evitaram a eclosão de larvas ao irradiarem com 300 Gy pêssegos infestados com ovos (48-52 horas) da mosca-do-mediterrâneo. KANESHIRO et al. (1983) impediram a eclosão larval, quando irradiaram com 500 Gy, pêssegos infestados com ovos de *C. capitata*, com até 68 horas de idade.

Segundo KANESHIRO et al. (1985) larvas da mosca-do-mediterrâneo não eclodiram em laranjas irradiadas na dose de 300 Gy, combinada com a estocagem em temperatura de 5,5° C por 14 dias; para limões estocados pelo mesmo período, foram necessários 500 Gy.

SUPLICY FILHO et al. (1987) mostraram que o desenvolvimento de larvas foi impedido, a partir de ovos de *C. capitata* irradiados com 400 Gy, em frutos de mamão e caqui.

FARIA (1989) irradiou mamões contendo ovos da mosca-do-mediterrâneo, com 72 horas de idade, onde 20 Gy não gerou adultos. A dose de 50 Gy aplicada em laranjas, provocou a interrupção da fase pupal de *C. capitata*, conforme dados de COSTA (1990).

RAGA (1990), empregando a dose de 30 Gy, impediu a emergência de adultos de *C. capitata*, através da irradiação de mangas infestadas com ovos de 48 horas.

Ovos de *B. tryoni* de 1 dia de idade, irradiados em frutos de manga, com 74 Gy, resultaram em não emergência de adultos, permitindo calcular o probit 9 em 101 Gy (HEATHER et al., 1991).

### **2.2.3. Efeitos sobre Larvas de Moscas-das-frutas “In Vitro”**

A DL-95 estimada por BALOCK et al. (1963) para larvas maduras de *C. capitata* não alcançarem a fase adulta foi de 27,00 Gy, enquanto para *D. dorsalis* foi de 35,00 Gy. MACFARLANE (1966) sugere que 200 Gy são necessários para evitar adultos de *S. tryona*, na irradiação de larvas de até 7 dias de idade.

WALDER et al. (1989) impediram em 100% a emergência de adultos da mosca-do-mediterrâneo com a dose de 100 Gy, com a irradiação de larvas de todas as idades.

As larvas maduras de *C. capitata*, *A. fraterculus* e *A. obliqua* irradiadas por RAGA (1990) não alcançaram a fase adulta nas doses de 30Gy, 15 Gy e 17,5 Gy, demonstrando a maior radioresistência da primeira espécie.

#### 2.2.4. Efeitos sobre Larvas de Moscas-das-frutas em Frutos

Quando irradiaram papaias infestados com ovos-larvas da mosca-do-mediterrâneo, BALOCK et al. (1966) evitaram a emergência de adultos com 25 Gy.

MACFARLANE (1966) irradiou laranjas infestadas com larvas de *S. tryoni* e não obteve adultos com 450 Gy.

A faixa de dose entre 22,5 Gy e 29,1 Gy impediu a emergência de adultos, quando SEO et al. (1973) procederam a irradiação de caixas contendo papaias infestadas com larvas de *C. capitata*, *D. dorsalis* e *D. cucurbitae*.

Cerejas infestadas naturalmente com a mosca-da-fruta *Rhagoletis cerasi* (L., 1758) foram irradiadas por JONA & ARZONE (1979). A dose de 1 kGy impediu completamente o pupamento.

FÉSUS et al. (1981) não obtiveram adultos, quando irradiaram laranjas infestadas com larvas da mosca-do-mediterrâneo, com a dose de 400 Gy.

De acordo com MOY et al. (1983), 500 Gy impediu a emergência de *C. capitata*, quando irradiou pêssegos, ameixas e nectarinas infestados artificialmente com

larvas. Para as mesmas fruteiras e mesmo tefritídeo, onde foram testadas diversas cultivares, KANESHIRO et al. (1983) necessitaram de 600 Gy.

Nenhum adulto da moscas-do-mediterrâneo emergiu de laranjas irradiadas com 300 Gy, contendo larvas maduras, seguido de estocagem dos frutos à 5,5°C por 14 dias (KANESHIRO et al., 1985).

Para toranjas, SPALDING & DAVIS (1985) consideraram 600 Gy a dose necessária para prevenir emergência de adultos de *Anastrepha suspensa* (Loew, 1862), sendo possível o aparecimento de injúrias nos frutos.

WINDEGUTH & ISMAIL (1987) irradiaram toranjas contendo ovos e larvas de *A. suspensa* e com a dose média de 43 Gy aquelas fases imaturas não atingiram a fase adulta.

KOMSON et al. (1988) calcularam em 150 Gy o probit 9 para a não emergência de adultos, em frutos de manga irradiados com larvas de *D. dorsalis* de até 5 dias de idade.

BURDITT & HUNGATE (1988) não obtiveram emergência de adultos da mosca-da-fruta *Rhagoletis indifferens* Curran 1932, em frutos de cereja, a partir de 17,6 Gy. O mesmo objetivo foi alcançado por ARTHUR (1989), ao irradiar larvas de *A. obliqua* em frutos de seriguela, na dose de 20 Gy.

FARIA (1989) irradiou caixas contendo mamões infestados com larva de *A. fraterculus* e concluiu que a dose de 28 Gy foi aquela necessária para impedir a emergência de adultos.



COSTA (1990) por meio de 200 Gy não obteve adultos de *C. capitata*, através da irradiação de larvas em tangerinas. As doses obtidas por RAGA (1990) para evitar a emergência de adultos, irradiando larvas maduras de *C. capitata*, *A. fraterculus* e *A. obliqua* em frutos de manga, foram de 40 Gy, 17,5 Gy e 20 Gy, respectivamente, sendo a maior estimativa de Probit 9, alcançada para *A. obliqua* (125,49 Gy).

HEATHER et al. (1991) irradiando larvas de *B. tryoni* com 5 dias de idade, determinaram que no mínimo são necessários 74 Gy para que haja interrupção de desenvolvimento na fase pupal.

A irradiação de maçãs infestadas com larvas de *A. fraterculus*, na dose de 25 Gy impediu totalmente a emergência de adultos (ARTHUR & WIENDL, 1996).

### **2.2.5. Efeitos sobre Pupas de Moscas-das-frutas**

De acordo com BENSCHOTER & TELICH (1964), a ordem de susceptibilidade dos estágios do ciclo de desenvolvimento de *Anastrepha ludens* (Loew, 1873) à radiação gama é larva > ovo > pupa.

Pupas da mosca-do-mediterrâneo e da mosca-do-melão, com 4 dias de idade foram irradiadas por BALOCK et al. (1963), apresentando DL's-95 para não emergência de adultos de 160,00 Gy e 290,00 Gy, respectivamente.

Segundo MACFARLANE (1966), nenhum adulto de *S. tryoni* emergiu de pupas de 1-2 dias de idade irradiadas com 150 Gy.

WIENDL et al. (1979) não obtiveram adultos da *C. capitata*, ao irradiarem com 168 Gy, pupas de 4 dias de idade. Por outro lado, houve 6,3% de emergência nas pupas irradiadas com 8 dias de idade.

Pupas da mosca-do-mediterrâneo, com 2 dias de idade, irradiadas por FARIA (1989) a 20 Gy não completaram o desenvolvimento. O mesmo autor ao irradiar pupas de 8 dias da mosca-da-fruta-sul-americana com 80 Gy, demonstrou que essa dose não interfere no número de adultos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Levantamento de Moscas-das-Frutas em Café (*Coffea* spp.)

Sete variedades de café foram avaliadas quanto à produção de pupas e adultos de moscas-das-frutas, sendo seis de *C. arabica* (Mundo Novo, Catuai Vermelho, Catuai Amarelo, Icatu Vermelho, Icatu Amarelo e Sarchimor) e uma de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (Robusta). Todos os lotes constavam de plantas adultas (Quadro 1) da Estação Experimental do Instituto Agrônômico, em Pindorama (SP).

Foram realizadas três coletas de frutos de café no estágio de cereja (30/02, 20/04 e 09/05/94). Em cada variedade foram designadas 4 linhas, sendo retirados ao acaso em cada coleta, 250 frutos por linha. As amostras eram colocadas em sacos de papel e transportadas diretamente ao laboratório da Seção de Pragas das Plantas Industriais (SPPI) do Instituto Biológico, em Campinas, SP. Os frutos (250) eram pesados e em seguida colocados em caixas de isopor de 5 litros de capacidade, cujas tampas apresentavam uma abertura circular, preenchida por um tubo de vidro de 18 cm de comprimento e 4cm de diâmetro, com a saída fechada por um tecido de voal, preso por elástico, com a função de

respiro. No fundo das caixas, havia uma camada de aproximadamente 3 cm de uma mistura de areia e argila, para permitir o pupamento.

As caixas foram mantidas em ambiente controlado de  $25 \pm 2^\circ \text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR. Decorridos 30 dias após cada coleta, era realizada a avaliação do número de pupas e adultos de moscas-das-frutas. Os dados permitiram calcular os índices de infestação, demonstrados em número de pupas/fruto e número de pupas/peso de frutos.

Quadro 1. Características do plantio das variedades de café. Pindorama, SP, 1994

Variedade	Espaçamento (m) (entrelinha x linha)	Nº de plantas por cova	Recepada
Mundo Novo	5,0 x 3,0	02	Sim
Catuaí Amarelo	3,0 x 2,0	02	Sim
Catuaí Vermelho	3,0 x 2,0	02	Sim
Icatu Amarelo	3,0 x 2,0	02	Sim
Icatu Vermelho	4,0 x 2,0	02	Não
Sarchimor	3,5 x 1,5	02	Não
Robusta	4,0 x 2,0	02	Não

### 3.2. Levantamento de Moscas-das-frutas em Laranja (*C. sinensis*)

Para proceder o levantamento de moscas-das-frutas em laranjas, foram realizadas 6 coletas de laranja doce (clones de 'Pera'), conforme consta do Quadro 2. As

plantas dos quais os frutos foram coletados não haviam recebido pulverização há pelo menos 4 meses, a fim de evitar interferência no grau de infestação.

Em cada coleta, os frutos eram colocados em caixas plásticas abertas e conduzidas diretamente ao laboratório da SPPI, em Campinas. Ao chegar, as amostras eram contadas, pesadas e acondicionados em caixas de isopor, contendo areia + argila, que servia como *substrato para pupamento*.

Após um período de aproximadamente 12 dias, a areia era peneirada e as pupas obtidas eram contadas e colocadas em placas de Petri, no interior de cubas de vidro (6000 cc). Estas, apresentavam uma abertura superior circular ( $\pm 12$ cm), fechada com tecido de voal e elástico, com a função de respiro. Ainda no interior de cada cuba havia disponibilidade de dieta (mistura 3:1 de açúcar e levedura) e água, com a finalidade de dar vigor aos adultos emergidos. As cubas foram mantidas em sala com temperatura de  $25^{\circ} \pm 2^{\circ}$  C e  $70 \pm 10\%$  UR.

Cerca de 25 dias após a instalação da cuba, esta era colocada em “freezer”, por alguns minutos, para a morte dos adultos remanescentes. Em seguida os adultos eram retirados da cuba, contados e identificados.

Como a propriedade de Atibaia, se situava anexa a uma extensa área cafeeira, 200 frutos de laranja ‘Pera’ foram colhidos ao acaso de 37 árvores adultas, nos dias 07/06 e 01/07/94, coincidindo com o período de colheita do café. Os frutos foram colocados em caixas de plástico e levados diretamente para o laboratório da SPPI, em Campinas, onde houve pesagem dos frutos. Em seguida, cada fruto foi cuidadosamente aberto para avaliação do número de larvas de moscas-das-frutas existentes, possibilitando calcular os índices de infestação.

Quadro 2. Relação descritiva de seis coletas de frutos de laranja, para avaliação da infestação de moscas-das-frutas, em municípios do Estado de São Paulo.

Data	Local	Propriedade	Nº de frutos	Peso de frutos (g)
26/08/93	Neves Paulista	Zona urbana	15	2.500
07/06/94	Atibaia	Sítio Fronteira	194	21.160
01/07/94	Atibaia	Sítio Fronteira	245	30.282
07/07/94	Pindorama	Instituto Agrônômico	52	8.250
23/05/95	Jacupiranga	Sítio Serrote	73	9.260
26/03/96	Campinas	Instituto Biológico	21	2.650

### 3.3. Criação Estoque

#### 3.3.1. *C. capitata*

A população de mosca-do-mediterrâneo utilizada nesta pesquisa foi oriunda da criação iniciada na SPPI, em junho/94, obtida de frutos de café coletados na Estação Experimental do Instituto Biológico, em Campinas. Desde a geração F1, a criação foi conduzida em dieta artificial.

Os adultos foram mantidos em gaiolas de armação de madeira, com formato trapezoidal, apresentando as dimensões de 50 x 40cm na face superior, 25 x 40cm na face inferior e 30cm de altura. A gaiola apresentava tela plástica, nas faces superior, frontal e distal, com malha adequada para evitar a fuga das moscas. Cada face lateral estava fechada por tecido de voal, onde ocorria a oviposição. Existia uma abertura circular frontal de 14cm

de diâmetro, mantida fechada por uma malha amarrada por um nó, o qual era desatado durante as operações de troca de alimentação.

Em cada gaiola foram colocadas aproximadamente 2000 pupas, sendo fornecida água aos adultos, por meio de uma mecha de algodão embebida, instalada em uma placa de Petri. As necessidades nutricionais foram supridas semanalmente com o fornecimento da mistura de 3 partes de açúcar e 1 parte de extrato de levedura, em uma placa de Petri.

Nas faces laterais, foram colocadas cubas plásticas contendo água destilada, para receber os ovos, que por gravidade, caíam do tecido de oviposição, a fim de não perder a sua viabilidade.

Os ovos capturados eram transferidos para um béquer de 500 ml e agitados ligeiramente por centrifugação, sendo recolhidos por uma pipeta Pasteur e colocados em uma pipeta volumétrica de 20 ml. Um volume de 1,5 ml de ovos era transferido para um recipiente plástico de 4.000 ml, contendo 1224,0 g de dieta artificial, cuja composição está relacionada no Quadro 3.

O recipiente plástico sem tampa, era coberto por tecido de voal, preso por elástico e mantido em sala de criação com temperatura de  $25 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $75 \pm 10\%$  UR. Após um período médio de incubação de 3 dias, eclodiam as larvas, que necessitavam de 7 a 8 dias para empupar.

Ao atingirem a característica de salto, a dieta contendo as larvas era transferida para um recipiente plástico maior, para propiciar o secamento da dieta, facilitando assim o peneiramento e separação das pupas, em torno de 2-3 dias após. A emergência dos adultos iniciava-se 5 a 6 dias após o início do pupamento.

Quadro 3. Composição da dieta larval de *C. capitata* [utilizada no I. Biológico e baseada em estudos de PEDROSO (1972)]

Ingrediente	Quantidade
ácido benzóico a 1,0%	195ml
ácido clorídrico a 16,5%	5ml
acúcar mascavo	40,00g
levedo de cerveja	10,00g
leite em pó	12,50g
nipagin	1,25g
cenoura crua	25,00g
bagaço de cana-de-açúcar seco e triturado	25,00g

### 3.3.2. *A. fraterculus*

A população de *A. fraterculus* empregada na presente pesquisa foi oriunda da criação iniciada na SPPI, em junho de 1994, a partir de goiabas coletadas no município de Jundiaí, SP.

A criação a partir da geração F1 foi realizada através de dieta natural, em frutos de mamão papaia, em vista das dificuldades de criação de *A. fraterculus* em dieta artificial, conforme sugere FARIA & SUPPLY FILHO (1989). Os exemplares da geração F1 foram identificados pelo Prof. Dr. Roberto Antonio Zucchi, da ESALQ/USP.

A gaiola de criação apresentava as mesmas dimensões daquelas utilizadas para *C. capitata*, diferindo apenas nas faces laterais, onde neste caso, também eram fechadas com tela de plástica idêntica à das demais faces teladas.



Em cada gaiola eram colocados um máximo de 1.000 pupas do tefritídeo. O fornecimento de água e nutrientes obedeceu o mesmo processo que o da mosca-do-mediterrâneo.

Após um período de 10 dias da emergência dos adultos (pré-oviposição) eram oferecidos para infestação de 6 a 8 papaias maduros e de boa sanidade aparente, por dia de infestação. Cada população tinha vida útil não superior a 30 dias. As populações e os mamões eram mantidos em salas de ambiente controlado, conforme citado para *C. capitata*.

Em média, cada papaia produzia 300 larvas, que ao atingirem a coloração amarelo-gema-de-ovo (pré-pupa) eram retirados através de uma espátula e transferidos para cubas plásticas com areia, para empupamento. Decorridos aproximadamente 7 dias, as pupas eram peneiradas, contadas e conduzidas para novas gaiolas de criação, onde ocorria a emergência.

### **3.4. Irradiação de Formas Imaturas de Moscas-das-frutas**

Esta parte da pesquisa abrangeu as espécies *C. capitata* e *A. fraterculus*.

As pesquisas foram conduzidas no laboratório da SPPI, em Campinas, sendo as irradiações realizadas nas dependências do Centro de Energia Nuclear na Agricultura/CNEN/USP, em Piracicaba, SP.

Os testes de irradiação foram conduzidos no irradiador de fonte de Cobalto - 60 ( $^{60}\text{Co}$ ), modelo Gammabeam-650 (Figura 1), sob uma taxa de dose entre 673 e 743 Gy/h (30 cm).

Conforme critério adotado por RAGA (1990), testaram-se doses que impedissem a emergência de adultos dos tefritídeos, e não doses que provocassem letalidade na mesma fase testada, reduzindo com isso, sensivelmente o valor das doses empregadas, visualizando a utilização de doses mais econômicas.

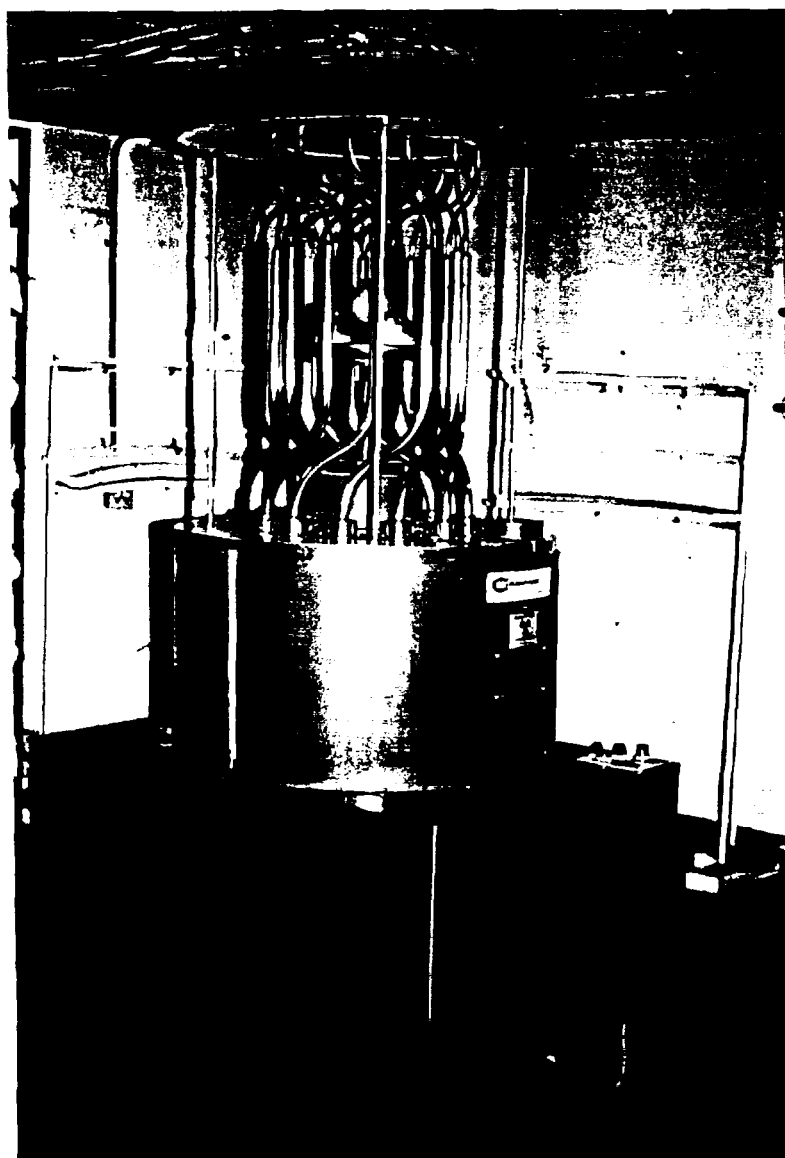


Figura 1. Irradiador modelo Gammabeam-650. CENA/USP, Piracicaba, SP.

Os insetos após as irradiações foram acondicionados em sala climatizada a  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $70\pm 10\%$  UR. As datas e doses das irradiações, de ovos, larvas e pupas constam do Quadro 4.

Na irradiação de laranjas (*C. sinensis* - variedade "Pera Rio") e pomelos (*Citrus paradisi* Macfadyen) infestados, empregou-se frutos maduros e de tamanho médio.

Todas as doses testadas apresentavam 10 repetições, exceção de pupas de *A. fraterculus*, que apresentou apenas 9.

#### **3.4.1. Ovos de *C. capitata***

Os ovos da mosca-do-mediterrâneo foram obtidos conforme a descrição mostrada no item 3.3.1. Os ovos coletados eram transferidos para um béquer de 500 ml, com grande quantidade de água destilada.

Para contagem dos ovos, uma placa de Petri de 8 cm de diâmetro era montada com papel de filtro no fundo, saturada com água destilada, que recebia discos de papel sulfite de 0,6 mm de diâmetro.

Assim, os ovos eram recolhidos do béquer por uma pipeta e transferidos em pequenas quantidades, para a placa de Petri acima mencionada, espalhando-se cuidadosamente os ovos sobre os discos de papel. Sob microscópio estereoscópico, com aumento de 120 vezes, 50 ovos eram deixados em cada disco. Cada disco, era colocado na parte central de um recipiente plástico com 90 ml de volume, contendo a dieta artificial citada no Quadro 3. Os recipientes eram cobertos com tecido de voal preso por elástico.

No caso de irradiação em frutos de laranja, os discos, com a mesma quantidade de ovos eram inseridos na parte mediana de canudos plásticos de 7 mm de diâmetro e 100 mm de comprimento (utilizado para refrigerante). Para evitar dessecação e também fornecer alimentação, o restante do canudinho era preenchido com dieta artificial.

Cada fruto foi perfurado na parte central por meio de um vazador de 7 mm de diâmetro, em sentido longitudinal, onde era introduzido um canudo.

Nos testes foram utilizados ovos de 24-48 dias de idade. Para avaliação da eficiência das diferentes doses de radiação gama, foi calculado o número de pupas e adultos produzidos.

### **3.4.2. Larvas de *C. capitata* e *A. fraterculus***

O acondicionamento de larvas da mosca-do-mediterrâneo, foi semelhante àquele mencionado para ovos, em dieta artificial e em frutos de laranja. Quando houve a irradiação de pomelos, aos invés de utilizar-se de canudos plásticos, utilizou-se de tubos de vidros de 100mm x 16mm, com tampa plástica de rosca.

Para a condução dos testes, utilizou-se 20 larvas de 3º instar de *C. capitata* por recipiente (com dieta artificial) ou por fruto (laranja ou pomelo). Na mesma quantidade e idade que a mosca-do-mediterrâneo, as larvas de *A. fraterculus* foram irradiadas em dieta artificial, cuja descrição consta do Quadro 5.

No caso específico de larvas de *C. capitata*, os canudinhos eram fechados nas extremidades por tecido sintético (Perfex®). Imediatamente após as irradiações de *C. capitata*, em frutos de laranja e pomelo, as larvas eram retiradas de cada canudo ou tubo de vidro e transferidas para recipientes plásticos (idêntico ao utilizado para ovos), para completar o ciclo de desenvolvimento.

A eficiência das doses de radiação gama foi calculada pelo número de pupas e adultos produzidos.

### 3.4.3. Pupas de *C. capitata* e *A. fraterculus*

Testaram-se pré-pupas e pupas de 3-4 dias de idade da mosca-do-mediterrâneo. Para proceder à irradiação de pré-pupas, os insetos foram colocados em recipientes plásticos contendo dieta artificial, estando vazios no caso da irradiação de pupas.

Pupas de *A. fraterculus* foram irradiadas com 5-6 dias de idade. Cada recipiente estava coberto com tecido de voal, preso por elástico e continha 20 indivíduos nas irradiações de *C. capitata* e 18 na irradiação de *A. fraterculus*. Foi anotado o número de adultos emergidos, para avaliar o efeito das diferentes doses.

### 3.5. Análise Estatística

Os valores de pupas e adultos encontrados nas diversas doses das irradiações de ovos e larvas, em dieta artificial e em frutos, foram transformados em  $\ln(x + 1)$  e submetidos ao teste F e Tukey ( $P < 0,05$ ). De forma semelhante, para os dados das irradiações de pré-pupas e pupas, procedeu-se a análise estatística do número de adultos.

Quadro 4. Espécie, fase, idade, datas, nº de tratamentos, nº de repetições e doses utilizadas na irradiação de formas imaturas de moscas-das-frutas. Campinas, 1995/96.

Espécie	Fase	Idade	Data	Nº de tratamentos	Nº de repetições	Dose (Gy)
<i>C. capitata</i>	Ovo	24-48 h	14.09.95	07	10	0; 5,0; 7,5; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0
<i>C. capitata</i>	Ovo(*)	24-48 h	26.06.96	07	10	0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 15,0; 20,0
<i>C. capitata</i>	Larva	3º instar	11.09.95	07	10	0; 5,0; 10; 15,0; 20,0; 25,0; 30,0
<i>C. capitata</i>	Larva <sup>(1)</sup>	3º instar	27.06.96	07	10	0; 5,0; 7,5; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0
<i>C. capitata</i>	Larva <sup>(2)</sup>	3º instar	02.08.96	07	10	0; 7,5; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0; 30,0
<i>C. capitata</i>	Pré-pupa	-	17.08.95	07	10	0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0; 30,0
<i>C. capitata</i>	Pupa	3-4 dias	26.06.96	07	10	0; 5,0; 10,0; 20,0; 40,0; 80,0; 120
<i>A. fraterculus</i>	Larva	3º instar	17.08.95	07	10	0; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0; 17,5;
<i>A. fraterculus</i>	Pupa	5-6 dias	26.06.96	07	09	0; 20,0; 40,0; 60,0; 80,0; 100,0; 120,0

<sup>(1)</sup> em frutos de laranja 'Pera Rio'

<sup>(2)</sup> em frutos de pomelo

Quadro 5. Composição da dieta larval de *A. fraterculus* ( RAGA, 1990)

	Ingrediente	Quantidade
( I )	germe de trigo	200g
COMPOSIÇÃO	levedo de cerveja	200g
BÁSICA	sacarose	50g
	nipagin	3g
( II )	Composição básica ( I )	75g
	cenoura crua ralada	40g
	ácido benzóico a 1,0%	195ml
	ácido clorídrico a 16,5%	5ml
	bagaço de cana seco e triturado	25g

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Moscas-das-frutas em Café

Os resultados apresentados a seguir são referentes à somatória das 3 amostragens, ou seja, 750 frutos por linha.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados referentes ao peso dos frutos, número total de pupas e índices de infestação. As variedades 'Mundo Novo', 'Icatu Amarelo' e 'Sarchimor' mostraram os maiores valores de peso dos frutos, sendo que 'Robusta' foi a variedade de menor peso. Esta variação está relacionada principalmente ao volume do endocarpo e mesocarpo. A variedade 'Robusta' possui frutos de exocarpo fino, mesocarpo pouco aquoso e endocarpo delgado (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1986).

A Figura 2 ilustra a quantidade de pupas obtidas em cada variedade de café. Com exceção de 'Icatu Amarelo' e 'Catuaí Amarelo', que apresentaram uma infestação menor (191,75 e 213,56 / 750 frutos, respectivamente), as demais variedades de *C. arabica* mostraram



um número superior de pupas de moscas-das-frutas, em média 303,68 pupas por 750 frutos (246,75 - 396,00).

Este fato sugere a hipótese que, para *C. arabica*, frutos maduros vermelhos são mais atrativos para os adultos de moscas-das-frutas, do que frutos maduros amarelos (fator xanthocarpa). 'Robusta' apresentou apenas 8,5 pupas por 750 frutos, podendo-se atribuir o resultado, entre outros fatores, à característica de mesocarpo pouco aquoso, mostrado pelo material genético da variedade, o que sem dúvida, limita o desenvolvimento larval.

Tabela 1 - Número e peso de frutos, número de pupas de moscas-das-frutas e índices de infestação em 7 variedades de café. Pindorama, SP, 1994.

Variedade	Frutos		Pupas Nº (C)	Índice de Infestação	
	Nº (A)	Peso (B)		C/A	C/B
Mundo Novo	750	912,12	246,75	0,33	0,27
Catuaí Amarelo	750	726,00	213,56	0,28	0,29
Catuaí Vermelho	750	760,72	304,50	0,41	0,39
Icatu Amarelo	750	859,72	191,75	0,26	0,22
Icatu Vermelho	750	804,30	396,00	0,53	0,49
Sarchimor	750	871,81	267,50	0,36	0,31
Robusta	750	677,48	8,50	0,01	0,01

Em consequência do número de pupas obtidas, entre os valores de índice de infestação encontrados para número de pupas/fruto (C/A), se destacaram 'Icatu Vermelho',

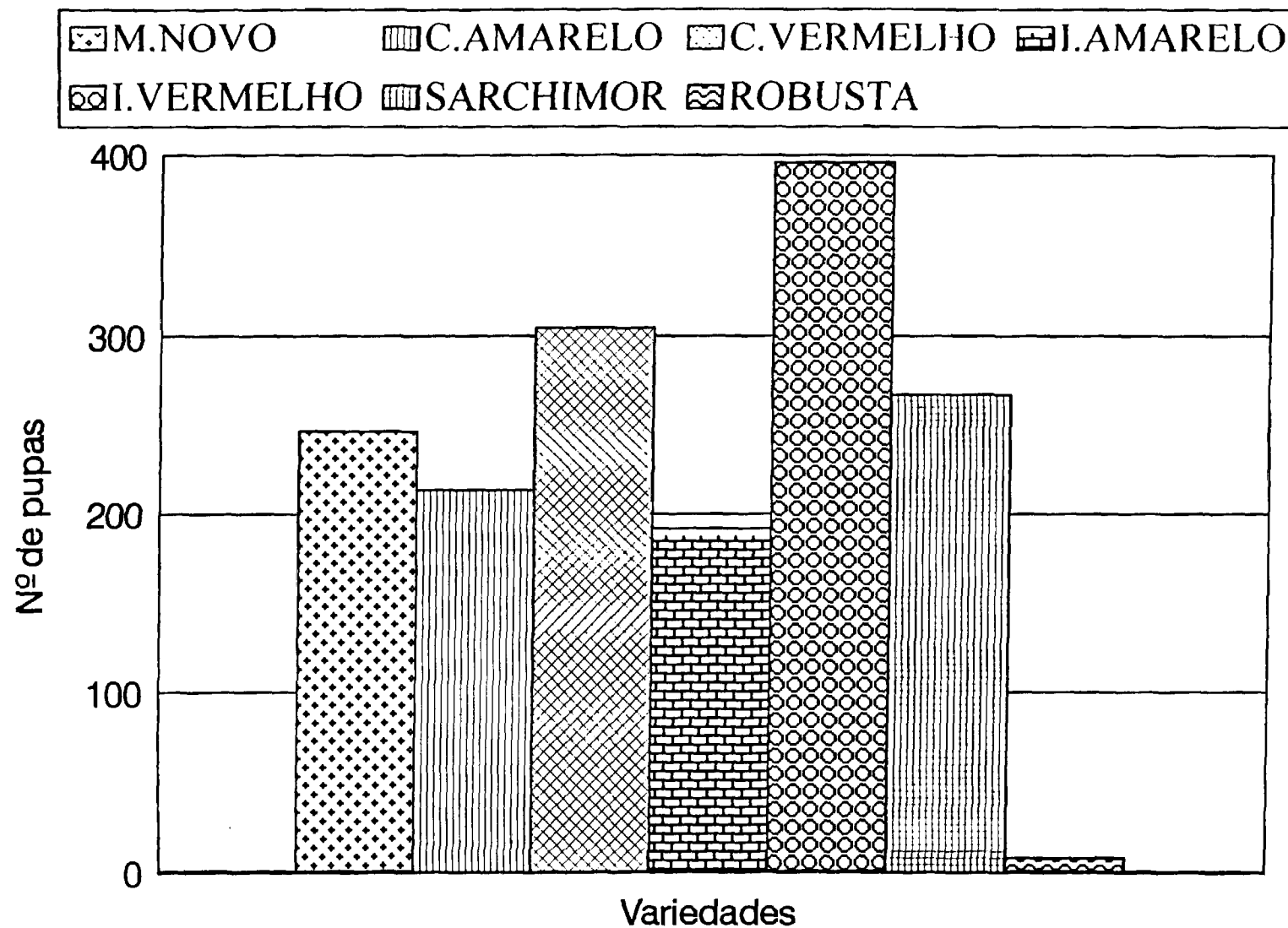


Figura 2 - Número médio de pupas de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae) por 750 frutos, em diferentes variedades de café. Pindorama, SP, 1994.

‘Catuai Vermelho’, ‘Mundo Novo’ e ‘Sarchimor’, sendo que a primeira variedade alcançou efeito mais expressivo (0,53). As variedades amarelas mostraram valores semelhantes (0,26 e 0,28), enquanto em ‘Robusta’, o índice de infestação por unidade de fruto foi baixo (0,01).

Para a medida da infestação em pupas/peso (C/B), ‘Icatu Vermelho’ e ‘Catuai Vermelho’ apresentaram os valores maiores (0,49 e 0,39, respectivamente), seguidos pelas demais variedades de *C. arabica*, que foram bastante próximas (0,27 - 0,31).

A variedade ‘Robusta’ teve o mesmo valor para os dois índices de infestação (0,01), o que significa do ponto de vista de sucessão hospedeira, uma variedade altamente desfavorável às moscas-das-frutas. Os dados quantitativos de pupas por fruto de *C. arabica*, obtidos na presente pesquisa, estão na faixa daqueles encontrados por MALAVASI & MORGANTE (1980), medidos em larvas/fruto, para uvaia (0,43), guabiroba *Campomanesia xanthocarpa* Berg (0,29) e manga (0,37). Já para o parâmetro calculado em larvas/g, os autores encontraram o valor médio aproximado de 0,25 para pitanga *Eugenia uniflora* L.

Dos 21.000 frutos de café coletados durante o experimento, foram obtidas 6.584 pupas de moscas-das-frutas, das quais emergiram 5.134 adultos (Tabela 2). Deste total, 75,6% correspondeu a *C. capitata*, 17,0% a Lonchaeidae e 7,4% a *Anastrepha* spp. (complexo *fraterculus*). Isto demonstra que o café é um hospedeiro preferencial da mosca-do-mediterrâneo, assim como ocorre em outros países da América do sul e também no Haváí, sendo a cultura mais importante na distribuição e abundância desse tefritídeo (CUCULIZA & TORRES, 1975; HARRIS & CAREY, 1989; HARRIS & LEE, 1989; VARGAS et al., 1995).

Segundo JIRON & HEDSTRÖN (1988), na Costa Rica, *C. capitata* ataca em média 5% dos frutos de café, não apresentando importância econômica nessa cultura. No

entanto, afirmam os autores que é o hospedeiro responsável pela manutenção populacional, sendo aparentemente a única espécie infestante de plantas cítricas naquele país.

Tabela 2 - Número de adultos de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae), oriundo de 3.000 frutos, em 7 variedades de café. Pindorama, SP, 1994

Variedade	Moscas - das - frutas			Total
	<i>Anastrepha</i> spp.	<i>C. capitata</i>	Lonchaeidae	
Mundo Novo	285	176	179	640
Catuai Amarelo	05	617	64	686
Catuai Vermelho	08	879	100	987
Icatu Amarelo	45	507	72	624
Icatu Vermelho	10	933	351	1294
Sarchimor	27	744	99	870
Robusta	0	27	06	33
Total	380	3883	871	5134
(%)	(7,4)	(75,6)	(17,0)	(100)

SUPLICY FILHO et al. (1978) coletaram moscas-das-frutas, através de frascos caça-moscas instalados em pomar de citros, em Bebedouro (SP) e obtiveram um pico populacional da mosca-do-mediterrâneo nos meses de julho e agosto (1975), o que coincide com o final da maturação do café.

Segundo CHRISTENSON & FOOTE (1960), com a entrada de *D. dorsalis* no Havai em 1946, houve declínio da população de *C. capitata*, motivado pelo fator competitivo, restringindo-a áreas litorâneas e de climas amenos de maior altitude.

Mais recentemente, grandes áreas cafeeiras recém instaladas na Ilha de Kauai (Havai), provocou a dominância (90 - 100%) de *C. capitata* sobre *D. dorsalis*, atribuída a uma melhor adaptação à fenologia da planta, onde os recursos são explorados mais precocemente e com maior eficiência pela mosca-do-mediterrâneo (VARGAS et al., 1995).

Setenta e cinco por cento dos adultos de *Anastrepha* spp. emergiram da variedade 'Mundo Novo', o que possivelmente está relacionado com o tamanho dos frutos e riqueza do mesocarpo, já que demonstrou o maior valor de peso (Tabela 1). É relevante lembrar, que as larvas de *Anastrepha* spp. (grupo *fraterculus*) são maiores que as da mosca-do-mediterrâneo e que portanto, necessitam de maior espaço para o seu desenvolvimento.

Além disso, outro fator observado por PAVAN et al. (1975) foi a ação esterilizante sobre a mosca-do-mediterrâneo induzida por frutos de café 'Mundo Novo', que os autores coletaram na Estação Experimental do Instituto Agrônomo, em Cordeirópolis. As fêmeas oriundas desta localidade não realizavam postura, mas quando larvas eram retiradas dos frutos e colocadas em dieta artificial, as fêmeas provenientes desta criação mostravam um padrão normal de fertilidade. Por isso, os autores consideraram que o material genético de 'Mundo Novo' da propriedade citada deveria apresentar substância(s) inibidora(s) da ovogênese.

Cerca de 40% dos adultos de Lonchaeidae foram oriundos de 'Icatu Vermelho', fato este que sugere a realização de estudos para determinar o(s) fator(es) envolvido(s) na

preferência, já que espécies desta família têm causado prejuízos econômicos em algumas fruteiras, como a cultura do maracujá.

Com resultados bastante semelhantes aos acima descritos, MALAVASI et al. (1980) encontraram em frutos de café, um complexo de espécies de moscas-das-frutas: *C. capitata*, *A. fraterculus*, *A. sororcula* (Tephritidae) e *Silba* spp. (Lonchaeidae). SOUZA et al. (1975) encontraram praticamente as mesmas espécies relatadas no presente trabalho, com proporções ligeiramente diferentes.

DAHER & FREIRE (1989) encontraram em café 'Mundo Novo', em Viçosa, MG, 5,6% de grãos infestados com moscas-das-frutas; identificaram as espécies *C. capitata* e *A. fraterculus*.

Mesmo não sendo possível a determinação da(s) espécie(s) de mosca(s)-da(s)-fruta(s) hospedeira(s), na somatória das 3 coletas foram obtidos os seguintes parasitóides (Hymenoptera) e respectivas quantidades: os braconídeos *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti, 1911) (20) e *Asobara* sp. (02), além de Eucoilidae (03).

A espécie *D. areolatus* é um importante parasitóide de *Anastrepha* spp. e está sendo estudado para uso em programas de controle biológico no Brasil (SARRIÉS & WALDER, 1995). De acordo com ZUCCHI (1996), os braconídeos parasitóides de moscas-das-frutas são endoparasitos e a maioria oviposita no estágio larval do hospedeiro e o adulto emerge do pupário da mosca.

De acordo com LEONEL Jr et al. (1995), *D. areolatus* (Opiinae) representou 69,9% dos braconídeos parasitóides de Tephritidae coletados no Brasil, seguido por *Utetes*

*anastrephae* (Viereck, 1913) (Opiinae) e *Asobara anastrephae* (Muesebeck, 1958) (Alysiinae). Os mesmos autores relataram em *C. arabica* as duas espécies citadas de Opiinae e reportaram que *D. areolatus* era parasitóide de *C. capitata* e de 9 espécies de *Anastrepha*, sendo 4 delas pertencentes ao grupo *fraterculus*.

Um levantamento de parasitóides em diversas culturas, realizado por ESKAFI (1990) mostrou que na Guatemala, a taxa de parasitismo em *C. capitata* nas culturas de café e pêsego (ambos com menos de 0,2%), e citros (3,8%) é muito baixa, mesmo sendo os mais importantes hospedeiros da mosca-do-mediterrâneo. Naquele país, o parasitóide mais importante é *Doryctobracon crawfordi* (Viereck), sendo que o autor também identificou *D. areolatus* parasitando *C. capitata* e *A. fraterculus*, nas culturas de café e laranja doce, respectivamente.

Pelo alto nível de infestação de moscas-das-frutas e baixa população de parasitóides obtidos na presente pesquisa, fica evidenciado que qualquer programa de controle de moscas-das-frutas, inclusive controle biológico clássico através de parasitóides, como aqueles desenvolvidos por CARVALHO et al. (1995) e WALDER & SARRIÉS (1995), deve considerar o café um hospedeiro preferencial para a liberação e recuperação desses agentes. Também seria uma forma de quebrar a chamada sucessão hospedeira, onde frutos que amadurecem em diferentes épocas do ano permitem a sobrevivência e aumento populacional das moscas-das-frutas (ORLANDO & SAMPAIO, 1973). O período de amadurecimento dos frutos de café é muito importante para as moscas-das-frutas, porque ocorre em uma época do ano com reduzido número de espécies em frutificação.

## 4.2. Infestação em Citros

Na 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> coleta de laranjas ('Pera'), ambas realizadas em Atibaia (07/06 e 01/07/94), em área próxima a cafezal, houve respectivamente 51% e 37% de frutos infestados, apresentando uma média de 1,21 e 1,36 larva/fruto atacado (variação de 1 a 3 por fruto). O levantamento indicou um índice de infestação de 5,64 e 4,01 larvas/kg de fruta, e ainda 0,61 e 0,49 larva/fruto, respectivamente na 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> amostragem (Tabela 3).

Dos frutos atacados na 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> avaliação (Tabela 3), 78,4% e 64,4% apresentaram 1 larva, sendo que dos 175 frutos infestados, apenas 1 continha 3 larvas. Em média, houve 43,2% de frutos atacados, o que significa uma alta incidência de moscas-das-frutas, já que a infestação em laranjas causa apodrecimento e queda dos fruto.

Na Tabela 4, pode-se verificar os índices de infestação em laranjas, observados nas coletas realizadas em 5 municípios paulistas, com as respectivas espécies de moscas-das-frutas. Obtiveram-se índices médios de infestação de 0,58 (0,12 - 1,27) pupas/fruto e 4,28 (0,73 - 7,60) pupas/kg de laranja. Das amostras, emergiram adultos de *A. fraterculus*, *C. capitata* e Lonchaeidae, nesta ordem de importância numérica.

MALAVASI & MORGANTE (1980) determinaram para *Citrus* spp. um índice de infestação médio de 1,32 larva de moscas-das-frutas/fruto, estando atacadas cerca de 46% das amostras coletadas. Embora estes autores tenham considerado espécies cítricas como hospedeiras secundárias de moscas-das-frutas, do ponto de vista de dinâmica populacional, é importante enfatizar que essas fruteiras não toleram os mais baixos valores de larva/fruto.



Tabela 3. Valores de índices de infestação de moscas-das-frutas em laranja (*C. sinensis* 'Pera'), Atibaia, SP, jun-jul/94.

Data da coleta	Nº de frutos	Peso dos frutos (kg)	Nº de frutos atacados (%)	Média de larvas / fruto atacado	Índice de infestação larvas/fruto	larvas/ kg
07/06/94	200	21,814	102 (51,0)	1,21 (1 a 3)	0,61	5,64
01/07/94	200	24,720	73 (36,5)	1,36 (1 a 2)	0,49	4,01
Média	200	23,267	87,5 (43,2)	1,27 (1 a 3)	0,55	4,77

BRESSAN & TELES (1991) calcularam os índices de infestação de *Citrus* spp. em Ribeirão Preto, em 1,0 (pupas/fruto) e 20,1 (pupas/kg de fruta), e ainda, identificaram como infestantes naquela região, apenas *A. obliqua* (61,8%) e *C. capitata* (38,2%).

As espécies de moscas-das-frutas encontradas no presente trabalho, em parte ou totalmente, concordam com vários trabalhos de levantamento de moscas-das-frutas, por meio de frascos ou diretamente em frutos cítricos e, conduzidos no Brasil (SOUZA et al., 1975; SUPPLY FILHO et al., 1978; MALAVASI et al., 1980; NASCIMENTO & ZUCCHI, 1981; CALZA et al., 1988; BRESSAN & TELES, 1991; RAGA et al., 1993) e no exterior (ROSILLO & PORTILLO, 1971; CUCULIZA & TORRES, 1975; LIQUIDO et al., 1990). MALAVASI & MORGANTE (1980) relataram que *Silba* spp. (Lonchaeidae) ocorreram em maior frequência em citros do que em outras fruteiras estudadas.

Segundo MALAVASI & BARROS (1988), *A. fraterculus* coloca 1 ovo por punctura e que logo em seguida, efetua com o ovipositor um movimento de arrasto sobre o

fruto, liberando um feromônio de marcação. Este fato, pode explicar o número de larvas/fruto atacado encontrado no presente levantamento.

Tabela 4. Valores de índices de infestação de moscas-das-frutas em laranja (*C. sinensis*), coletadas em municípios do Estado de São Paulo, 1993-96.

Local	Nº de frutos	Peso dos frutos(kg)	Nº de pupas	Índice de infestação pupas/fruto	Índice de infestação pupas/kg	Adultos emergidos (M <sup>1</sup> ; F <sup>2</sup> )
N. Paulista	15	2,500	19	1,27	7,60	3 <i>C. capitata</i> (2M; 1F)
Atibaia	194	21,160	80	0,41	3,78	44 <i>A. fraterculus</i> (20M; 24F)
Atibaia	245	30,282	93	0,38	3,07	82 <i>A. fraterculus</i> (39M; 43F) 1 <i>C. capitata</i> (F); 6 Lonchaeidae
Pindorama	52	8,250	06	0,12	0,73	6 <i>C. capitata</i> (F)
Jacupiranga	73	9,260	41	0,56	4,43	3 <i>A. fraterculus</i> (2M; 1F)
Campinas	21	2,650	17	0,81	6,42	15 <i>A. fraterculus</i> (9M; 6F) 02 Lonchaeidae

<sup>(1)</sup> Macho

<sup>(2)</sup> Fêmea

### 4.3. Irradiação de Moscas-das-frutas

#### 4.3.1. Ovos de Moscas-das-frutas em Dieta Artificial

Conforme pode se constatar pela Tabela 5, todas as doses de radiação gama empregadas reduziram significativamente o número de pupas e adultos da mosca-do mediterrâneo. quando irradiou-se ovos de *C. capitata* com 24-48 horas. A dose de 20 Gy,

causou uma redução de 52,8% do número de pupas e impediu totalmente a emergência de adultos. A dose de 15 Gy proporcionou uma diminuição de 60,7% do número de pupas, onde emergiu apenas 1 adulto (99,8% de mortalidade).

Também MACFARLANE (1966), não obteve adultos de *S. tryoni* ao irradiar ovos maduros com 20 Gy, enquanto RAGA (1990) na mesma dose registrou 99,8% de mortalidade de adultos, oriundos de ovos de *C. capitata* irradiados com 48 horas de idade.

Pela Tabela 5, observa-se nas doses a partir de 10 Gy, um efeito mais acentuado da irradiação, sobre o ciclo de desenvolvimento da mosca-do-mediterrâneo, quando provavelmente se estabeleçam desordens acentuadas no metabolismo pupal.

Tabela 5. Número total de pupas e adultos de *C. capitata*, oriundo de ovos de 24-48 horas irradiados <sup>(1)</sup> em dieta artificial. Campinas, 1995.

Dose (Gy)	Número <sup>(2)</sup>					%Mortalidade (adultos/ovos)
	Ovos	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	500	295a <sup>(3)</sup>	272a	134	138	45,6
5,0	500	198b	172b	86	86	65,6
7,5	500	182bc	156b	83	73	68,8
10,0	500	148bcd	104c	56	48	79,2
15,0	500	116de	1d	0	1	99,8
20,0	500	140cd	0d	0	0	100
25,0	500	98e	0d	0	0	100

<sup>(1)</sup> Taxa de dose: 743 Gy/hora

<sup>(2)</sup> Total original

<sup>(3)</sup> Números seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05)

#### 4.3.2. Ovos de Moscas-das-frutas em Frutos de Laranja

À semelhança da irradiação dos ovos em dieta artificial, a dose de 20 Gy aplicada em frutos de laranja infestados artificialmente, impediu a emergência de adultos de *C. capitata*, reduzindo em 92,6% o número de pupas de *C. capitata* (Tabela 6). A dose de 2,5 Gy não diferiu estatisticamente da testemunha na quantidade de pupas e adultos. Também a irradiação de ovos com 5,0 Gy produziu um número semelhante de pupas que a testemunha.

Comparando-se as mortalidades ovos/adultos observadas nas mesmas doses (Tabelas 5 e 6), pode-se notar uma atenuação da dose, ao irradiar-se os ovos no interior de frutos de laranja. Este fato foi observado por MOY et al. (1983) ao irradiar ovos da mosca-do-mediterrâneo em pêsegos e nectarinas, tendo os autores atribuído a um efeito protetor, provocado pelo conteúdo altamente aquoso dos frutos.

A irradiação de mamões infestados com ovos de *C. capitata* de até 72 horas de idade, conduzida por FARIA (1989) resultou em ausência completa de adultos na dose de 20 Gy.

RAGA (1990) trabalhando com ovos de 48 horas em mangas, impediu a emergência da mosca-do-mediterrâneo com a dose de 30 Gy, sendo que 20 Gy, provocou 98,6% de mortalidade adultos/ovos.

COSTA (1990) ao irradiar frutos de laranja e tangerina, contendo ovos de 48 horas, evitou a emergência de *C. capitata* utilizando 50 Gy. No entanto o autor não testou doses inferiores para alcançar o mesmo efeito.

Tabela 6. Número total de pupas e adultos de *C. capitata*, oriundo de ovos de 24-48 horas irradiados <sup>(1)</sup> em frutos de laranja. Campinas, 1996.

Dose (Gy)	Número <sup>(2)</sup>					%Mortalidade (adultos/ovos)
	Ovos	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	500	394a <sup>(3)</sup>	385a	190	195	23,0
2,5	500	341ab	337ab	171	166	32,6
5,0	500	253abc	249bc	121	128	50,2
7,5	500	218bc	210c	109	101	58,0
10,0	500	186cd	176c	85	91	64,8
15,0	500	130d	39d	21	19	92,2
20,0	500	29e	0e	0	0	100

<sup>(1)</sup> Taxa de dose: 673 Gy/hora

<sup>(2)</sup> Total original

<sup>(3)</sup> Números seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05)

#### 4.3.3 Larvas de *C. capitata* em Dieta Artificial

Nem mesmo a dose de 30Gy reduziu significativamente o número de pupas, enquanto que o número de adultos apresentou redução significativa com a dose de 10 Gy aplicada sobre larvas de *C. capitata*. A irradiação de larvas da mosca-do-mediterrâneo na dose de 15 Gy provocou redução do número de adultos em 94,5% e as larvas irradiadas com 20 Gy não alcançaram a fase adulta (Tabela 7).

O efeito das diversas doses sobre o número de pupas obtido não foi pronunciado, demonstrando que o critério de não emergência de adultos é de grande

importância para a viabilidade do processo de irradiação, em vista da diminuição acentuada da dose e segurança quarentenária que proporciona. Aplicando uma dose de 100 Gy, MACFARLANE (1966), alcançou níveis muito baixos de letalidade sobre larvas de *S. tryoni*, sendo que a emergência de adultos foi evitada com doses a partir de 20 Gy.

Ao irradiar em dieta artificial, larvas de 3º ínstar (6 e 7 dias de idade) de *C. capitata*, RAGA (1990) inibiu a emergência de adultos com 30 Gy, dose bastante acima daquela registrada na presente pesquisa. O citado autor, calculou a mortalidade de adultos em 98,8% na dose de 20 Gy, o que implicou na expectativa de que uma dose um pouco acima deveria proporcionar 100% de redução.

Tabela 7. Número total de pupas e adultos de *C. capitata*, oriundo de larvas de 3º ínstar irradiadas <sup>(1)</sup> em dieta artificial. Campinas, 1995.

Dose (Gy)	Número <sup>(2)</sup>					%Mortalidade (adultos/larvas)
	Larvas	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	195ab <sup>(3)</sup>	167a	91	76	6,5
5,0	200	197a	119a	69	50	40,5
10,0	200	190ab	53b	31	22	73,5
15,0	200	185ab	11c	9	2	94,5
20,0	200	187ab	0d	0	0	100
25,0	200	188ab	0d	0	0	100
30,0	200	182b	0d	0	0	100

<sup>(1)</sup> Taxa de dose: 743 Gy/hora

<sup>(2)</sup> Total original

<sup>(3)</sup> Números seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05)

#### 4.3.4. Larvas de *C. capitata* em Frutos de Laranja e Pomelo

As doses testadas (até 25 Gy) na irradiação de larvas de 3º instar de *C. capitata* em frutos de laranja ('Pera Rio'), não foram suficientes para impedir a emergência de adultos (Tabela 8). A dose de 25 Gy apresentou redução significativa do número de pupas (21,5%) e adultos da mosca-do-mediterrâneo, sendo que o efeito mais acentuado dessa dose foi observado na fase adulta, onde mostrou 54% de mortalidade adultos/larvas.

Tabela 8. Número total de pupas e adultos de *C. capitata*, oriundo de larvas de 3º instar irradiadas <sup>(1)</sup> em frutos de laranja. Campinas, 1996.

Dose (Gy)	Número <sup>(2)</sup>					%Mortalidade (adultos/larvas)
	Larvas	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	200a <sup>(3)</sup>	191a	101	90	4,5
5,0	200	162b	148ab	74	74	26,0
7,5	200	178ab	161ab	78	89	11,0
10,0	200	173ab	163ab	80	83	13,5
15,0	200	173ab	138b	72	66	13,5
20,0	200	188ab	146ab	70	76	27,0
25,0	200	157b	92c	41	51	54,0

<sup>(1)</sup> Taxa de dose: 673 Gy/hora

<sup>(2)</sup> Total original

<sup>(3)</sup> Números seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05)

Em pomelo, não houve diferença estatística entre as doses testadas quanto ao número de pupas de *C. capitata*. O número de adultos foi reduzido significativamente a partir da aplicação de 20 Gy sobre as larvas. Sómente a dose de 30 Gy impediu a emergência de adultos, pois 25 Gy causou 97% de mortalidade adultos/larvas (Tabela 9). WINDEGUTH & ISMAIL (1987) não obtiveram adultos, ao irradiarem com 25 Gy pomelos infestados com ovos e larvas de *A. suspensa*.

Tabela 9. Número total de pupas e adultos de *C. capitata*, oriundo de larvas de 3º instar irradiadas <sup>(1)</sup> em frutos de pomelo. Campinas, 1996.

Dose (Gy)	Número <sup>(2)</sup>					%Mortalidade (adultos/larvas)
	Larvas	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	200a <sup>(3)</sup>	196a	97	99	2,0
7,5	200	200a	192a	100	92	4,0
10,0	200	192a	185a	105	80	7,5
15,0	200	183a	119a	64	55	40,5
20,0	200	189a	15b	22	11	92,5
25,0	200	196a	6b	4	2	97,0
30,0	200	193a	0b	0	0	100

<sup>(1)</sup> Taxa de dose: 659 Gy/hora

<sup>(2)</sup> Total original

<sup>(3)</sup> Números seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05)



Na irradiação de larvas em dieta artificial (Tabela 7), 20 Gy provocou a ausência de adultos e no teste de frutos de laranja (Tabela 8) e pomelo (Tabela 9), foi capaz de causar tão somente 27% e 92,5% de mortalidade adultos/larva, respectivamente.

FÉSÛS et al. (1981), concluíram que o processo de mortalidade de imaturos de *C. capitata*, se inicia mais cedo a medida que se aumenta a dose de radiação e que o tempo necessário para o início da destruição é semelhante para ovos e larvas jovens, na mesma dose, enquanto que, para larvas maduras, a destruição se inicia mais tarde e leva mais tempo.

#### **4.3.5. Larvas de *A. fraterculus* em Dieta Artificial**

A partir de 10 Gy, as doses aplicadas sobre larvas da mosca-da-fruta-sul-americana, mostraram diminuição significativa do número de adultos, conforme demonstra a Tabela 10. A dose de 15 Gy impediu a emergência de adultos de *A. fraterculus* e reduziu em 21,3% o número de pupas, oriundas de larvas de 3º instar. Isto demonstra a maior radiosensibilidade da larva de *A. fraterculus* às doses maiores, em comparação à da mosca-do-mediterrâneo.

MACFARLANE (1966) necessitou 20 Gy para prevenir a emergência de adultos de *S. tryoni*, quando irradiou larvas maduras e RAGA (1990) alcançou o mesmo objetivo quando irradiou larvas de *A. fraterculus* com 17,5 Gy.

Irradiando maçãs infestadas com larvas da mosca-da-fruta-sul-americana, ARTHUR & WIENDL (1996) impediram a emergência de adultos com 25 Gy. FARIA (1989)

irradiou larvas de *A. fraterculus* com 8 dias de idade, em frutos de mamão, obtendo com 28 Gy, a não emergência de adultos.

Tabela 10. Número total de pupas e adultos de *A. fraterculus*, oriundo de larvas de 3º instar irradiadas <sup>(1)</sup> em dieta artificial. Campinas, 1995.

Dose (Gy)	Número <sup>(2)</sup>					%Mortalidade (adultos/larvas)
	Larvas	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	188a <sup>(3)</sup>	177a	91	86	11,5
5,0	200	159ab	129ab	63	66	27,1
7,5	200	140b	110ab	58	52	45,0
10,0	200	143b	95b	51	44	52,5
12,5	200	152ab	31c	17	14	84,5
15,0	200	148ab	0d	0	0	100
17,5	200	145b	0d	0	0	100

<sup>(1)</sup> Taxa de dose: 759 Gy/hora

<sup>(2)</sup> Total original

<sup>(3)</sup> Números seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05)

#### 4.3.6. Pré-pupas de *C. capitata*

Apenas as pré-pupas da mosca-do-mediterrâneo irradiadas com 30 Gy não apresentaram adultos e o pupamento nas diversas doses praticamente não foi afetado, o que comprova a elevada radiorresistência dessa idade (Tabela 11). Este fator é altamente relevante,

pelo fato de que em condições naturais, é no período de pré-pupa que ocorre o abandono do fruto, necessário para ocorrer a pupação no solo. Na prática, a nível comercial, uma caixa de fruta, pode conter indivíduos em condição de pré-pupa, onde doses de desinfestação de ovos e larvas de moscas-das-frutas podem não ser efetivas.

Comparando-se os dados de mortalidade de larvas de 3º ínstar e pré-pupas, encontrados na presente pesquisa, verifica-se a maior radiorresistência de pré-pupas da mosca-do-mediterrâneo e concorda com os estudos de WALDER et al. (1989).

Tabela 11. Número total de pupas e adultos de *C. capitata*, oriundo de pré-pupas (PP) irradiadas (<sup>1</sup>)em dieta artificial. Campinas, 1995.

Dose (Gy)	Número <sup>(2)</sup>					%Mortalidade (adultos/PP)
	PP	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	200	194a <sup>(3)</sup>	104	90	3,0
5,0	200	200	182a	99	83	9,0
10,0	200	200	186a	109	77	7,0
15,0	200	200	58b	44	14	71,0
20,0	200	200	2c	0	2	99,0
25,0	200	200	3c	1	2	98,5
30,0	200	194	0c	0	0	100

<sup>(1)</sup> Taxa de dose: 759 Gy/hora

<sup>(2)</sup> Total original

<sup>(3)</sup> Números seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05)

#### 4.3.7. Pupas de *C. capitata*

Apenas a partir da dose de 20 Gy, aplicada sobre pupas com 3-4 dias de idade, houve diminuição estatisticamente significativa do número de adultos da mosca-do-mediterrâneo. Porém, a dose de 120 Gy não evitou a emergência de 1 adulto (Tabela 12).

Tabela 12. Número total de adultos de *C. capitata*, oriundo de pupas de 3-4 dias irradiadas <sup>(1)</sup>. Campinas, 1996.

Dose (Gy)	N ú m e r o <sup>(2)</sup>				%Mortalidade (adultos/pupas)
	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	198a <sup>(3)</sup>	100	98	1,0
5,0	200	189a	92	97	5,5
10,0	200	179a	87	92	10,5
20,0	200	66b	23	43	67,0
40,0	200	34c	14	20	83,0
80,0	200	15d	9	6	92,5
120,0	200	1e	1	0	99,5

<sup>(1)</sup> Taxa de dose: 673 Gy/hora

<sup>(2)</sup> Total original

<sup>(3)</sup> Números seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05)

WIENDL et al. (1979) irradiaram pupas de 3 e 4 dias de idade e calcularam em 127 Gy e 168 Gy, respectivamente, as doses requeridas para prevenir a emergência de adultos de *C. capitata*. Ainda com esta espécie, FARIA (1989) obteve dois adultos, quando irradiou

com 100 Gy, pupas de *C. capitata* com 4 dias de idade. MACFARLANE (1966) concluiu que são necessários 150 Gy para prevenir a emergência de *S. tryoni*, a partir de pupas irradiadas com 1-2 dias de idade.

#### 4.3.8. Pupas de *A. fraterculus*

Conforme se pode verificar pela Tabela 13, as doses testadas para pupas de 5-6 dias de *A. fraterculus*, foram incapazes de prevenir a emergência de adultos (20,0 a 120Gy), onde a maior dose resultou em 91,1% de mortalidade.

Tabela 13. Número total de adultos de *A. fraterculus*, oriundo de pupas de 5-6 dias irradiadas <sup>(1)</sup>. Campinas, 1996.

Dose (Gy)	N ú m e r o <sup>(2)</sup>				%Mortalidade (adultos/pupas)
	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	180	113a <sup>(3)</sup>	51	62	37,2
20,0	180	98a	54	44	45,6
40,0	180	91a	43	48	49,5
60,0	180	87a	46	41	51,7
80,0	180	74a	39	35	58,9
100,0	180	42b	20	22	76,7
120,0	180	16c	7	9	91,1

<sup>(1)</sup> Taxa de dose: 673 Gy/hora

<sup>(2)</sup> Total original

<sup>(3)</sup> Números seguidos pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05)

As doses até 80 Gy não diferiram significativamente da testemunha quanto ao número de adultos. Embora exista o risco da emergência de adultos na dose de 120 Gy, FARIA (1989) obteve apenas 1 larva de *A. fraterculus* (F1), oriunda de pais irradiados com 20 Gy na fase de pupa (8 dias de idade), sendo que os espécimens não atingiram a fase adulta.

SILVA et al. (1989) ao irradiarem pupas de *A. obliqua* de 10 dias de idade, com 200 Gy, tiveram 37% de emergência de adultos, enquanto que 300 Gy causou letalidade completa. Segundo THOMAS & RAHALKAR (1975), a dose 150 Gy fornecida a pupas de 2-3 dias de idade, preveniu a emergência de adultos de *D. dorsalis* e *D. cucurbitae*.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa, pode-se concluir que:

- As variedades de café 'Icatu Vermelho', 'Catuai Vermelho', 'Mundo Novo' e 'Sarchimor' apresentaram os maiores valores de pupas/fruto e as duas primeiras mostraram os maiores números de pupas/peso, enquanto 'Robusta' registrou o menor valor.
- As moscas-das-frutas encontradas em frutos de café foram: *C. capitata*, *Anastrepha* spp. e Lonchaeidae, com dominância da primeira espécie. O nível de parasitismo de moscas-das-frutas observado em frutos de café foi muito baixo.
- Em área próxima a cafezal, a infestação média de moscas-das-frutas em laranja doce foi de 4,77 larvas/Kg de fruta e 0,55 larva/fruto.
- As moscas-das-frutas encontradas em frutos cítricos foram: *A. fraterculus*, *C. capitata*, e Lonchaeidae, com maior frequência da mosca-da-fruta-sul-americana.

- A dose de 20 Gy aplicada sobre ovos de *C. capitata*, aplicada em dieta artificial e em frutos de laranja, impediu a emergência de adultos.
- A população de *C. capitata* irradiada na fase de larva de 3º instar com 20 Gy, em dieta artificial, não alcançou a fase adulta, sendo que 25 Gy em frutos de laranja e pomelo, permitiu emergência de alguns indivíduos.
- Em pomelo, apenas a aplicação de 30 Gy em larvas de 3º instar, inibiu a emergência de adultos da mosca-do-mediterrâneo.
- Larvas de *A. fraterculus* irradiadas no 3º instar foram mais sensíveis à radiação gama.
- As pré-pupas de *C. capitata* irradiadas com 30 Gy não alcançaram a fase adulta. A fase pupal mostrou-se altamente resistente, pois 120 Gy sobre pupas de *C. capitata* e *A. fraterculus* não impediu totalmente a emergência de adultos.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABASA, R.O. Observations on the seasonal emergence of fruit flies on a Kenya coffee estate and studies of the pest status of *Ceratitis capitata* Wied. in coffee. *East African Agric. For. J.*, Nairobi, v. 39, n.2, p. 144-148, 1973.
- ARRIGONI, E.B. *Dinâmica populacional de moscas-das-frutas (Diptera- Tephritidae) em três regiões do Estado de São Paulo*. Piracicaba: 1984. 165p. Tese (Doutoramento) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"/USP.
- ARTHUR, V. Determinação da dose letal para larvas de *A. obliqua* (Mac., 1835) (Dip., Tephritidae) no interior de frutos de *Spondias purupurea* L.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, jan., 1989, Belo Horizonte, MG. *Resumos*. p. 518.
- ARTHUR, V. & WIENDL, F.M. Desinfestação de maçãs atacadas por *Anastrepha fraterculus* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) através das radiações gama do Cobalto-60. *An. Soc. Entomol. Brasil*, Londrina, v. 25, n.1, p. 157-159, 1996.
- BALOCK, J.W.; BURDITT Jr, A.K.; CHRISTENSON, L.D. Effects of gamma radiation on various stages of three fruit fly species. *J. Econ. Entomol.*, College Park, v. 56, n.1, p. 42-46, 1963.

- BALOCK, J.W.; BURDITT Jr., A.K.; SEO, S.T.; AKAMINE, E.K. Gamma radiation as a quarantine treatment for Hawaiian fruit flies. *J. Econ. Entomol.*, College Park, v. 59, n.1, p. 202-204, 1966.
- BENSCHOTER, C.A. & TELICH C., J. Effect of gamma rays on immature stages of the mexican fruit fly. *J. Econ. Entomol.*, College Park, v. 57, n. 5, p. 690 - 691, 1964.
- BRESSAN, S. Fatores bióticos de mortalidade pupal de *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (Diptera: Tephritidae) em laboratório. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, março, 1995. Caxambú, MG. *Resumos*. p. 303.
- BRESSAN, S & TELES, M.C. Longevidade e curva de sobrevivência de três espécies do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera, Tephritidae) em laboratório. *Rev. Bras. Entomol.*, São Paulo, v. 35, n.4, p. 685-690, 1991.
- BRESSAN, S. & TELES, M.C. Lista de hospedeiros e índices de infestação de algumas espécies do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) na região de Ribeirão Preto - SP. *An. Soc. Entomol. Brasil*, Porto Alegre, v. 20, n.1, p. 1-15, 1991.
- BUGHIO, A.R.; QURESCHI, Z.A.; MECCI, A.K. Effects of gamma radiation on eggs of *Dacus zonatus* (Saunders). *Int. J. Rad. Biol.*, London, v.16, n. 2, p. 183 -192, 1969.
- BURDITT Jr. , A.K. & HUNGATE, P. Gamma irradiation as a quarantine treatment for cherries infested by western cherry fruit fly (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.*, College Park, v. 81, n. 3, p. 859-862, 1988.
- CALZA, R. ; SUPLICY FILHO, N., RAGA, A.; RAMOS, M.R.K. Levantamento de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* em vários municípios de São Paulo. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v. 55, n.1/4, p. 55-60, 1988.
- CARVALHO, R.S.; NASCIMENTO, A.S.; MENDONÇA, M.C. Introdução e criação de *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), parasitóide de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, março, 1995, Caxambú, MG. *Resumos*. p. 365.
- CHRISTENSON, L.D. & FOOTE, R.H. Biology of fruit flies. *Annu. Rev. Entomol.*, Palo Alto, v. 5, p. 171-192, 1960.

- CIVIDANES, F.J.; NAKANO, O.; MELO, M. Avaliação da qualidade de frutos de café atacados por *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae). *Sci Agr.*, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 220-225, 1993.
- COSTA, N. *Desinfestação de laranjas e tangerinas (Citrus spp) atacadas pela mosca-do-mediterrâneo Ceratitis capitata (Wied., 1824) através da radiação gama (Co-60), para fins de exportação*. Piracicaba: 1990. 94 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP.
- CUCULIZA, M. & TORRES, E. "Moscas de la fruta" en las principales plantas hospederas del Valle de Huanuco. *Revista Peruana de Entomologia*, Lima, 18(1): 76-79, 1975.
- DAHER, L.T. & FREIRE, J.A.H. Ocorrência de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em café, em Viçosa-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, jan., 1989. Belo Horizonte, MG. *Resumos*. p. 505.
- ESKAFI, F.M. Parasitism of fruit flies *Ceratitis capitata* and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in Guatemala. *Entomophaga*, Paris, v. 35, n.3, p. 355-362, 1990.
- FAGUNDES, L.; VICENTE, J.R.; SILVA, G.L.S.P.da. Oferta de laranja: influências do preço da pesquisa agrônômica e das condições climáticas. *Laranja*, Cordeirópolis, v. 15, n.1, p. 1-36, 1994.
- FARIA, J.T. & SUPLICY FILHO, N. As possibilidades de criação de *Anastrepha fraterculus* (Wiedmann, 1830), em frutos de mamões papaya. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, jan., 1989, Belo Horizonte, MG. *Resumos*. p. 513.
- FARIA, J.T. *Radiação gama como um processo quarentenário para Ceratitis capitata (Wied., 1824) e Anastrepha fraterculus (Wied., 1830) (Diptera; Tephritidae) em mamão papaya (Carica papaya L.) cultivar Sunrise Solo*. Piracicaba: 1989. 182p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP.
- FERNANDES, O.A.; NUNES, N.R.; BUSOLI, A.C. Intensidade de infestação e preferência hospedeira de moscas das frutas (Diptera, Tephritidae) na região de Ribeirão Preto, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, jan., 1986, Rio de Janeiro, RJ. *Resumos*. p. 118.

- FERNANDES, O.A. *Estudos bioecológicos e avaliação de danos causados por moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em Citrus sinensis Osbeck Var. Pera*. Ribeirão Preto: 1987. 79p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras/USP.
- FÊSUS, I.; KÁDAS, L.; KÁLMAN, B. Protection of oranges by gamma radiation against *Ceratitidis capitata* Wied.. *Acta Aliment.*, Budapeste, v. 10, n. 4, p. 293-299, 1981.
- FONSECA, J.P. & AUTUORI, M. Bichos dos frutos. *Biológico*, São Paulo, v. 2, n. 10, p. 351-359, 1936.
- GONÇALVES, J.S. & SOUZA, S.A.M. Produção e comercialização de laranja de mesa no Estado de São Paulo. *Laranja*, Cordeirópolis, v. 15, n. 2, p. 35-84, 1994.
- HARRIS, E.J. & CAREY, J.R. Laboratory studies of the mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in coffee. *Eviron. Entomol.*, Lanham, v.18, n. 1, p. 103-110, 1989.
- HARRIS, E.J. & LEE, C.Y. Development of *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in coffee in wet and dry habitats. *Environ. Entomol.*, Lanham, v.18, n. 6, p. 1042-1049, 1989.
- HEATHER, N.W.; CORCORAN, R.J.; BANOS, C. Disinfestation of mangoes with gamma irradiation against two australian fruit flies (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.*, College Park, v. 84, n. 4, p. 1304-1307, 1991.
- HEMPEL, A. O bicho dos frutos e seus parasitas. *Bol. Agric.*, São Paulo, v. 7, n.5, p. 206-214, 1906.
- HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. *El genero Anastrepha Schiner en Mexico (Diptera: Tephritidae): taxonomia, distribución y sus plantas huéspedes*. Xalapa, Instituto de Ecología - Sociedade Mexicana de Entomología, 1992. 162 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. *Cultura de café no Brasil - Pequeno Manual de Recomendações*. Rio de Janeiro, 1986. 1a. edição. 214p.
- JIRON, L.F & HEDSTRÖN, I. Occurrence of fruit flies of the genera *Anastrepha* and *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae), and their host plant availability in Costa Rica. *Fla. Entomol.*, Gainesville, v.71, n.1, p. 62-73, 1988.
- JONA, R & ARZONE, A. Control of *Rhagoletis cerasi* in cherries by  $\gamma$  irradiation. *J. Hort. Sci.*, London, v. 54, n. 3, p. 167-170, 1979.

- KANESHIRO, K.Y.; OHTA, A.T.; KURIHARA, J.S.; KANEGAWA, K.M.; NAGAMINE, L.R. Gamma radiation treatment for disinfestation of mediterranean fruit fly in california grown fruits. I. Stone fruits. *Proc. Hav. Entomol. Soc.*, Honolulu, v. 24, n.2/3, p. 245-259, 1983.
- KANESHIRO, K.Y.; OHTA, A.T.; KURIHARA, J.S.; KANEGAWA, K.M.; NAGAMINE, L.R. Gamma radiation treatment for disinfestation of medfly in thirty-five varieties of california-grown fruits. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF FOOD AND AGRICULTURAL PRODUCTS. 1983, Honolulu. *Proceedings*. Ed. James H. Moy, Honolulu, 1985. p. 98-110.
- KOMSON, P.; SUTANTAWONG, M.; SMITASIRI, E.; LAPASATUKUL, C.; UNAHAWUTTI, U. Irradiation as a quarantine treatment for oriental fruit fly *Dacus dorsalis*, Hendel in Mangoes. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MODERN INSECT CONTROL: NUCLEAR TECHNIQUES AND BIOTECHNOLOGY. 1987, Viena. *Proceedings*. Viena, International Atomic Energy Agency, 1988. p. 319-323.
- LEONEL Jr, F.L.; ZUCCHI, R.A.; WHARTON, R.A. Distribution and tephritid hosts (Diptera) of braconid parasitoids (Hymenoptera) in Brazil. *Int. J. Pest Manag.*, London, v. 41, n. 4, p. 208-213, 1995.
- LIMA, A. da C. Sobre as moscas das frutas que vivem no Brasil. *Chác. Quint.*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 21-23, 1926.
- LIQUIDO, N.J.; CUNNINGHAM, R.T.; NAKAGAWA, S. Host plants of mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) on the island of Hawaii (1949-1985 Survey). *J. Econ. Entomol.*, College Park, v. 83, n. 5, p. 1863-1878, 1990.
- MACFARLANE, J.J. Control of the Queensland fruit fly by gamma irradiation. *J. Econ. Entomol.*, College Park, v. 59, n. 1, p. 884-889, 1966.
- MAIA, M.L. & AMARO, A.A. Estrutura do mercado de suco cítrico no Brasil. *Laranja*, Cordeirópolis, v. 15, n. 1, p. 55-68, 1994.
- MALAVASI, A.; MORGANTE, J.S.; ZUCCHI, R.A. Biologia de "moscas-das-frutas"(Diptera: Tephritidae). I. Lista de hospedeiros e ocorrência. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 40, n. 1, p. 9-16, 1980.

- MALAVASI, A. & MORGANTE, J.S. Biologia de "moscas-das-frutas"(Diptera: Tephritidae). II. Índices de infestação em diferentes hospedeiros e localidades. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 40, n. 1, p. 17-24, 1980.
- MALAVASI, A. & BARROS, M.D. Comportamento sexual e de oviposição em moscas-das-frutas (Tephritidae). In: SOUZA, H.M.L.(Ed.) *Moscas-das-frutas no Brasil*. Campinas, Fundação Cargill, 1988. p. 25-53.
- MARICONI, F.A.M. & IBA, S.A. A mosca do mediterrâneo. *Biológico*, São Paulo, v. 21, n.2, p. 17-31, 1955.
- MARTINS, J.C. *Aspectos biológicos de Anastrepha fraterculus (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em dieta artificial sob diferentes condições de laboratório*. Piracicaba: 1986. 79 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP.
- MARTINS, D.S.; ALVES, F.L. & ZUCCHI, R.A. Levantamento de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na cultura do mamoeiro no norte do Espírito Santo. *An. Soc. Entomol. Brasil*, Londrina, v. 22, n. 2, p. 373-379, 1993.
- MOY, J.H., KANESHIRO, K.Y., OHTA, A.T. & NAGAI, N. Radiation disinfection of california stone fruits infested by medfly - effectiveness and fruit quality. *J. Food Sci.*, Chicago, v. 48, p. 926-932, 1983.
- NASCIMENTO, A.S. & ZUCCHI, R.A. Dinâmica populacional das moscas das frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Recôncavo Baiano. I - Levantamento das espécies. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 16, n. 6, p. 763-767, 1981.
- NEVES, E.M.N., POMPEU, R.B., NEVES, M.F., POMPEU Jr., J. A laranja no Estado de São Paulo: produção regional, destino e mercados. *Laranja*, Cordeirópolis, v.16, n. 2, p. 37-61, 1995.
- NÚÑEZ-BUENO, L. La mosca del mediterráneo. *Rev. ICA*, Bogotá, v. 21, n. 1, p.1-8, 1987.
- ORLANDO, A. & SAMPAIO, A.S. "Moscas-das-frutas". *Biológico*, São Paulo, v. 39, n.6, p. 143-150, 1973.

- PARRA, J.R., ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S. Flutuação populacional e atividade diária de vôo da mosca-do-mediterrâneo em cafeeiros 'Mundo Novo'. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v. 17, n. 7, p. 985-992, 1982.
- PAVAN, O.H.; ARRUDA, V.L.V.; SOUZA, H.M.L. Esterilidade induzida em *Ceratitidis capitata* (Wied.) por substâncias em *Coffea arabica*, var. Mundo Novo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 17, 1975. Belo Horizonte, MG. *Resumos. Ciênc. Cult.* v.27, n.7, suppl., p. 369, 1975.
- PEDROSO, A.S. *Dados bionômicos da Ceratitidis capitata (Diptera: Tephritidae) obtidos em laboratório em regime de dieta artificial*. Piracicaba: 1972. 127p. Tese (Doutoramento - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP.
- PUZZI, D. & ORLANDO, A. Estudos sobre a ecologia das "moscas das frutas" (Trypetidae) no Estado de São Paulo, visando o controle racional da praga. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v. 32, n.1, p. 7-20, 1965.
- RAGA, A. *Uso da radiação gama na desinfestação de mangas destinadas à exportação em relação à Ceratitidis capitata (Wied., 1824), Anastrepha fraterculus (Wied., 1830) e Anastrepha obliqua (Macquart, 1835) (Diptera: Tephritidae)*. Piracicaba: 1990. 134 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP.
- RAGA, A.; SOUZA FILHO, M.F.; SATO, M.E.; CERÁVOLO, L.C. Survey of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in citrus orchard at Presidente Prudente County, São Paulo State. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL FRUITS, Vitória, ES, agosto, 1993. *Abstracts*. p.15.
- ROSILLO, M.A. & PORTILLO, M.M. Factores que detienen el incremento de la densidad de poblacion de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) y *Ceratitidis capitata* (Wied.) (Dipt. Acalypt.). - Region citricola de Bella Vista, Corrientes, Argentina. *Rev. Per. Entomol.*, Lima, v.14, n. 2, p. 323-333, 1971.
- SARRIÉS, S.R.V. & WALDER, J.M.M. Criação de *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera: Braconidae), parasitóide de moscas-das-frutas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, março, 1995, Caxambú, MG. *Resumos*. p.304.

- SEO, S.T.; KOBAYASHI, R.M.; CHAMBERS, D.L.; DOLLAR, A.M.; HANAOKA, M. Hawaiian fruit flies in papaya, bell pepper, and eggplant: quarantine treatment with gamma irradiation. *J. Econ. Entomol.*, College Park, v. 66, n. 4, p. 937-939, 1973.
- SILVA, A.C. da; ARTHUR, V.; SILVA, E.B.; WALDER, J.M.M.; DOMARCO, R.E. Influência da radiação gama do Cobalto-60 em pupas de *Anastrepha obliqua* (Mac., 1835) (Diptera: Tephritidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, jan., 1989. Belo Horizonte, MG. *Resumos*. p. 519.
- SOUZA, H.M.L. de, PAVAN, O.H., DEL VECCHIO, M.C. DEL; CONTI, E. de; ARRUDA, V.L.V. Moscas de frutas em café Mundo Novo (*Coffea arabica*) e em *Citrus calamundin*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 17, 1975. Belo Horizonte. *Resumos. Ciênc. Cult.*, v.27, n.7, suppl., p. 368, 1975.
- SOUZA, H.M.L.; CYTRYNOWICZ, M.; MORGANTE, J.S.; PAVAN, O.H.O. Occurrence of *Anastrepha fraterculus* (Wied.), *Ceratitidis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) and *Silba* spp. (Diptera, Lonchaeidae) eggs in oviposition bores on three host fruits. *Rev. Bras. Entomol.*, São Paulo, v. 27, n. 3/4, p. 191-195, 1983.
- SPALDING, D. H. & DAVIS, D.F. Potential for gamma-radiation as a quarantine treatment for caribbean fruit fly in citrus. In; INTERNATIONAL CONFERENCE RADIATION DISINFESTATION OF FOOD AND AGRICULTURAL PRODUCTS, Honolulu, 1983. *Proceedings*. Honolulu, James H. Moy, 1985. p. 160-165.
- STEYSKAL, G. *Pictorial key to species of the genus Anastrepha (Dip., Tephritidae)*. Washington, D.C. Entomological Society of Washington, 1977. 35 p.
- SUPLICY FILHO, N.; SAMPAIO, A.S.; MYAZAKI, I. Flutuação populacional das "moscas-das-frutas" (*Anastrepha* spp e *Ceratitidis capitata*) em citros na Fazenda Guanabara, Barretos, SP. *Biológico*, São Paulo, v. 4, n.11, p. 279-284, 1978.
- SUPLICY FILHO, N.; PIEDADE, J.R.; BITRAN, E.A.; MORENO, R.Z.; CLEMENTINO, M.; RAGA, A.; CALZA, R.; FARIA, J.T. Estudos complementares sobre o emprego da fosfina na fumigação de mamões para exportação. *Biológico*, São Paulo, v. 53, n. 1/6, p. 37-40, 1987.



- SUPLICY FILHO, N.; CALZA, R.; PAIVA, J.A.A.; GLORIA, M.B.; OLIVEIRA, D.A.; RAGA, A. Avaliação da eficiência de tratamento com irradiação ionizante no controle de “moscas das frutas” *Ceratitidis capitata* (Wied., 1824) (Diptera: Tephritidae). *Biológico*, São Paulo, v. 54, n. 1/4, p. 49-55, 1987.
- THOMAS, P. & RAHALKAR, G.W. Disinfestation of fruit flies in mango by gamma irradiation. *Curr. Sci.*, Bangalore, v. 44, n.21, p. 775-776, 1975.
- VARGAS, R.I.; WALSH, W.A.; NISHIDA, T. Colonization of newly planted coffee fields: dominance of mediterranean fruit fly over oriental fruit fly (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.*, College Park, v. 88, n. 3, p. 620-627, 1995.
- WALDER, J.M.M.; VICINO, S.R.; LOPES, L.A. Efeito letal da radiação gama em ovos e larvas de *Ceratitidis capitata* (Wied., 1824) (Diptera: Tephritidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, jan., 1989. Belo Horizonte, MG. *Resumos*. p.503.
- WALDER, J.M.M. & SARRIÉS, S.R.V. Introdução do parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) para controle de moscas-das-frutas no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, março, 1995. Caxambu, MG. *Resumos*. p. 299.
- WHITE, I. A. & ELSON-HARRIS, M. M. *Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics*. Wallingford, CAB International, 1994. 601 p.
- WIENDL, F.M. Efeitos da radiação gama sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). *Rev. Agric.*, Piracicaba, v. 33, n. 2, p. 68, 1968.
- WIENDL, F.M. Alguns usos e efeitos das radiações gama em *Zabrotes subfasciatus* (Boh. 1833) (Col., Curculionidae). Piracicaba: 1969. 205p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ USP.
- WIENDL, F.M.; SGRILLO, R.B.; WALDER, J.M.M. Influência da idade pupal na radiosensibilidade às radiações gama de *Ceratitidis capitata* (Wied.). *Energ. Nucl. Agric.*, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 15-19, 1979.

- WINDEGUTH, D.L. von & ISMAIL, M.A. Gamma irradiation as a quarantine treatment for florida grapefruit infested with caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*, (Loew). *Proc. Fla State Hort. Soc.*, Orlando, v.100, p. 5-7, 1987.
- ZAHLER, P.M. Moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) em dois pomares de manga (*Mangifera indica*) do Distrito Federal: levantamento de espécies e flutuação populacional. *Rev. Ceres*, Viçosa, v. 38 , p. 206-216, 1991.
- ZUCCHI, R.A. *Taxonomia das espécies de Anastrepha Schiner, 1868 (Dip. Tephritidae) assinaladas no Brasil*. Piracicaba: 1978. 105 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP.
- ZUCCHI, R.A. Moscas-das-frutas (Dip., Tephritidae) no Brasil: taxonomia, distribuição geográfica e hospedeiros. In: SOUZA, H.M.L. (Ed.) *Moscas das frutas no Brasil*. Campinas, Fundação Cargill, 1988. p. 1-10.
- ZUCCHI, R.A. Braconídeos parasitóides de moscas-das-frutas na América do Sul. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 5, maio, 1996. Foz do Iguaçu, PR. *Anais*. p. 89-92.