

RADIAÇÃO GAMA COMO UM PROCESSO QUARENTENARIO PARA  
*Ceratitis capitata* (WIED., 1824) E *Anastrepha frater-*  
*culus* (WIED., 1830) (DIPTERA : TEPHRITIDAE) EM MAMAÓ  
PAPAYA (*Carica papaya* L.) CULTIVAR SUNRISE SOLO

JOSÉ TADEU DE FARIA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Dr. NELSON SUPLICY FILHO

Dissertação apresentada à Escola  
Superior de Agricultura "Luiz de  
Queiroz", da Universidade de São  
Paulo, para obtenção do título  
de Mestre em Ciências Biológicas  
Área de Concentração: Entomologia

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Novembro - 1989

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da  
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

---

F224r Faria, José Tadeu de  
Radiação gama como um processo quarentenário para  
Ceratitidis capitata (Wied., 1824) e Anastrepha frater  
culus (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em mamão  
papaya (Carica papaya L.) cultivar Sunrise Solo.  
Piracicaba, 1989.  
182p.

Diss.(Mestre) - ESALQ  
Bibliografia.

1. Mamão - Praga - Controle 2. Mosca da fruta -  
Irradiação - Controle I. Escola Superior de Agricul  
tura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 634.651

RADIAÇÃO GAMA COMO UM PROCESSO QUARENTENÁRIO PARA  
*Ceratitis capitata* (Wied., 1824) E *Anastrepha fratercu*  
*lus* (Wied., 1830) (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM MAMÃO  
PAPAYA (*Carica papaya* L.) CULTIVAR SUNRISE SOLO.

JOSÉ TADEU DE FARIA

Aprovado em 16.02.1990

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Nelson Suplicy Filho

IB/SAA

Prof. Dr. Otávio Nakano

ESALQ/USP

Prof. Dr. Julio M. M. Walder

CENA/USP



Prof. Dr. Nelson Suplicy Filho

Orientador

Às minhas filhas *Carolina* e *Fernanda*

OFEREÇO

À minha esposa *Eliana*

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Ao Dr. NELSON SULICY FILHO, pela orientação, amizade e por permitir que a presente pesquisa fosse desenvolvida no laboratório de moscas das frutas do Instituto Biológico.

Aos PROFESSORES do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelo apoio e conhecimentos transmitidos.

Ao Prof. Dr. JULIO M.M. WALDER, pelas sugestões apresentadas.

À Professora Dra. MARINEIA DE LARA HADDAD, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Dr. CLAUDIO SZULAK por permitir que os trabalhos de irradiação fossem realizados nas instalações do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares de São Paulo.

Aos Engenheiros CARLOS GAIA DA SILVEIRA e ELIZABETH SEBASTIANA RIBEIRO, pelo auxílio nos trabalhos de irradiação.

Ao SERGIO VIANNA, Chefe da Seção de Fotomicrografia do Instituto Biológico, pela produção e elaboração das fotos.

À ELIZABETH YODA, pela datilografia do

texto.

Ao Engenheiro Agrônomo RUBENS ZAPATA e ao Biólogo MARCELO CLEMENTINO, pelo auxílio na realização da parte experimental da pesquisa.

Aos colegas do Curso de Pós - Graduação, ADALTON RAGA e HARUMI HOJO, pela amizade e incentivo.

À COOPERATIVA AGRÍCOLA DE COTIA e a BATIA EXPORTAÇÃO IMPORTAÇÃO S.A., pelo fornecimento dos frutos para a pesquisa.

À EMBRAPA pela bolsa concedida durante o transcorrer da pesquisa.

A todas as PESSOAS e INSTITUIÇÕES que colaboraram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

SUMÁRIO	Página
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	xiv
RESUMO	xxviii
SUMMARY	xxx
1. INTRODUÇÃO	1.
2. REVISÃO DE LITERATURA	4.
2.1. Efeitos da radiação gama sobre mamões	4.
2.2. Utilização da radiação gama como um processo quarentenário	5.
2.3. Efeitos da radiação gama sobre ovos das moscas das frutas	8.
2.3.1. Irradiação de ovos "in vitro"	8.
2.3.2. Irradiação de ovos nos frutos	10.
2.4. Efeitos da radiação gama sobre ovos e larvas das moscas das frutas	13.
2.5. Efeitos da radiação gama sobre larvas das moscas das frutas	17.
2.5.1. Irradiação de larvas "in vitro"	17.
2.5.2. Irradiação de larvas nos frutos	20.
2.6. Efeitos da radiação gama sobre pupas das moscas das frutas	23.
3. MATERIAL E MÉTODOS	32.
3.1. Obtenção dos insetos para o estudo	32.

	vi.
3.2. Criação Estoque	34.
3.2.1. <u>Ceratitidis capitata</u>	34.
3.2.2. <u>Anastrepha fraterculus</u>	36.
3.3. Técnicas de Irradiação	40.
3.4. Efeitos das diferentes doses de radiação gama sobre as formas imaturas de <u>Ceratitidis capitata</u>	45.
3.4.1. Ovos	45.
a. Infestação em gaiolas	46.
b. Infestação artificial com ovos de 48 horas	48.
3.4.2. Larvas	50.
3.4.3. Pupas	53.
3.5. Efeitos das subdoses de radiação gama sobre larvas de 8 dias de <u>Ceratitidis capitata</u>	54.
3.6. Efeitos das diferentes doses de radiação gama sobre as formas imaturas de <u>Anastrepha fraterculus</u>	55.
3.6.1. Ovos	55.
3.6.2. Larvas	56.
3.6.3. Pupas	57.
3.7. Análise estatística	58.
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60.



4.1. Efeitos da radiação gama sobre os ovos de 1 a 72 horas de <u>C. capitata</u> , em mamões papayas	60.
4.2. Efeitos da radiação gama sobre os ovos de 24 a 72 horas de <u>A. fraterculus</u> , em mamões papayas	76.
4.3. Efeitos da radiação gama sobre os ovos de 48 horas de <u>C. capitata</u> , em mamões papayas	81.
4.4. Efeitos da radiação gama sobre as larvas de 8 dias de <u>C. capitata</u> , em mamões papayas	98.
4.5. Produção e viabilidade dos ovos de <u>C. capitata</u> , ovipositados pelos adultos, provenientes de larvas irradiadas com diferentes subdoses de radiação gama	119.
4.6. Efeitos da radiação gama sobre as larvas de 8 dias de <u>A. fraterculus</u> , em mamões papayas	123.
4.7. Efeitos da radiação gama sobre as pupas de 1 a 8 dias de <u>C. capitata</u>	129.
4.8. Efeitos da radiação gama sobre as pupas de 8 dias de <u>A. fraterculus</u>	146.
5. CONCLUSÕES	163.
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	166.

## LISTA DE FIGURAS

Figura nº		Página
1.	Disposição dos mamões papayas, durante os tratamentos de irradia - ções	42.
2.	Disposição das caixas com mamões papayas, e das provetas com pupas das moscas das frutas durante os tratamentos de irradiações	44.
3.	Linha de regressão dose-mortalida- de e mortalidades observadas das formas imaturas de <u>C. capitata</u> , pro- venientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama	68.
4.	Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das for - mas imaturas de <u>C. capitata</u> , prove- nientes de ovos de 1 a 72 horas, in - festados sobre mamões, protegidos por 1 fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação	

- gama 69.
5. Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas i maturas de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, protegidos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama 70.
6. Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas i maturas de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados dentro de caixas com diferentes doses de radiação gama 74.
7. Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas i maturas de A. fraterculus, provenientes de ovos de 24 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama 79.
8. Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas i

- maturas de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama 89.
9. Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama 90.
10. Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, protegidos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama 91.
11. Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata,

- provenientes de ovos de 48 horas inoculados em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama 95.
12. Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama 107.
13. Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama 108.
14. Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, protegi-

- dos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama 109.
15. Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas i maturas de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama 113.
16. Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas de larvas de 8 dias de C. capitata, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama 116.
17. Viabilidade dos ovos de C. capitata, provenientes de casais de adultos, obtidos de larvas de 8 dias, tratadas com diferentes subdoses de radiação gama 122.
18. Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas i

maturas de A. fraterculus, provenientes de larvas de 8 dias infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama

127.

19. Número de ovos produzidos por adultos de C. capitata, provenientes de 3.000 pupas de 8 dias por tratamento, irradiadas com diferentes doses de radiação gama

144.

## LISTA DE TABELAS

Tabela nº	Página
1	Número de pupas e adultos de <u>C. capitata</u> , provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mameões, tratados com diferentes doses de radiação gama 61.
2	Número de pupas e adultos de <u>C. capitata</u> , provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mameões, protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama 62.
3	Número de pupas e adultos de <u>C. capitata</u> , provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mameões, protegidos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama 63.
4	Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de <u>C. capitata</u> , provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados



- sobre mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama 65.
5. Mortalidades observadas e doses letais calculadas para formas imaturas de C. capitata provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama 66.
6. Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, protegidos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama 67.
7. Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama 71.
8. Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de

- C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados dentro de caixas com diferentes doses de radiação gama 72.
- 9 Número de pupas de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama 75.
- 10 Número de pupas e adultos de A. fraterculus, provenientes de ovos de 24 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama 77.
- 11 Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de A. fraterculus, provenientes de ovos de 24 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama 80.
- 12 Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama 82.

- 13 Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama 83.
- 14 Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, protegidos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama 84.
- 15 Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama 86.
- 16 Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes do-

- ses de radiação gama 87.
- 17 Mortalidades observadas e doses le -  
tais calculadas para as formas imatu-  
ras de C. capitata, provenientes de  
ovos de 48 horas, inoculados em ma-  
mões, protegidos por duas fileiras de  
frutos e tratados com diferentes do-  
ses de radiação gama 88.
- 18 Número de pupas e adultos de C. capi-  
tata, provenientes de ovos de 48 ho -  
ras, inoculados em mamões, tratados  
em caixas com diferentes doses de ra-  
dição gama 93.
- 19 Mortalidades observadas e doses le -  
tais calculadas para as formas imatu-  
ras de C. capitata, provenientes de  
ovos de 48 horas, inoculados em ma -  
mões tratados em caixas com diferen -  
tes doses de radiação gama 94.
- 20 Número de pupas de C. capitata, prove-  
nientes de ovos de 48 horas, inocula-  
das em mamões, tratados em caixas com  
diferentes doses de radiação gama 96.

- 21 Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama 99.
- 22 Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestados artificialmente em mamões, protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama 100.
- 23 Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestados artificialmente em mamões, protegidos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama 101.
- 24 Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama 103.

- 25            Mortalidades observadas e doses le -  
tais calculadas para as formas imatu-  
ras de C. capitata, provenientes de  
larvas de 8 dias, infestadas artifi -  
cialmente em mamões protegidos por uma  
fileira de frutos e tratados com dife -  
rentes doses de radiação gama            104 .
- 26            Mortalidades observadas e doses le -  
tais calculadas para as formas imatu-  
ras de C. capitata, provenientes de  
larvas de 8 dias, infestadas artifi -  
cialmente em mamões, protegidos por  
duas fileiras de frutos e tratados  
com diferentes doses de radiação gama    105 .
- 27            Número de pupas e adultos de C. capi-  
tata, provenientes de larvas de 8  
dias, infestadas artificialmente em  
mamões, tratados em caixas com dife -  
rentes doses de radiação gama            110 .
- 28            Mortalidades observadas e doses le -  
tais calculadas para as formas imatu-  
ras de C. capitata, provenientes de  
larvas de 8 dias, infestadas artifi -

- cialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama 111.
- 29 Número de pupas de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama 114.
- 30 Mortalidades observadas e doses letais calculadas, para larvas de 8 dias de C. capitata, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama 115.
- 31 Número de ovos produzidos por cinco casais de adultos de C. capitata, por tratamento e repetição, provenientes de larvas de 8 dias tratadas com diferentes subdoses de radiação gama 120.
- 32 Viabilidade de ovos de C. capitata, provenientes de casais de adultos, oriundos de larvas de 8 dias, tratadas com diferentes subdoses de radiação

- ção gama 121.
- 33 Número de pupas e adultos de A. fraterculus, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama 124.
- 34 Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de A. fraterculus, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente, em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama 126.
- 35 Número de pupas de A. fraterculus, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama 128.
- 36 Número de adultos (machos e fêmeas) de C. capitata, emergidos de pupas com diferentes idades, tratadas com diversas doses de radiação gama 130.



- 37 Influência das doses de radiação gama variando de 20 a 110 Gy, sobre pupas de 5 dias de C. capitata, na emergência dos adultos 133.
- 38 Influência das doses de radiação gama variando de 20 a 100 Gy, sobre pupas de 6 dias de C. capitata na emergência dos adultos 134.
- 39 Influência das doses de radiação gama variando de 10 a 100 Gy, sobre pupas de 7 dias de C. capitata, na emergência dos adultos 135.
- 40 Influência das doses de radiação gama variando de 10 a 110 Gy, sobre pupas de 8 dias de C. capitata, na emergência dos adultos 136.
- 41 Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos (machos e fêmeas) de C. capitata provenientes de pupas de 8 dias 137.
- 42 Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos (machos e fêmeas) de C. capitata

- provenientes de pupas de 8 dias, irra  
diadas com a dose de 20 Gy 138.
- 43 Freqüência observada (fo) e freqüência  
esperada (fe) para a emergência de a-  
dultos (machos e fêmeas) de C.capitata  
provenientes de pupas de 8 dias, irra-  
diadas com a dose de 40 Gy 139.
- 44 Freqüência observada (fo) e freqüência  
esperada (fe) para a emergência de a-  
dultos (machos e fêmeas) de C.capitata  
provenientes de pupas de 8 dias, irra-  
diadas com a dose de 60 Gy 140.
- 45 Freqüência observada (fo) e freqüência  
esperada (fe) para a emergência de a-  
dultos (machos e fêmeas) de C.capitata  
provenientes de pupas de 8 dias, irra-  
diadas com a dose de 80 Gy 141.
- 46 Freqüência observada (fo) e freqüência  
esperada (fe) para a emergência de a-  
dultos (machos e fêmeas) de C.capitata  
provenientes de pupas de 8 dias, irra-  
diadas com a dose de 100 Gy 142.
- 47 Período de oviposição e número de ovos

- produzidos por adultos de C. capitata provenientes de pupas de 8 dias, tratadas com diferentes doses de radiação gama 143.
- 48 Número de adultos (machos e fêmeas) de A. fraterculus, emergidos de pupas de 8 dias, irradiadas com diferentes doses de radiação gama, e dos seus descendentes na geração F<sub>2</sub> 147.
- 49 Influência da dose de radiação gama de 20 Gy, sobre pupas de 8 dias de A. fraterculus na emergência dos adultos 148.
- 50 Influência da dose de radiação gama de 40 Gy, sobre pupas de 8 dias de A. fraterculus, na emergência dos adultos 149.
- 51 Influência da dose de radiação gama de 60 Gy, sobre pupas de 8 dias de A. fraterculus, na emergência dos adultos 150.
- 52 Influência da dose de radiação gama de 80 Gy, sobre pupas de 8 dias de A. fraterculus, na emergência dos adultos 151.
- 53 Influência da dose de radiação gama de 100 Gy, sobre pupas de 8 dias de A. fraterculus, na emergência dos adultos 152.

- 54 Influência da dose de radiação gama de 120 Gy, sobre pupas de 8 dias de A. fraterculus, na emergência dos adultos 153.
- 55 Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos (machos e fêmeas) de A. fraterculus, provenientes de pupas de 8 dias 154.
- 56 Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos (machos e fêmeas) de A. fraterculus, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 20 Gy 155.
- 57 Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos (machos e fêmeas) de A. fraterculus, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 40 Gy 156.
- 58 Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos (machos e fêmeas) de A. fraterculus, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 60 Gy 157.

- 59      Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos (machos e fêmeas), de A. fraterculus, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 80 Gy      158.
- 60      Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos (machos e fêmeas), de A. fraterculus, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 100 Gy      159.
- 61      Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos (machos e fêmeas), de A. fraterculus, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 120 Gy      160.

RADIAÇÃO GAMA COMO UM PROCESSO QUARENTENÁRIO PARA  
*Ceratitís capitata* ( Wiedmann, 1824) e *Anastrepha*  
*fraterculus* (Wiedmann, 1830) (DIPTERA:TEPHRITIDAE) EM  
MAMÃO PAPAYA ( *Carica papaya* ) CULTIVAR SUNRISE SOLO.

AUTOR: JOSÉ TADEU DE FARIA

ORIENTADOR: DR. NELSON SUPLICY FILHO

### RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo determinar a potencialidade da radiação gama no controle de estágios imaturos das moscas das frutas, *C. capitata* e *A. fraterculus*, infestando frutos de mamões papayas, cultivar Sunrise Solo.

Pelos resultados obtidos, pôde-se observar que a colocação de até duas fileiras de mamões entre a fonte de Cobalto-60 e os frutos alvos, causou considerável atenuação na radiação recebida pelas larvas e ovos de *C. capitata*, infestados sobre os frutos alvos. A técnica de irradiação de mamões infestados por ovos e larvas de *C. capitata* e *A. fraterculus*, dentro de caixas de pape -

lão, promoveu maior eficiência no processo de irradiação. As doses de 107,74 e 50,82 Gy, calculadas pelo método de Probit, foram as mais altas concentrações, respectivamente, para causar a mortalidade total das formas imaturas de *C. capitata* e *A. fraterculus*, a partir de ovos e larvas irradiadas. As doses esterilizantes para os adultos de ambas as pragas, provenientes de pupas irradiadas, foram respectivamente, de 60 e 40 Gy.

Concluiu-se que as doses de radiação gama, bem menores do que a dose máxima permitida pela legislação internacional, podem ser empregadas com eficiência, em um processo quarentenário, para a desinfestação das formas imaturas em mamões papayas e para a esterilização de adultos, provenientes de pupas de *C. capitata* e *A. fraterculus*, irradiadas.

GAMMA RADIATION USE AS A QUARANTINE TREATMENT FOR  
Ceratitis capitata (Wied., 1824) AND Anastrepha fra-  
terculus (Wied., 1830) IN PAPAYA FRUITS ( Carica pa-  
paya, Linnaeus), CULTIVAR SUNRISE SOLO.

AUTHOR: JOSÉ TADEU DE FARIA

ADVISER: DR. NELSON SUPLICY FILHO

### SUMMARY

The aim of this research was to determine if gamma irradiation is a potencial treatment for control of the immature stages of fruit flies, C. capitata and A. fraterculus in papaya fruits, cultivar Sunrise Solo.

By the results, could be observed the gamma rays attenuation by one and two papaya fruits placed between source and infested fruit, and this changed the radiation doses required to obtain mortality in eggs and larvae of the Medfly. The efficacy of irradiation was higher when the infested papayas were packed in paper box. The radiation dose determined using the Probit 9 concept, for immature stages mortality of C. capitata was 107,74 Gy and for A. fraterculus was 50,82 Gy. The sterilizing doses for adults of C. capitata and A. fraterculus, irradiated as pupae, was 60 Gy and 40 Gy ,



respectively. This research indicate that the gamma-radiation technology could be an alternative to postharvest treatment of export papayas with toxic chemical fumigantes. The radiation dosages required for immature stages of fruit flies were lower than the international ones recomended for fruit irradiation.

## 1. INTRODUÇÃO

Grande quantidade de frutos tropicais e subtropicais são produzidos em diversas regiões do mundo e muitos deles tornaram-se importantes mercadorias para o comércio internacional.

No Brasil, entre os frutos com grande potencial de exportação, encontramos o mamão papaya; no entanto, o seu comércio tem sido limitado para poucos países consumidores por restrições quarentenárias. Dentre as pragas de importância quarentenária, as moscas das frutas (Diptera, Tephritidae) são as mais importantes, atualmente, em todo o mundo.

No Brasil ocorre um grande número de espécies de moscas das frutas, pertencentes ao gênero Anastrepha, mas do gênero Ceratitidis ocorre somente a espécie capitata.

A espécie Ceratitidis capitata (Wied. , 1824), foi relatada pela primeira vez em nosso país, no ano de 1905, atacando laranjas; sua distribuição é bastante ampla atualmente, devido ao desenvolvimento da fruticultura com a conseqüente expansão da área plantada com citros, café e fruteiras de clima temperado, associados a uma grande variedade de frutos silvestres . Tal praga foi referida pela primeira vez no Brasil atacando frutos de mamões papaya (Carica papaya L.) cultivar Sunrise Solo, em 1987 por MARTINS & ALVES (1988) , apesar de já ter sido relatada anteriormente em outros países. O gênero Anastrepha é de grande importância , pois das 193 espécies relacionadas por NORRIBON (1985), 78 ocorrem no Brasil; estas espécies desenvolvem-se preferencialmente em frutos nativos em todo o território nacional. A espécie Anastrepha fraterculus (Wied., 1830), mosca sul-americana, é a mais freqüente em nossas condições segundo ZUCCHI (1978); no entanto, foi relatada pela primeira vez no Brasil, em mamões papaya no ano 1988 por MARTINS & ZUCCHI (1989), que encontraram 3 exemplares fêmeas, oriundas de pupas formadas a partir de larvas, obtidas em frutos no município de Linhares, no norte do Estado do Espírito Santo.

Devido às condições de disseminação de

ambas as pragas e pelas dimensões territoriais do país, é improvável e anti-econômica a curto prazo, a sua erradicação. Por isso, para viabilizar a exportação de frutos de um modo geral e principalmente mamões, para mercados com sérias restrições fitossanitárias, algum método de desinfestação pós-colheita deste fruto, tem que ser desenvolvido e viabilizado.

Dos vários métodos relatados para tratamento de quarentena em frutos para a exportação, a INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA), (1985), sugeriu o da utilização de radiações ionizantes, visando o controle de moscas locais.

Assim, o objetivo da pesquisa foi o de determinar e estabelecer doses letais de radiação ionizante, para as formas imaturas de ambas as espécies de moscas das frutas, C. capitata e A. fraterculus, infestando mamão papaya, cultivar Sunrise Solo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A utilização da técnica de irradiação gama contra as formas imaturas das moscas das frutas em frutos, como um processo quarentenário, vem sendo pesquisada recentemente no Brasil. Por isso, existem poucos estudos com respeito aos efeitos das radiações ionizantes sobre Anastrepha fraterculus, que é uma espécie nativa da América do Sul. Conseqüentemente, serão abordados neste capítulo, os estudos referentes aos efeitos da radiação gama sobre as formas imaturas dos tefritídeos de importância econômica nas diversas regiões do mundo.

### 2.1. Efeitos da radiação gama sobre mamões

MOY (1977) citou em sua pesquisa, que os frutos de mamão papaya, são os mais promissores para se

rem irradiados, uma vez que as doses de até 1.000 Gy não causam efeitos adversos nos mesmos. Por sua vez, BALOCK et alii (1966), também observaram em trabalhos com a aplicação de radiação gama (como um tratamento de quarentena para moscas do Hawaii), sobre vários frutos, que o mamão papaya, cultivar Solo, não mostrou efeito negativo, quando irradiado com a dose de 1.000 Gy.

MOY & NAGAY (1985) concluíram em experimentos de irradiação de diversos frutos, que os mamões papayas podem receber até 1.000 Gy, sem apresentarem nenhum efeito adverso na qualidade dos seus nutrientes e também no sabor.

MOY et alii (1973) pesquisaram a tolerancia, a qualidade, e a conservação pós-colheita dos mamões papayas produzidos no Hawaii, em Taiwan, e na Venezuela (quando irradiados com várias doses de radiação gama), e observaram que os frutos oriundos dos dois primeiros países, quando irradiados com 25% de amadurecimento, poderiam tolerar a dose de até 1.000 Gy; os frutos produzidos na Venezuela toleraram a dose de 1.500 Gy.

## 2.2 Utilização da radiação gama como um processo quarentenário

STEINER (1966) reportou que a utilização da radiação gama é um método de tratamento quarentenário para as moscas das frutas, que pode perfeitamente substituir os outros métodos, com a vantagem de requerer um curto período de tratamento; não deixar resíduos indesejáveis e não necessitar de um período de aeração como no caso dos fumigantes.

BENCHOSTER & TELICH (1964) utilizaram doses baixas de radiação, contra vários estágios imaturos de Anastrepha ludens (Loew, 1873) e sugeriram que os tratamentos quarentenários em escala comercial, poderiam ser realizados com a utilização de pequenas doses, as quais impedem o desenvolvimento normal dos insetos, havendo a necessidade da realização de testes em larga escala, para adequar o equipamento que poderia ser utilizado em um tratamento comercial.

MACFARLANE (1966) relatou que doses menores de radiação gama utilizadas como tratamento quarentenário para moscas das frutas, ainda permitiram o aparecimento de insetos aparentemente normais, no entanto, os mesmos eram estéreis; por isso, tal procedimento não poderia deixar dúvidas de que todos os frutos da partida foram irradiados adequadamente com as doses recomendadas e como não há nenhum resíduo químico nos frutos

irradiados, é preciso garantir a não reinfestação dos mesmos.

BURDITT JR. (1982) citou que as pesquisas desenvolvidas no Hawaii com radiação gama, demonstraram que são necessárias altas doses para causar a mortalidade total de ovos e larvas, ou para prevenir a pupação de larvas maduras das moscas das frutas; contudo, a emergência dos adultos poderia ser reduzida ou prevenida pela exposição de ovos, larvas ou pupas de 1 a 3 dias, à doses menores do que 1.00 Gy.

A IAEA (1985) comentou os aspectos entomológicos do tratamento de quarentena para as moscas das frutas, com o emprego de radiação gama e afirmou que as doses menores do que 1.000 Gy podem ser utilizadas em tratamentos quarentenários para vegetais infestados por pragas; as doses de 150 a 260 Gy previnem a emergência dos adultos de C. capitata. No entanto, se o critério de mortalidade for substituído pelo critério de adultos inviáveis para a reprodução, poderia ser utilizada com eficiência, a dose de 30 Gy sem efeito fitotóxico para a maioria dos frutos.

Por outro lado, SOMMER & MITCHELL (1986) sugeriram que a utilização de radiação gama é um processo que pode ser empregado com eficiência para a de



sinfestação de mamões e afirmaram que a dose máxima e mínima de radiação é determinada pela configuração do irradiador, pelo tamanho, forma, densidade e homogeneidade do produto a ser irradiado; porém, não pode ser negligenciado que, para a finalidade de quarentena, a dose mínima tem que ser baseada nas propriedades letais da radiação, mais uma margem de erro que deve ser estabelecida.

### 2,3. Efeitos da radiação gama sobre ovos das moscas das frutas

#### 2.3.1. Irradiação de ovos "in vitro".

WALDER et alii (1989) irradiaram ovos de C. capitata com diferentes idades e observaram que a dose de 50 Gy foi letal para ovos de 18 horas; para os de 24 horas, foi necessário 150 Gy; contudo, 200 Gy causou a inviabilidade de 99,6% dos ovos de 30 horas.

BALOCK et alii (1963) testaram o efeito da radiação gama sobre os ovos de diversas idades da mosca Oriental (Dacus dorsalis Hendel, 1912), mosca do melão (Dacus cucurbitae Coquillett, 1899) e mosca do Mediterrâneo (C. capitata) e observaram que os ovos das três espécies são mais resistentes com o aumento de

sua idade; os de 45 horas de C. capitata necessitaram de uma dose de 1.250 Gy para a não eclosão das larvas, sendo que a  $DL_{95}$  para a não emergência de adultos, foi de 23 Gy.

THOMAS & RAHALZAR (1975) em sua pesquisa com irradiação de ovos de D. cucurbitae e D. dorsalis, observaram que a dose de 400 Gy, aplicada sobre ovos de ambas as espécies impediu totalmente a eclosão das larvas e 150 Gy foi suficiente para impedir a emergência de adultos.

BALOCK & CHRISTENSON (1956) observaram em trabalhos de irradiação de ovos de D. dorsalis, que para os de 6 horas, a dose de 40 Gy causou a mortalidade total. No entanto, a eclosão das larvas dos ovos de 24 horas com 50% de desenvolvimento embrionário, não foi impedida por 360 Gy; mas as doses de 600 Gy e 1.200 Gy, respectivamente, reduziram a taxa de eclosão em 24 e 46%; observou-se ainda que 1.200 Gy evitou a formação de pupas e 75 Gy impediu a emergência dos adultos.

BENSCHOTER & TELICH (1964) observaram em pesquisas com irradiação dos estágios imaturos de A. ludens, que a  $DL_{99,902}$  para a não emergência de adultos oriundos de ovos irradiados, foi de 20 Gy.

MACFARLANE (1966) observou que os ovos

de 20-27 horas de Strumeta tryoni (Froggatt), quando irradiados sobre papel de filtro com a dose de 20 Gy, não produzem adultos. No entanto, para causar a total letalidade aos ovos, foram necessárias doses superiores a 80 Gy e quando estes estavam prestes a eclodir as larvas, a dose de 100 Gy induziu a formação de pupas deformadas.

BUGHIO et alii (1969) fizeram um estudo completo sobre os efeitos da radiação gama sobre os ovos de Dacus zonatus (Saunders, 1841) e observaram que a dose de 40 Gy sobre os ovos de 29 a 30 horas, irradiados sobre papel de filtro, prolongou o estágio larval de 6 para 14 dias, sem a emergência de adultos. A redução da formação das pupas, somente foi iniciada com a dose de 80 Gy, aplicada sobre os ovos; a dose de 20 Gy, possibilitou a emergência de 1,7% de adultos, que sobreviveram somente 3 dias e não reproduziram. Como os autores também irradiaram ovos de 23 a 24 horas, puderam concluir, que, com o avanço na idade dos mesmos, estes tornam-se mais resistentes, pois no momento do tratamento dos ovos mais velhos, a divisão celular está completa.

### 2.3.2. Irradiação de ovos nos frutos

BALOCK et alii (1963) após pesquisarem os

efeitos da radiação gama sobre ovos, larvas e pupas de D. dorsalis, D. cucurbitae e C. capitata, sugeriram que os estudos prosseguissem com a utilização de vários frutos de exportação, com diferentes conteúdos.

KANESHIRO et alii (1983) irradiaram ameixas, pêssegos, nectarinas, cerejas e damascos, infestados por ovos de diferentes idades, de C. capitata e observaram que a taxa de eclosão de larvas, variou com a idade dos ovos, para uma mesma dose de radiação utilizada e concluíram ainda baseados em seus estudos, que, a maturidade e o conteúdo de água dos frutos no momento do tratamento, podem ter um efeito importante na quantidade de radiação que chega ao organismo alvo. KANESHIRO et alii (1985) irradiaram 25 variedades de frutos com caroços, infestados por ovos de C. capitata e encontraram consideráveis diferenças nas doses requeridas para prevenir a eclosão das larvas, quando foram utilizadas doses que variaram de 400 a 600 Gy; no entanto as larvas eclodidas não passaram do 3º instar larval em ameixas e uvas, que deram maior proteção para os ovos irradiados com 600 Gy.

MOY et alii (1983) infestaram pêssegos, nectarinas e ameixas, em gaiolas com C. capitata e observaram que os ovos da praga foram resistentes à radia

ção utilizada na faixa de 100 a 500 Gy; tal resistên -  
cia é diretamente proporcional à idade dos ovos, pois para  
pêssegos e nectarinas, respectivamente; houve a neces-  
sidade de 400 e 450 Gy, para inviabilizar totalmente os  
ovos de 72 a 76 horas; em ameixas, observou-se a morta-  
lidade de 79,6% de ovos de 72 a 76 horas, com a aplica-  
ção da dose de 550 Gy; no entanto, 1 larva cujo ovo re-  
cebeu 500 Gy, pupou.

FESUS et alii (1981) observaram que as  
doses de 400, 600 e 800 Gy, foram suficientes para cau-  
sar a mortalidade de ovos de C. capitata em laranjas  
infestadas.

SUPLICY FILHO et alii (1987) irradiaram  
mamões papayas infestados naturalmente em gaiolas e ar-  
tificialmente com a inoculação de ovos de C. capitata  
e observaram que as doses variando de 389 a 400 Gy, são  
suficientes para causar a completa letalidade nos ovos.

RIGNEY & WILLS (1985) infestaram laran-  
jas (variedades Nave e Valência) e abacates (variedade  
Fuerte) em gaiolas com Dacus tryoni, (Frogatt) e após  
24 horas os irradiaram com doses variando de 12,5 a  
100 Gy e obtiveram a total inviabilidade dos ovos, pa-  
ra a emergência de adultos, com as doses de 25 a 50 Gy,  
respectivamente, para laranjas e abacates.

JONAS & ARZONE (1979) utilizaram as doses de 100, 300, 500 e 1.000 Gy, para irradiar cerejas maduras, infestadas por ovos de Rhagoletis cerasi (Linnaeus, 1758) e observaram que a porcentagem de larvas oriundas de ovos irradiados, que chegaram a pupar, foi decrescente à medida que se aumentaram as doses de radiação, sendo que, não observaram a formação de pupas oriundas de ovos dos frutos irradiados com 1.000 Gy; no entanto, a menor dose aplicada permitiu a formação de pupas deformadas que não deram emergência a adultos.

#### 2.4. Efeitos da radiação gama sobre ovos e larvas das moscas das frutas

BALOCK et alii (1963) concluíram que todo tratamento comercial de frutos para a desinfestação por radiação gama, deve levar em consideração o meio no qual os ovos ou larvas são irradiados, pois os frutos são essencialmente aquosos e o alto conteúdo de CO<sub>2</sub> na atmosfera dos frutos maduros, pode reduzir taxa de O<sub>2</sub>; as diferenças no meio ambiente durante a irradiação também são importantes e isto explica a maior resistência de ovos e larvas irradiadas em meio de dieta para larvas, quando comparadas aos estágios imaturos irradiados na presença do ar.

STEINER (1966) relatou que os ovos e larvas das moscas das frutas irradiados com 210 Gy, a apresentaram uma alta taxa de mortalidade e que as larvas sobreviventes não passaram do estágio pupal.

BALOCK et alii (1966) utilizaram a infestação em gaiolas de C. capitata sobre mamões papayas e puderam observar que a dose de 25 Gy aplicada sobre os frutos com ovos de diversas idades e com todos os instares larvais impediu totalmente a emergência dos adultos. Por sua vez, SEO et alii (1973) compararam o efeito de massa na irradiação de mamões papayas infestados com ovos e larvas do 3º instar de C. capitata, em caixas de papelão com 8-9 ou 13-16 frutos e puderam constatar que as doses para a não emergência dos adultos variou conforme a densidade média da carga, mas a dose mínima de 291 Gy foi suficiente para impedir a emergência de adultos.

DOMARCO et alii (1989) irradiaram variedades comerciais de mangas e mamões infestados pelas formas imaturas de C. capitata, com a utilização de doses que variaram de 100 a 1.500 Gy e observaram que a emergência de adultos, foi completamente inibida por 900 Gy em ambos os frutos testados.

OHTA et alii (1985) conforme conclusão

de pesquisas com a utilização de ovos e larvas de C. capitata, D. dorsalis e D. cucurbitae, propuseram o abandono do Probit 9 como um nível seguro e apropriado para a desinfestação de frutos com a utilização de radiação gama, o qual seria substituído por doses variando de 500 a 600 Gy, as quais causariam grande mortalidade de ovos e larvas, e impediria que os frutos tratados, fossem danificados pelas larvas sobreviventes, o que ocorre quando se estabelece o Probit 9 com a dose de 260 Gy.

HEATER (1986) por sua vez, citou que a dose de radiação gama de 75 Gy é suficiente para a desinfestação de ovos e larvas de D. tryoni sobre frutos de mamões papayas.

Segundo Windeguth Von<sup>1</sup>, citado por SPALDING & DAVIS (1985), os "grapefruits" infestados por moscas do Caribe [Anastrepha suspensa (Loew, 1862)] irradiados com doses variando de 150 a 900 Gy, mostraram diferenças na radiosensibilidade das moscas em diferentes épocas de tratamento: os frutos irradiados em março e maio, respectivamente, com doses de 300 a 150 Gy, propiciaram a emergência de adultos, sendo que o tratamento de 150 Gy no mês de abril, impediu totalmen

---

<sup>1</sup>WINDEGUTH Von, D.L. Effects of gamma irradiation on the mortality of the Caribbean fruit fly in grapefruit. Proc. Fla. State Hort. Soc., 95:235, 1982



te a emergência de adultos oriundos de ovos e larvas irradiadas.

BENSCHOTER & TELICH (1964) em estudos para determinar a dosagem-mortalidade sobre os estágios imaturos da mosca Mexicana, A. ludens, tratados com radiação gama, puderam observar que as larvas de 10 dias, são mais suscetíveis do que os ovos de 1 dia, mas as pupas de 5 a 7 dias são mais resistentes.

BURDITT et alii (1981) observaram que a dose de 199 Gy, aplicada sobre ovos e larvas de A. suspensa, impediu a emergência de adultos, porém para evitar a formação de pupas, foi necessária a dose de 300 Gy.

JONAS & ARZONE (1979) estudaram o controle de ovos e larvas de R. cerasi, em cerejas, com a utilização de radiação gama, com as doses de 100, 300, 500 e 1.000 Gy e observaram que a porcentagem de larvas que chegaram ao estágio de pupa, foi decrescente com o aumento da dose, sendo que o tratamento de 100 Gy, propiciou a formação de pupas deformadas e com o tratamento de 1.000 Gy, não houve a formação de pupas.

MACFARLANE (1966) concluiu em trabalhos de irradiação de ovos, larvas e pupas de S. tryoni, que para o tratamento quarentenário, deve-se visar aos ovos e às larvas, pois no momento da pupação, as larvas dei-

xam o meio no qual se criaram; por isto existe mínima chance de haver pupas nos frutos colhidos e também porque as doses requeridas para impedir a pupação das larvas irradiadas, são muito altas e poderiam danificar certas variedades de frutos. Por esta constatação recomendou a dose de 50 Gy para um tratamento comercial eficiente, uma vez que os adultos emergidos das pupas mais resistentes seriam estéreis.

## 2.5. Efeitos da radiação gama sobre larvas das moscas das frutas

### 2.5.1. Irradiação de larvas "in vitro"

WALDER et alii (1989) observaram que as doses de 200 e 800 Gy, respectivamente irradiadas sobre larvas recém eclodidas e de 3-4 dias de C. capitata, impediram a formação de pupas e a dose de 800 Gy, causou a mortalidade de 99,6% das larvas de 5 a 6 dias, ao passo que em pré-pupas, tal dose causou a letalidade de 40%; quando os autores utilizaram como parâmetro a emergência de adultos, observaram que a dose de 100 Gy, aplicada sobre qualquer estágio larval, foi eficiente.

BURDITT & SEO (1971) calcularam o Probit 9, para inibir a emergência de adultos obtidos de lar -

vas de diversas idades de D. cucurbitae, D. dorsalis, e C. capitata, irradiadas com diferentes doses de radiação gama e observaram os seguintes resultados: para larvas de 3 dias das três espécies na ordem citada, o Probit 9 foi obtido, respectivamente, com as doses de 145, 59 e 64 Gy e para as larvas de 6 dias de D. dorsalis e C. capitata, as doses letais calculadas, foram respectivamente: 63 e 56 Gy.

BALOCK et alii (1963) puderam observar que as larvas de D. cucurbitae, D. dorsalis e C. capitata, são mais resistentes à radiação gama quando estão no último instar larval e que, a  $DL_{95}$  para as duas primeiras espécies, foi de 1.600 Gy, para impedir a formação de pupas; para C. capitata, 1.400 Gy causou o mesmo efeito, mas a  $DL_{95}$  para a não emergência de adultos foi de 27 Gy. Em seguida, os autores testaram as subdoses de 12,5 e 25 Gy sobre as larvas de 1º instar de D. dorsalis e observaram que a viabilidade dos ovos produzidos pelos adultos oriundos das larvas irradiadas, diminuíram respectivamente, em 15 e 64%.

TOMAS & RAHALKAR (1975) observaram que as larvas de 3 a 4 dias de D. cucurbitae e D. dorsalis, irradiadas com 150 Gy, não evoluíram para a formação de pupas.

BALOCK & CHRISTENSON (1956) observaram que as larvas do 3º instar de D. dorsalis irradiadas com 150 e 240 Gy, produziram respectivamente, 70 e 37% de pupas; no entanto, ambos os tratamentos impediram a emergência de adultos; por isso, os autores sugeriram, que, com a utilização de equipamento apropriado para irradiação, tais doses podem ser administradas rapidamente, sem efeitos adversos nos produtos tratados.

BENSCHOTER & TELICH (1964) calcularam a  $DL_{99,523}$  como sendo 15 Gy, para larvas de A. ludens, para a não emergência de adultos, quando as larvas foram irradiadas com a idade de 10 dias.

YASUOKA et alii (1989) irradiaram larvas de 4, 5, 6 e 7 dias de A. fraterculus, com doses variando de 20 a 100 Gy e observaram que os tratamentos não influenciaram na formação de pupas, mas 20 Gy foi suficiente para inibir a emergência de adultos oriundos das larvas irradiadas.

MACFARLANE (1966) irradiou larvas de 3,5 e 7 dias de S. tryoni e observou que 100 Gy tem pouca influência no desenvolvimento larva-pupa, mas 20 Gy, foi suficiente para a não obtenção de adultos, sendo que a formação das pupas foi evitada com as doses variando de 200 a 400 Gy sobre larvas de 1 dia.

### 2.5.2. Irradiação de larvas nos frutos

FESUS et alii (1981) constataram em sua pesquisa, que as larvas de Ceratitidis capitata, mais velhas e próximas à pupação, são menos radiosensíveis do que as larvas mais jovens, pois com a utilização das doses de 400, 600 e 800 Gy, sobre laranjas infestadas por larvas jovens, obtiveram a mortalidade, respectivamente em 9, 6 e 4,25 dias; sendo que para larvas próximas da pupação a mortalidade total foi observada aos 13,3, 8,6 e 7 dias, respectivamente.

POTENZA et alii (1989) irradiaram laranjas infestadas artificialmente por larvas de 4 dias de C. capitata, com doses que variaram de 20 a 100 Gy e observaram que não houve redução no número de pupas formadas das larvas irradiadas; no entanto, 40 Gy foi suficiente para impedir a emergência de adultos.

MOY et alii (1983) implantaram larvas recém eclodidas de C. capitata em pêssegos, nectarinas e ameixas e observaram que somente 1% das larvas do 1º instar puparam, quando foram irradiadas com as doses variando de 450 a 500 Gy; contudo, nenhum adulto emergiu. Em seguida, aplicaram 500 a 750 Gy sobre larvas de 3º instar e obtiveram pupas deformadas; a dose de 1.000 Gy ,

impediu a formação de pupas.

KANESHIRO et alii (1983) irradiaram ameixas, pêssegos, nectarinas, cerejas e damascos, infestados por larvas de C. capitata e observaram que a sobrevivência larval é diferente nos diversos frutos irradiados, sendo que a menor dose utilizada de 500 Gy, impediu a emergência de adultos. KANESHIRO et alii (1985) concluíram em outro experimento, que o 3º instar larval de C. capitata, necessita diferentes doses de radiação gama em diversas variedades de frutos com caroços, para prevenir a pupação e a emergência de adultos; isto está relacionado com as condições dos frutos; contudo, nenhuma larva sobreviveu à fase de pupa, quando foram irradiadas com 500 ou 600 Gy em todas as variedades de frutos testados.

SUPLICY FILHO et alii (1987) observaram que a dose variando de 389 a 400 Gy, não foi totalmente letal para as larvas do último instar de C. capitata, infestadas artificialmente sobre mamão papaya. No entanto as larvas sobreviventes produziram poucas pupas, que possibilitaram a emergência de apenas 4 insetos teratoides.

RIGNEY & WILLS (1985) observaram que, as larvas jovens de D. tryoni, em laranjas e abacates, submetidas à radiação gama, são mais radiosensíveis do

que as larvas mais velhas; isto foi comprovado pelo resultado da pesquisa, na qual foi necessária a dose de 50 Gy, para impedir a emergência de adultos oriundos de larvas jovens sobre ambos os frutos; mas para larvas do 3º instar, foi necessário 75 Gy.

KONSON et alii (1988) irradiaram mangas dentro de caixas; os frutos foram previamente infestados em gaiolas, por D. dorsalis, e observaram que das 135.538 larvas de 5 dias irradiadas, com 150 Gy, produziram 25% de pupas e destas, somente 1 adulto emergiu.

ARTHUR (1989) determinou a dose letal para as larvas do último instar de Anastrepha obliqua (Mac., 1835) no interior de frutos de seriguela (Spondias purpurea L.), utilizando doses de radiação que variaram de 10 a 1.100 Gy e pôde observar que 300 e 20 Gy, foram respectivamente, eficientes para causar a total letalidade nas larvas e impediu a emergência dos adultos.

MACFARLANE (1966) comparou a resistência das larvas de S. tryoni, irradiadas com 40 Gy, em dietas de cenoura, maçã e laranja e pôde observar que as dietas de maçã e laranja, dão uma certa proteção às larvas; isto pode ser explicado pela diferença de tensão de  $O_2$  nos diversos meios e também porque a exudação de líquidos dos meios com polpa de frutos, poderiam proteger as lar-

vas, ou por diferenças bioquímicas nas larvas alimentadas em cada meio, ou pela presença de algum radioprotetor e também pelo diferencial de temperatura nos diversos meios de criação.

BURDITT & HUNGATE (1988) utilizaram em seu experimento cerejas infestadas naturalmente por larvas de Rhagoletis indifferens (Curran, 1932) e observaram nos experimentos conduzidos no ano de 1983, que a dose de 210 Gy, reduziu grandemente a formação de pupas e 43 Gy, inibiu completamente a emergência de adultos. Baseados nestes resultados, realizaram tratamentos com doses menores no ano seguinte, quando obtiveram o Probit 9 com 18,6 Gy; posteriormente foram irradiadas 124.000 cerejas em caixas, que foram expostas e giradas num ângulo de 180 graus, no meio do tempo do tratamento, para uniformizar a dose recebida para cada fruto e encontraram somente 1 adulto, inviável, oriundo de uma das 84.369 larvas irradiadas com 97 Gy.

#### 2.6. Efeitos da radiação gama sobre pupas das moscas das frutas

Steiner & Christenson<sup>1</sup>, citados por BALOCK

---

<sup>1</sup>STEINER, L.F. & CHRISTENSON, L.D. Potential usefulness of the sterile fly release method in fruit fly eradication. Hawaii Acad. Sci. Proc., Honolulu, 56:19, 1955



et alii (1963) relataram que a dose de 100 Gy, induz a esterilização das pupas das moscas das frutas. Por sua vez, STEINER (1966) relatou que 100 Gy, produz a esterilidade irreversível em moscas das frutas, cujas pupas foram irradiadas 1 ou 2 dias antes da emergência dos adultos.

HOLDBROOK & FUGIMOTO (1970) irradiaram pupas de C. capitata 2 dias antes da emergência e observaram que a dose de 100 Gy, promoveu nos insetos machos, a diminuição de 50% na competitividade para o acasalamento, quando comparados com machos normais.

MACDONALD & MACINNIS (1985) irradiaram pupas de C. capitata com 150 Gy e observaram que as fêmeas emergidas de pupas tratadas previamente 1 ou 2 dias, não produziram ovos.

SIMON et alii (1972) pesquisaram o acasalamento de machos oriundos de pupas irradiadas com 80 Gy, pouco antes da emergência, com fêmeas normais e observaram que os ovos produzidos tinham apenas 0,6% de viabilidade e para insetos machos que receberam 100 Gy e acasalados com fêmeas normais, os ovos produzidos tiveram uma viabilidade de 0,2%. Em ambos os casos, não se observou nenhuma evidência de uma possível recuperação da fertilidade dos indivíduos irradiados.

OHINATA et alii (1971) observaram que as pupas de C. capitata irradiadas com 25 Gy, 2 dias antes da emergência deram origem a adultos que ao se cruzarem, produziram ovos inviáveis, mas com a dose de 30 Gy não houve a produção de ovos. No entanto, as pupas irradiadas 2 dias antes da emergência com 70 Gy, cujos machos acasalaram com fêmeas normais, produziram descendência viável, que na geração seguinte recuperaram a fertilidade.

WILLIAMSON et alii (1985) estudaram os mecanismos de esterilidade induzida por radiação gama sobre pupas de C. capitata, irradiadas com a dose de 150 Gy; 48, 24 e 3 horas antes da emergência e observaram que os acasalamentos entre os adultos, produziram ovos inférteis; no entanto, as fêmeas oriundas de pupas irradiadas 3 horas antes da emergência e acasaladas com machos normais, produziram ovos viáveis, cuja descendência recuperou a fertilidade total.

HOOPER (1971) irradiou pupas de C. capitata, 2 dias antes da emergência, com doses que variaram de 10 a 130 Gy e constatou que as fêmeas são mais radiosensíveis do que os machos; em outro experimento pôde observar que a fecundidade das fêmeas normais, acasaladas com machos irradiados com 75, 90, 100 e 120 Gy, não foi afetada.

CHAMBERS et alii (1970) irradiaram pupas de C. capitata, 48<sup>+</sup>6 horas antes da emergência, com doses de 18, 38, 57, 78, 98 e 121 Gy e confinaram 750 casais emergidos, por 24 dias, com observações semanais e constataram que as moscas oriundas de pupas tratadas com radiação a partir de 38 Gy, não ovipositaram; no entanto, para os casais oriundos de pupas irradiadas com 18 Gy, foram observadas a postura de 5.000 ovos com a viabilidade de 3,4%.

YAMAMOTO et alii (1989) estudaram o efeito da radiação gama na produção de espermatozóides de C. capitata, irradiando pupas de 7 dias, com doses que variaram de 80 a 120 Gy e em seguida fizeram observações, em intervalos de 2 dias, até o 28º dia de sobrevivência dos adultos. Constataram que os insetos irradiados, produziram espermatozóides, somente até o 7º dia, sendo que nos insetos não irradiados, tal ocorrência es tendeu-se até o 14º dia.

ZUMREOGLU et alii (1979) observaram em sua pesquisa, que os machos oriundos de pupas de 6 dias, de C. capitata irradiadas com 140 Gy, em atmosfera de N<sub>2</sub>, apresentaram maiores níveis de esterilidade, do que os machos oriundos de pupas de 9 dias. ZUMREOGLU & AKMAN (1988) irradiaram pupas de C. capitata, com doses va -

riando de 90 a 140 Gy em atmosfera de N<sub>2</sub> e observaram que os machos obtidos de pupas irradiadas 2 dias antes da emergência, quando acasalados com fêmeas normais, estas produziram 81,40% e 100% de ovos estéreis, para doses respectivas, de 90 a 140 Gy; mas as pupas irradiadas com as mesmas doses, nas mesmas condições de atmosfera, 1 dia antes da emergência, apresentaram ovos com esterilidade de 94,47 e 98,01%, respectivamente.

WAKID et alii (1982) estudaram os fatores que influenciaram a esterilidade de C. capitata, e comprovaram que a incubação de pupas, por um período de 2 horas ou 2 dias, antes da irradiação, na temperatura de 5°C, propiciou uma certa proteção para as pupas que receberam 90 Gy, pois os machos oriundos desta, quando foram acasalados com fêmeas normais, estas produziram ovos cuja viabilidade foi bastante superior às pupas irradiadas com a mesma dose, incubadas nas mesmas condições, mas em temperatura de 25°C.

WIENDL et alii (1979) estudaram a influência da idade pupal na radiosensibilidade as radiações gama de C. capitata e puderam observar que as pupas próximas à emergência são relativamente muito mais resistentes do que as pupas mais jovens, recentemente formadas. Desta forma, mesmo a dose de 428 Gy, a mais alta u

tilizada, sobre pupas de 6 ou 7 dias não foi capaz de inibir totalmente a emergência de adultos.

BALOCK et alii (1963) comprovaram que as pupas de D. dorsalis, D. cucurbitae e C. capitata, são mais resistentes à ação da radiação gama, quando os adultos estão prestes a emergir, pois a  $DL_{95}$  para as três espécies foi calculada respectivamente, em 1.300, 1.500 e 1050 Gy.

BURDITT et alii (1971) calcularam o Probit 9, para inibir a emergência de adultos de pupas de D. cucurbitae, D. dorsalis e C. capitata, tratadas com radiação gama e obtiveram respectivamente, as doses de 4.104 e 3.841 Gy, para as pupas de 9 dias de D. cucurbitae e D. dorsalis e 3.120 Gy, para pupas de 10 dias de C. capitata.

THOMAS & RAHALKAR (1975) demonstraram a eficiência das doses de radiação gama variando de 150 a 1.000 Gy, para inibir a emergência de adultos de pupas de D. dorsalis e D. cucurbitae, irradiadas com a idade de 3 a 4 dias.

STEINER et alii (1965) utilizaram 95 Gy, que possibilitou a esterilização de pupas de D. cucurbitae, irradiadas 2 dias antes da emergência dos adultos, os quais foram utilizados em um programa de erradi

cação da praga na ilha de Rota.

TERUYA (1983), em seu experimento no Ja pão, observou que as doses de 30 ou 50 Gy, induziram a semi-esterilidade em adultos provenientes de pupas de D. cucurbitae, irradiadas 2 dias antes da emergência e que na geração F<sub>1</sub> houve a recuperação da fertilidade.

TERUYA (1984) observou que as pupas do D. dorsalis, irradiadas com 70 Gy, na temperatura de 12°C, 2 dias antes da emergência, produziram machos es tereis.

HESHAMUL (1971) irradiou pupas de 5 a 7 dias de Dacus zonatus e observou que a dose de 30 Gy, afetou grandemente os órgãos reprodutores das fêmeas e mergidas; no entanto, foram necessários 80 Gy, para causar o mesmo efeitos nos machos.

SHIPP & OSBORN (1968) obtiveram a total esterilização dos adultos provenientes de 100.000 pupas de D. tryoni, prestes a emergir, com a dose de 100 Gy; por isso sugeriram tal dose como sendo segura para o tratamento de frutos para a exportação, pois em um pomar com controle fitossanitário, a possibilidade de haver insetos em uma remessa de frutos é muito pequena e também, porque durante o tratamento, poderiam ser en contrados ovos, larvas e pupas jovens, que são facil -

controladas.

BENSCHOTER & TELICH (1964) constataram que a doses de 250 Gy de radiação gama, foi eficiente para causar a mortalidade de 100% de pupas de 5 a 7 dias de A. ludens.

VELASCO & ENKRLIN (1982) irradiaram pupas de A. ludens, 3 dias antes da emergência e observaram que as fêmeas são mais radiossensíveis, do que os machos, pois a dose de 20 Gy, causou a completa esterilidade delas, enquanto que para esterilizar os machos, foi necessário 60 Gy.

SILVA et alii (1989) determinaram o efeito da radiação gama sobre pupas de A. obliqua e concluíram que a dose de 300 Gy, aplicada sobre pupas de 10 dias, causou a mortalidade total; no entanto, a utilização de 220 Gy, possibilitou a emergência de 37% de adultos.

BURDITT et alii (1975) relataram que a dose de 40 Gy, esterilizou totalmente as fêmeas de A. suspensa, irradiadas como pupas de 10 ou 12 dias, ou como adultos de 1 dia e também causou a esterilidade dos machos oriundos de pupas de 10 dias irradiadas com a mesma dose; no entanto, para causar o mesmo efeito nos machos irradiados como pupas de 12 dias ou adultos de 1 dia, foi necessária a dose de 80 Gy.

CALKINS et alii (1988) observaram que o aumento das doses de radiação gama variando de 10 a 110 Gy, sobre pupas de A. suspensa, prestes a emergirem, promovem a diminuição do número de machos emergidos; isto ocorre, segundo os autores, pois os machos e emergem somente 1 dia após as fêmeas e por isto podem ter sido irradiados em um estágio de desenvolvimento mais radiossensível.

MACFARLANE (1966) cita que as pupas de 1 a 3 dias de S. tryoni, são mais radiossensíveis do que as larvas prestes a pupar, sendo que a resistência da pupa aumenta com a idade, pois se forem irradiadas na véspera da emergência necessitarão de 800 a 1.600 Gy, para a não emergência dos adultos.



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida nos laboratôrios de criação de insetos do Instituto Biológico da Seçretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, com as moscas das frutas Ceratitis capitata (Wied., 1824) e Anastrepha fraterculus (Wied., 1830) , (Diptera, Tephritidae), e nas instalações do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN - SP, localizado no Campus da Universidade de São Paulo - USP, onde ocorreram as irradiações.

#### 3.1. Obtenção dos insetos para o estudo

Os adultos de C. capitata, foram obti -

dos de uma criação mantida no Instituto Biológico desde o ano 1973, (com introduções periódicas de moscas oriundas do campo de plantações com diversas culturas), conduzidas em dieta artificial.

As moscas Anastrepha fraterculus, foram obtidas de frutos de carambolas Averrhoa carambola (L.) coletados no município de Moji das Gruzes, no Estado de São Paulo, através de frutos infestados e caídos, levados para o laboratório, onde foram colocados sobre bandejas plásticas medindo 51x42x8 cm, com uma camada de areia grossa no fundo para permitir que as larvas, ao completarem o ciclo, deixassem os frutos e se transformassem em pupa na areia. Após a formação das pupas, toda a areia foi peneirada, colocando-se as pupas em gaiolas metálicas, medindo 30x25x40 cm, com abertura frontal, onde foi colocada uma manga de tecido de algodão para o manuseio dos frutos e da população. A face de cima das gaiolas foi revestida por um telado de malha fina de náilon de cor branca para impedir a fuga das moscas, por onde se deu o fornecimento de água, através de algodão embebido e colocado sobre a tela. Como alimentação, foi fornecida uma mistura composta de 12 gramas de açúcar refinado e 4 gramas de "Yeast Extract", preparada 4 dias antes de ser utilizada, em pequena quantidade

que era colocada em cima da tela, protegida por uma tampa de placa de Petri. Uma das faces laterais das gaiolas foi revestida por um tecido de voal de malha fina e côr branca, para a entrada de luz. Após a emergência dos insetos, a oviposição dos mesmos foi feita sobre frutos de goiabas (Psidium guayava) vermelhas, colocados dentro das gaiolas, a fim de se obter um número suficiente de larvas para dar continuidade à criação.

Alguns exemplares oriundos do campo foram mortos e colocados em álcool 70% para a identificação , que foi realizada pelo pesquisador do Instituto Biológico, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> Roberto Calza e posteriormente confirmada pelo Prof. Roberto Antonio Zucchi, do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP.

### 3.2. Criação Estoque

#### 3.2.1. Ceratitis capitata

Aproximadamente 2.000 pupas de C. capitata, obtidas conforme descrito anteriormente, foram colocadas nas gaiolas, sendo que a face das mesmas revestidas por tecido de voal, além de permitir a entrada de luminiosidade, servia como local de oviposição. Após a emergência, os adultos eram alimentados conforme já descrito

para A. fraterculus e após o acasalamento e o período de pré oviposição, as fêmeas inseriam o ovipositor no tecido de voal onde colocavam os ovos que caíam por gravidade em cubas com água previamente colocadas abaixo das gaiolas.

As cubas com água e os ovos coletados e ram entornadas em um Bêquer de vidro de 1.000 ml que era agitado em movimento centrifugador para permitir a concentração dos ovos, que, em seguida, eram coletados por uma pipeta e inoculados na proporção de 0,25 ml em cada preparação de 306,25 gramas, de dieta artificial utilizada para a criação de larvas de C. capitata e que tinha a seguinte composição:

200 ml de ácido benzóico a 2%  
5 ml de ácido clorídrico a 16,5%  
40 gramas de açúcar mascavo  
10 gramas de lêvedo de cerveja  
12,5 gramas de leite Mólico  
1,25 gramas de Nipagin  
25 miligramas de Tetrex (1 cápsula)  
25 gramas de bagacilho de cana  
12,5 gramas de pó de cenoura liofilizada

Após a transferência dos ovos, a cuba com

a dieta e ovos, era coberta com um tecido de voal, etiquetada e mantida nas condições de temperatura, umidade e fotofase: escotofase do laboratório de criação, que foram mantidas, respectivamente, na faixa de  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $75\% \pm 5\%$  RH e 14:10 horas. Após três dias, em média, eclodiam as larvas, que duravam até 9 dias, findos os quais começavam a saltar, o que é característica de C. capitata; por isso, eram transferidas para um gaiolão de madeira medindo 190x90x50 cm, onde havia internamente uma tela de aço com malha suficiente para permitir a passagem das larvas, as quais caíam em uma caixa com fubá finamente moído, onde se dava a pupação.

As larvas permaneciam em meio de fubá por aproximadamente 5 dias; após este período, eram peneiradas e aproximadamente 1.000 pupas eram colocadas em cada placa de Petri, medindo 9 cm de diâmetro e 1 cm de altura; em seguida eram colocadas 2 placas por gaiola metálica, já descrita anteriormente. Após um período pupal que variou de 9 a 10 dias, emergiam os adultos que eram alimentados conforme já descrito.

### 3.2.2. Anastrepha fraterculus

Aproximadamente 100 casais de moscas obtidas em frutos de goiabas, foram colocados em uma gaiola

la metálica, medindo 70x40x40 cm, com uma abertura frontal, tampada por uma manga de tecido de algodão para permitir o manuseio dos frutos e dos insetos. A face superior da gaiola era revestida com uma tela de náilon branca, com malha suficiente para evitar o escape dos adultos, sendo que nas duas faces laterais das gaiolas havia duas aberturas, sendo uma de cada lado da gaiola, medindo 25x25 cm, e revestidas também por tela branca de náilon, para luminosidade; a água e a alimentação eram fornecidas através de tela de náilon superior. Os adultos, após um período médio de pré-oviposição de 15 dias, ovipositavam em goiabas vermelhas previamente colocadas no interior das gaiolas. No entanto, tais frutos suportavam baixos níveis de infestação larval; por isso, idealizou-se a continuidade da infestação e criação sobre mamões papayas (Carica papaya) maduros, cv. Sunrise Solo; a partir daí, a população aumentou rapidamente.

Conforme relatado por FARIA e SUPPLY FILHO (1989) em testes preliminares, a população de A. fraterculus pode ser aumentada rapidamente em condições de laboratório, se mamões papayas maduros forem utilizados como suporte de oviposição e meio de alimentação de larvas. Por isso, empregou-se para a pesquisa, insetos pro

venientes de populações na geração F<sub>15</sub> criados e perfeitamente adaptados em frutos de mamões, sem sinais aparentes de degeneração ou perda de fecundidade ou viabilidade dos ovos. Tal decisão também foi tomada porque se necessitava de um grande número de insetos para a pesquisa e a obtenção de tal população é mais morosa por métodos artificiais conforme relatado por PETELINCAR et alii (1985) e obtido por MARTINS (1986).

A obtenção de ovos era conseguida com a colocação de 30 mamões papayas maduros nas gaiolas, que permaneciam expostos a aproximadamente 1.000 casais de moscas, por 2 dias consecutivos. A alimentação fornecida para os adultos foi a mesma descrita anteriormente, mas a forma de preparação e colocação nas gaiolas foi modificada, a fim de se economizar dieta; a sua preparação consistiu em umidecer 120 gramas de açúcar refinado com água destilada, sendo em seguida adicionado 40 gramas de "Yeast Extract" e 2 gramas de Nipagin, que eram misturados até se obter homogeneidade. A calda obtida era passada com uma espátula em papel de filtro, que era conservado até por uma semana nas condições do laboratório; o suprimento se dava através da colocação do papel de filtro com a dieta dentro das gaiolas.

Após 2 dias de exposição às moscas, os

frutos eram retirados das gaiolas e colocados em bandejas individuais para a eclosão das larvas.

Todos os dias, os frutos infestados eram observados e, à medida que as larvas eclodia, após um período de 3 a 4 dias, começava a se formar líquido no fundo das bandejas, pela liquefação dos frutos, o qual tinha que ser drenado para evitar a injúria nas larvas. O período larval durava de 8 a 9 dias, findos os quais estas mudavam de coloração, passando do branco para o laranja intenso; neste momento, todos os frutos eram colocados sobre telas de aço com malha suficientemente adequada para permitir a passagem das larvas, que caíam em bandejas plásticas, contendo bagacilho de cana e colocadas sob as telas, para coleta e pupação.

As larvas obtidas eram mantidas em bagacilho de cana e após a formação das pupas, estas permaneciam ali por 6 a 8 dias, quando então eram peneiradas e colocadas em placas de Petri, na quantidade aproximada de 1.000 pupas por placa, sendo colocadas 2 placas por gaiola de criação e infestação.

Após um período pupal que variou de 9 a 10 dias, emergiam os adultos que eram utilizados para a infestação seguinte; o tempo médio de sobrevivên-



deles foi maior do que 60 dias.

### 3.3. Técnicas de Irradiação

Todas as irradiações referentes ao desenvolvimento do presente trabalho, foram realizadas através de um irradiador de  $\text{Co}^{60}$ , modelo Panorâmico de marca Yoshivawa Kiko Co Ltda., de fabricação Japonesa, com atividade que decaiu durante a experimentação de 1500 a 1120 Curie e a taxa de dose decaiu de 102,85 a 85,21 Gray (Gy)<sup>1</sup>/hora, a uma distância de 35 cm da fonte, sendo que para uma distância de 20 cm, a taxa de dose decaiu de 250,50 a 196,37 Gy/hora, durante o mesmo período. Optou-se pela utilização deste equipamento de irradiação, por ser destinado à pesquisa, tendo doses precisas de irradiação.

Utilizou-se em todos os experimentos, mamões papayas, cultivar Sunrise Solo, tipo 10 de exportação, apresentando 50% de amarelecimento, com cascas firmes oriundos de frutos colhidos verdes, com peso unitário ao redor de 400 gramas, infestados com as formas imaturas de C. capitata e A. fraterculus, os quais foram irradiados fora ou dentro de caixas de papelão próprias para a exportação, medindo 12x26x31,5 cm. As pupas fo-

---

<sup>1</sup> 1 Gy = 100 rad

1 rad = 100 erg/g

ram irradiadas dentro de provetas de 30 ml.

Nos experimentos em que os frutos foram irradiados fora das caixas, utilizou-se 30 frutos por dose e reservaram 30 sem receber tratamento, que serviram como testemunha. Como em cada experimento utilizou-se um grande número de doses e para dar maior homogeneidade a todos os tratamentos e pela falta de espaço em cima da mesa onde os frutos foram irradiados, optou-se pela irradiação simultânea de todos os tratamentos de um mesmo experimento, colocando-se dentro da câmara de irradiação apenas 3 frutos para cada dose a ser irradiada por sessão e após terminar de tratar todos os frutos com as doses de uma sessão, reiniciava-se outra vez, sendo sempre necessárias 10 sessões de irradiação para cada experimento. Os frutos eram dispostos em cima da mesa do irradiador e suportados por copos plásticos de 100 ml, onde ficavam com o pedúnculo voltado para baixo, sendo dispostos ao redor da fonte a uma distância entre o eixo longitudinal dos frutos e a fonte, de 35 cm, conforme pode ser visualizado nas Figuras 1, A e B. Calculou-se o tempo de exposição para cada dose e assim que era alcançado o tempo referente à dose mais baixa, a fonte era recolhida para permitir a retirada dos frutos correspondentes e em seguida reiniciava-se a irradiação



Figura 1 - Disposição dos mamões papayas, durante os tratamentos de irradiações.

A = Sem proteção; B = Detalhe

C = Com a proteção de uma fileira de frutos; D= Detalhe

E = Com a proteção de duas fileiras de frutos; F= Detalhe

até alcançar-se o tempo correspondente à dose subsequente; tal procedimento era realizado até alcançar-se o tempo necessário para a dose mais alta. Os frutos que foram utilizados como testemunha, eram guardados do lado de fora do irradiador.

Nos experimentos em que os frutos foram irradiados dentro de caixas, utilizaram-se 10 por caixa, sendo empregadas sempre 3 caixas por dose a ser irradiada e reservavam-se 3 caixas sem receber tratamento, as quais serviram como testemunha. Similarmente, conforme descrito para os frutos fora das caixas, as doses de cada experimento foram aplicadas simultaneamente, mas como não havia espaço suficiente em cima da mesa do irradiador, para todas caixas de um mesmo experimento, optou-se por tratar conjuntamente, somente 1 caixa de cada dose para cada sessão de irradiação, sendo necessárias sempre 3 sessões para tratar todas as caixas de cada experimento. As caixas eram dispostas em cima da mesa do irradiador em torno da fonte a uma distância de 35 cm, conforme pode ser visto nas Figuras 2, A e B. Calculou-se o tempo de exposição para cada dose e quando completava-se 50% do tempo correspondente para cada uma, a fonte era recolhida e a caixa correspondente era girada num ângulo de  $180^{\circ}$  em torno do seu eix

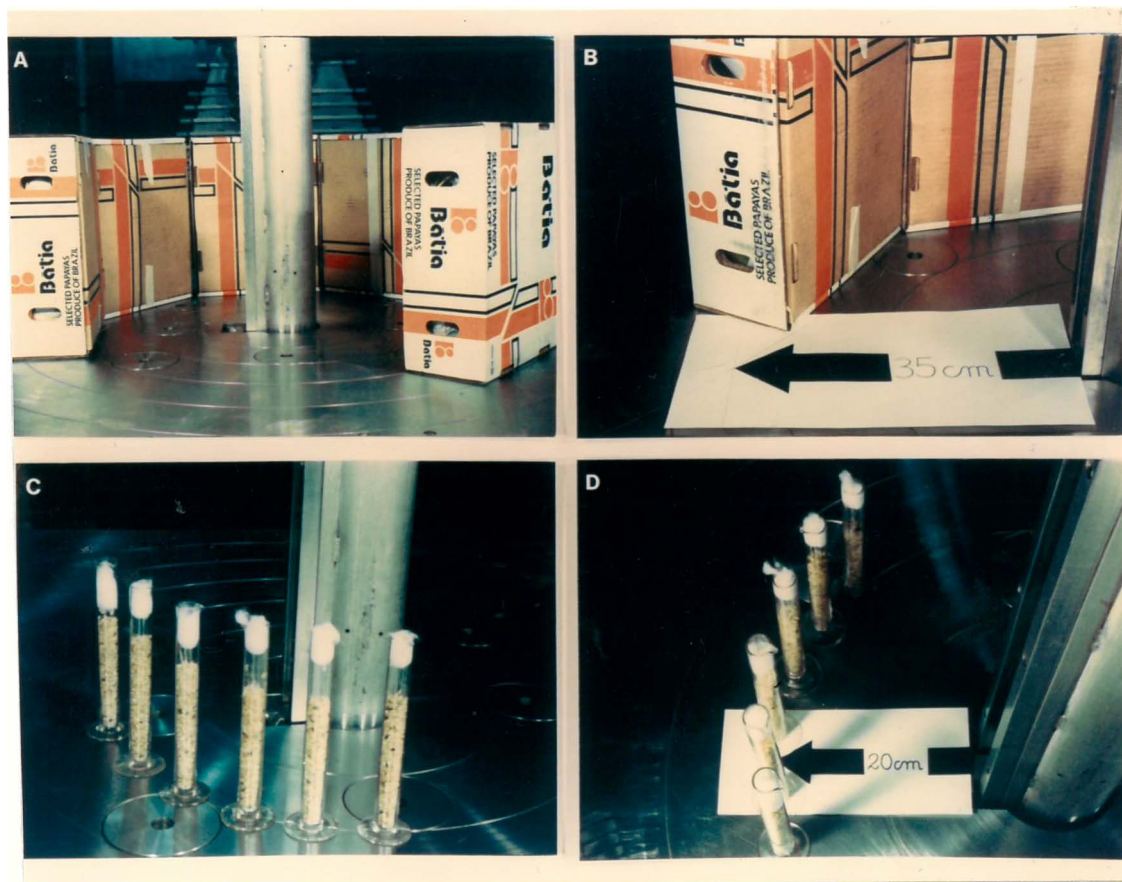


Figura 2 - Disposição das caixas com mamões papayas, e das provetas com pupas das moscas das frutas durante os tratamentos de irradiações.

A = Vista geral das caixas; B = Detalhe

C = Vista geral das provetas; D = Detalhe

xo vertical, para permitir maior homogeneidade da quantidade de radiação recebida para cada fruto. Após ser alcançado o tempo referente a dose mais baixa, a fonte era novamente recolhida para permitir a retirada da caixa correspondente e em seguida reiniciava-se a irradiação até alcançar-se o tempo correspondente à dose subsequente, sendo tal procedimento repetido até se atingir o tempo necessário para a dose mais alta.

As pupas foram irradiadas dentro de provetas que eram dispostas em cima da mesa do irradiador, em volta da fonte a uma distância de 20 cm, conforme pôde ser visto nas Figuras 2,C e D. Todos os tratamentos de um mesmo experimento foram irradiados com doses cumulativas, para garantir a uniformidade do experimento, sendo o procedimento de retirada das pupas referentes a cada dose, o mesmo descrito para os frutos fora e dentro das caixas. Como testemunha foram sempre reservadas um número de pupas sem radiação, que era igual ao número de pupas de cada tratamento irradiado.

### 3.4. Efeitos das diferentes doses de radiação gama sobre as formas imaturas de Ceratitis capitata

#### 3.4.1. Ovos

## a. Infestação em gaiolas

Este experimento foi realizado no dia 23.09.87, iniciando-se com a escolha de 300 mamões papayas, conforme descritos anteriormente. Os frutos foram colocados em lotes de 30 por gaiola, iguais às utilizadas para a criação de A. fraterculus, em um total de 10 gaiolas. Dentro de cada uma havia uma população aproximada de 5.000 casais de moscas com idade de 15 dias, o que permitiu a infestação dos frutos por um período de 72 horas. Após a infestação, os frutos foram retirados das gaiolas e misturados aleatoriamente, sendo em seguida separados em lotes de 30, para cada tratamento, em um total de 10 lotes, que foram etiquetados e transportados para o IPEN-SP, onde foram irradiados com doses de radiação: 0 (testemunha); 5; 7,5; 10; 12,5; 15; 17,5; 20; 22,5 e 25 Gy.

Após o término da irradiação, os frutos foram levados para o laboratório e colocados individualmente sobre bandejas plásticas para a eclosão e desenvolvimento das larvas, e em seguida quando estas estavam com aproximadamente 4 dias de idade, eram retiradas 100 larvas de cada fruto que foram colocadas em copos plásticos de 200 ml com dieta artificial para larvas. O

período de duração do estágio larval foi de 8 a 9 dias, sendo que após 3 dias da formação das pupas estas foram colocadas em meio de fubá. Após o período pupal que teve a duração de 9 a 10 dias, as pupas foram separadas do fubá e contadas; as deformadas foram descartadas e as aparentemente normais foram contadas e colocadas em copos plásticos de 200 ml, cobertos por um pedaço de tecido de voal, para impedir o escape dos adultos, que após a emergência, eram mortos por congelamento e contados.

Três dias após, foi repetido outro experimento similar ao anterior, com as doses de 0 (testemunha); 5; 7,5; 10; 12,5; 15; 17,5; 20; 22,5 e 25 Gy, apresentando a diferença de que, entre a fonte e os frutos alvos, foi colocada uma fileira de frutos de mamões, conforme pôde ser visto nas Figuras: 1, C e D, a fim de se avaliar a atenuação que ocorre na dose que chega aos frutos alvos, quando existe uma fileira de frutos à sua frente.

Três dias após, outro experimento similar ao anterior foi repetido, com as doses de 0 (testemunha); 5; 7,5; 10; 12,5; 17,5; 20; 22,5; 25; 27,5 e 30 Gy, colocando-se desta vez duas fileiras de mamões, conforme pôde ser visto nas Figuras 1, E e F.

Em 27.11.87 foi realizado outro experi -



mento com a mesma metodologia de infestação e avaliação já descrita, sendo que os frutos foram colocados em número de 10, em caixas de papelão próprias para a exportação, para serem irradiados com as seguintes doses: 0 (testemunha); 80; 160; 240; 320 e 400 Gy.

Em seguida, em 08.12.87, repetiu-se ou tro experimento similar ao anterior, com a utilização das doses de radiação gama de 0 (testemunha); 4; 8; 12; 16 e 20 Gy.

b. Infestação artificial com ovos de 48 horas

Este experimento foi realizado no dia 07.10.87 com 210 mamões. Preliminarmente, coletaram -se os ovos sobre papel de filtro umidecido, por um período de 1 hora. Em seguida, cada mamão recebeu duas perfurações com um vazador de 1 cm de diâmetro e 1,5 cm de pro fundidade, sendo o batoque proveniente rebaixado e sepa rado e em seguida sob uma lupa binocular estereoscópica, foram contados 50 ovos, que cuidadosamente eram colocados em cada orifício, que em seguida era ocluído pelo próprio batoque e recoberto por uma fita larga de esparadrapo. As perfurações foram feitas uma oposta à outra

na porção mediana do eixo longitudinal do fruto. Após 48 horas da coleta dos ovos, os frutos foram dispostos na mesa em volta da fonte conforme pôde ser visto nas Figuras: 1, A e B, e irradiados com as doses de 0 (testemunha); 4; 8; 12; 16; 20 e 24 Gy.

Após o término da irradiação, os frutos foram levados para o laboratório e os ovos foram cuidadosamente retirados e colocados em dieta artificial para a eclosão e criação das larvas, sendo cada copinho individualizado e devidamente etiquetado e coberto por um pedaço de tecido de voal. Após o período larval, deu-se a pupação, sendo que as pupas deformadas foram descartadas e as aparentemente normais foram separadas da dieta, contadas e colocadas em copinhos, a fim de se obter e avaliar a emergência dos adultos, que foram mortos e contados.

Um dia após, foi repetido outro experimento similar ao anterior, com as doses de 0 (testemunha); 4; 8; 12; 16; 20 e 24 Gy, com a diferença de que, entre a fonte e os frutos alvos, foi colocada uma fileira de mamões, conforme pôde ser visto nas Figuras: 1, C e D, a fim de avaliar a atenuação que ocorre na dose de radiação que chega aos frutos alvos infestados, quando existe uma fileira de frutos à sua frente.

Um dia após, outro experimento similar ao anterior foi repetido com as seguintes doses de radiação gama: 0 (testemunha); 4; 8; 12; 16; 20; 24; 28 e 32 Gy, colocando-se desta vez duas fileiras de frutos, conforme pôde ser visto nas Figuras: 1, E e F.

Em 08.12.87, foi realizado outro experimento, com a mesma metodologia de infestação e avaliação já descrita anteriormente, sendo que os frutos foram colocados em número de 10, em caixas de papelão e irradiados com as doses de 0 (testemunha); 80; 160; 240; 320 e 400 Gy, conforme pôde ser visto nas Figuras: 2, A e B.

O mesmo experimento anterior foi repetido em 15.12.87, com as seguintes doses de radiação gama: 0 (testemunha); 3; 6; 9; 12 e 15 Gy.

#### 3.4.2. Larvas

Conforme observado por BALOCK et alii (1963), as larvas de moscas das frutas do último ínstar, são as mais resistentes do período larval à radiação gama, por isso foram utilizadas larvas de 8 dias, para o experimento realizado em 27.08.87. Nele, foram selecionados 270 mamões, nos quais foram feitas 2 perfurações de 1 cm de diâmetro e 1,5 cm de profundidade, em lados opos

tos do frutos na porção mediana do eixo longitudinal. Em cada orifício foram colocadas 15 larvas, criadas em dieta artificial especialmente para tal finalidade e em seguida os orifícios foram ocluídos pelos próprios batoques rebaixados, recobertos por um pedaço de fita larga de esparadrapo para impedir a fuga das larvas.

Os mamões foram colocados dentro da câmara de irradiação conforme já ilustrado anteriormente e foram irradiados com as seguintes doses de radiação gama: 0 (testemunha); 5; 10; 15; 20; 30; 35 e 40 Gy.

No final da irradiação, todos os frutos foram levados para o laboratório, sendo retiradas de cada um, somente as primeiras 20 larvas encontradas, as quais foram colocadas em copos plásticos de 100 ml, com fubá, para a obtenção de pupas. Após 8 dias do início da formação das pupas, estas eram separadas do fubá, sendo as defeituosas descartadas e as aparentemente normais, eram contadas e colocadas nos copinhos: cobertos por tecido de voal para impedir o escape dos adultos, que após emergidos eram mortos e contados.

Uma semana após, foi repetido um experi-  
mento similar ao anterior, onde foram aplicadas as doses de 0 (testemunha); 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35 e 40 Gy, com a diferença de que, entre a fonte e os frutos

alvos infestados, foi colocada uma fileira de mamões, conforme foi ilustrado anteriormente, a fim de se avaliar a atenuação que ocorre na dose de radiação gama que chega aos frutos alvos, quando existe uma fileira de mamões à sua frente.

Uma semana após, o experimento anterior foi repetido com as seguintes doses de radiação gama: 0 (testemunha); 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45 e 50 Gy, colocando-se desta vez duas fileiras de frutos, conforme já foi ilustrado anteriormente.

Em 27.11.87, foram inoculadas larvas de 8 dias em 180 mamões, sendo utilizada a mesma metodologia de infestação e avaliação anteriormente descrita, com a diferença de que, desta vez optou-se pela colocação de 25 larvas por orifício e no momento de sua retirada, foram avaliadas as primeiras 40 larvas que eram encontradas. Os frutos foram irradiados dentro de caixas de papelão, com as seguintes doses de radiação gama: 0 (testemunha); 200; 400; 600; 800 e 1000 Gy.

No dia 15.12.87, foi repetido outro experimento similar ao anterior, mas desta vez, utilizaram-se as seguintes doses de radiação gama: 0 (testemunha); 8; 12; 16; 20; 24 e 28 Gy.

### 3.4.3. Pupas

Foram obtidas 15.000 pupas de 8 dias do estoque da criação e colocadas em provetas de 30 ml, com capacidade para 1.500 pupas cada uma e em seguida foram irradiadas 2 provetas com 3.000 pupas, com cada uma das seguintes doses de radiação gama: 0 (testemunha); 30 ; 40; 50 e 60 Gy. Após o tratamento, as pupas foram colocadas dentro de gaiolas de oviposição, onde após a emergência, ocorreu o acasalamento; após o período de pré-oviposição, os ovos foram coletados diariamente em cubas plásticas com água, colocadas logo abaixo do tecido de voal, utilizado como local de oviposição, sendo quantificados através de volumetria (quando em grande quantidade), ou em casos de pequenas quantidades, eram contados sob uma lupa binocular estereoscópica.

Em outro experimento, foram irradiados 9.600 pupas com idade de 1 a 8 dias, dentro de provetas de 30 ml, sendo cada tratamento composto por 200 pupas, para cada idade as quais foram irradiadas com as seguintes doses de radiação gama: 0 (testemunha); 20; 40; 60; 80 e 100 Gy. Após o tratamento as pupas de cada dose foram colocadas em gaiolas separadas, onde foram observadas e avaliadas a emergência dos adultos, os quais eram

contados e sexados.

### 3.5. Efeitos das subdoses de radiação gama sobre larvas de 8 dias de Ceratitidis capitata

Os insetos adultos emergidos de pupas formadas a partir de larvas de 8 dias, irradiadas com as doses de radiação gama de 0 (testemunha); 5; 10; 15 e 20 Gy, foram imobilizados após 2 dias de sua emergência, através de resfriamento no congelador de geladeira pelo período de 4 minutos, sendo em seguida sexados e colocados em vidros brancos transparentes, com provisão de água e alimento. Foi colocado na abertura de cada vidro um pedaço de tecido de voal fino, que tampou totalmente a abertura dos mesmos, voltada para o plano vertical, por onde deu-se a oviposição. Dentro de cada vidro foram colocados 5 casais de adultos, sendo avaliadas 4 repetições para cada dose. Após o início da oviposição, os ovos foram coletados diariamente em papel de filtro umidecido dentro de placas de Petri, que foram colocadas logo abaixo da boca dos vidros, sendo os ovos contados e colocados 100 deles sobre papel de filtro u midecido dentro de placas de Petri, para se avaliar a viabilidade dos mesmos, com a contagem das larvas que

eclodiam em um período de 6 dias.

### 3.6. Efeitos das diferentes doses de radiação gama sobre as formas imaturas de Anastrepha fra - terculus

#### 3.6.1. Ovos

Este experimento foi realizado no dia 29.03.88, com a seleção de 180 frutos, colocando-se 30 por gaiola já descrita anteriormente, com aproximadamente 2.000 casais de adultos com 20 dias, que permaneceram em contato com os frutos por um período de 48 horas, para a infestação. Em seguida, os mamões foram retirados das gaiolas e misturados aleatoriamente e após, foram colocados em número de 10 para cada caixa de papelão e guardados por mais 24 horas para serem irradiados. As doses de radiação gama utilizadas foram as seguintes: 0 (testemunha); 2; 4; 6; 8 e 12 Gy. Após o tratamento, os frutos irradiados, mais as testemunhas, foram levadas para o laboratório e colocados individualmente em bandejas plásticas e observados diariamente até notar-se que as larvas estavam paralisando a alimentação e mudando de coloração, o que indicava o estágio pré-pu



pal. Em seguida eram retiradas 100 larvas por fruto e colocadas em copos de plástico de 200 ml com bagacilho de cana, cobertos com um pedaço de tecido de voal. Após o período pupal, todas as pupas foram separadas do bagacilho de cana, sendo que as deformadas foram descartadas e as aparentemente normais foram contadas e colocadas nos copos plásticos para a observação da emergência dos adultos, que eram mortos e contados.

### 3.6.2. Larvas

Em 09.05.88 foi realizado este experimento com a utilização de 180 frutos, que foram infestados conforme a metodologia descrita para larvas de C. capitata, colocando-se 50 larvas de 8 dias em cada fruto, considerando-se um período de 11 dias, entre a oviposição nos frutos e a retirada das larvas, para a infestação, uma vez que a obtenção das mesmas foi realizada totalmente no mamões previamente infestados. Os frutos foram irradiados dentro de caixas de papelão, conforme já descrito anteriormente e receberam as seguintes doses de radiação gama: 0 (testemunha); 12; 16; 20; 14 e 28 Gy. Após o tratamento, os mamões foram levados para o laboratório, onde realizou-se a retirada das primeiras

40 larvas que foram encontradas em cada um e colocadas em copos plásticos de 100 ml com bagacilho de cana, cobertos com um pedaço de tecido de voal. Após 5 ou 6 dias da formação das pupas estas eram separadas do bagacilho; as deformadas, foram descartadas e as aparentemente normais, foram contadas e colocadas nos copos sem bagacilho de cana; para a emergência dos adultos, que eram mortos e contados.

Em 28.01.89 outro experimentos similar ao anterior foi realizado, com as seguintes doses de radiação gama: 0 (testemunha); 160; 320; 480; 640; 800 e 1.000 Gy.

### 3.6.3. Pupas

Em julho de 1989, foram obtidas 7.000 pupas de 8 dias, do estoque da criação, as quais foram colocadas em 7 provetas de 30 ml e irradiadas conforme pôde ser visto nas Figuras 2, C e D com as seguintes doses de radiação gama: 0 (testemunha); 20; 40; 60; 80; 100 e 120 Gy, sendo irradiada uma proveta com 1.000 pupas de 8 dias por dose. Após o tratamento, as pupas foram colocadas dentro de gaiolas, conforme descrições para a obtenção de A. fraterculus, onde ocorreu a emer

gência dos adultos e após, o período de acasalamento e pré-oviposição, diariamente eram colocados nas gaiolas, mamões com 50% de amarelecimento, para a infestação. Os frutos permaneceram nas gaiolas por 1 dia, sendo retirados e examinados para a constatação de puncturas; a pós um período que variou de 6 a 8 dias, os mesmos foram dissecados para a observação da presença de larvas, uma vez que tal experimento tinha como objetivo avaliar a esterilização de adultos provenientes de pupas de 8 dias, tratadas com diferentes doses de radiação gama.

### 3.7. Análise estatística

A partir dos resultados da mortalidade das formas imaturas das moscas das frutas, provenientes de ovos e larvas irradiadas, realizou-se a análise de Probit, pelo método de Finney<sup>1</sup>, citado e desenvolvido em computador SOKAL (1958), com o nível de significância de 5%.

Os dados referentes ao número de ovos, o

---

<sup>1</sup>FINNEY, D.J. Probit analysis. Cambridge, Cambridge University Press, 1952. 318 p.

vipositados por C. capitata, obtidos de larvas irradiadas com subdoses de radiação gama, foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Nos experimentos de irradiação de pupas, utilizou-se o Teste  $X^2$  (qui-quadrado) ao nível de 5% de probabilidade, para a comparação do número de adultos emergidos nos diversos tratamentos, bem como para testar-se a proporção de sexos emergidos.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1. Efeitos da radiação gama sobre os ovos de 1 a 72 horas de C. capitata, em mamões papayas

Os resultados apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3, indicam que não houve grandes diferenças nas quantidades de pupas formadas a partir de larvas obtidas de ovos irradiados com a dose de até 30 Gy; no entanto, nos três experimentos, houve acentuada influência das doses utilizadas, na mortalidade das fases imaturas provenientes de ovos irradiados. Pôde-se observar (Tabela 1), que a partir de 20 Gy, não houve a emergência de adultos, mas quando os frutos alvos foram protegidos por uma fileira de frutos, no momento da irradiação (Tabela 2), a emergência de adultos não

Tabela 1 - Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, setembro de 1987

Dose (Gy)	Número				<u>Adultos</u>
	Frutos	Larvas	Pupas	Adultos	<u>Larvas</u> (%)
0	30	3.000	2.892	2.390	79,67
5,0	30	3.000	2.840	2.328	77,60
7,5	30	3.000	2.687	1.955	65,17
10,0	30	3.000	2.735	1.020	34,00
12,5	30	3.000	2.820	368	12,27
15,0	30	3.000	2.850	204	6,80
17,5	30	3.000	2.544	10	0,34
20,0	30	3.000	2.630	0	0
22,5	30	3.000	2.263	0	0 (*)
25	30	3.000	2.484	0	0 (*)

(\*) Estes dados não foram utilizados para análise de Probit

Tabela 2 - Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, setembro de 1987.

Dose (Gy)	Número				<u>Adultos</u>
	Frutos	Larvas	Pupas	Adultos	<u>Larvas</u> (%)
0	30	3.000	2.892	2.390	79,67
5,0	30	3.000	2.720	2.260	75,34
7,5	30	3.000	2.715	2.020	67,34
10,0	30	3.000	2.630	1.670	55,67
12,5	30	3.000	2.860	1.287	42,90
15,0	30	3.000	2.820	690	23,00
17,5	30	3.000	2.830	444	14,80
20,0	30	3.000	2.650	90	3,00
22,5	30	3.000	2.650	70	2,34
25,0	30	3.000	2.300	0	0

Tabela 3 - Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, protegidos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, setembro de 1987.

Dose (Gy)	Número				<u>Adultos</u>
	Frutos	Larvas	Pupas	Adultos	<u>Larvas</u> (%)
0	30	3.000	2.892	2.390	79,67
5,0	30	3.000	2.920	2.320	77,34
7,5	30	3.000	2.784	2.085	69,50
10,0	30	3.000	2.780	1.988	66,27
12,5	30	3.000	2.874	1.830	61,00
15,00	30	3.000	2.765	1.230	41,00
17,5	30	3.000	2.900	466	15,54
20,0	30	3.000	2.920	414	13,80
22,5	30	3.000	2.835	354	11,80
25,0	30	3.000	2.234	90	3,00
27,5	30	3.000	2.735	30	1,00
30,0	30	3.000	2.244	0	0



ocorreu a partir da dose de 25 Gy; e para os frutos protegidos por duas fileiras de mamões no momento de irradiação, houve a necessidade de 30 Gy, para se alcançar o mesmo efeito (Tabela 3).

Através das Tabelas 4, 5 e 6, pode-se observar que as doses calculadas para causar a mortalidade de 50%, 95% e 99,9968%, são crescentes a partir do experimento no qual os frutos infestados foram irradiados sem nenhuma proteção. Tal fato comprova que os frutos que foram colocados entre a fonte e os frutos alvos, têm grande influência na atenuação da dose que chega ao organismo a ser irradiado e tal efeito pôde ser visualizado nas diferentes tendências das linhas de regressão do se-mortalidade (Figuras 3, 4 e 5).

No experimento em que os frutos infestados foram irradiados dentro de caixas, aparentemente não houve redução expressiva no número de pupas provenientes de larvas oriundas de ovos irradiados (Tabela 7); no entanto na mesma tabela, observou-se grande redução na emergência de adultos, já a partir da dose de 12 Gy, sendo que a dose de 20 Gy, impediu totalmente a emergên-cia de adultos.

As doses letais calculadas, podem ser visualizadas na Tabela 8, sendo que teoricamente o Probit

Tabela 4 - Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados com diferentes doses de radiação.

Dose (Gy)	Mort.Obs. (%)	DL 50 (Gy)	IC 50 (Gy)	DL 95 (Gy)	DL 99,9968 (Gy)
0	20,33				
5,0	22,40				
7,5	34,83				
10,0	66,00				
12,5	87,73	9,48	(8,99-9,99)	15,25	30,14
15,0	93,20				
17,5	99,66				
20,0	100,00				

$DL_{50}$  = Dose letal<sub>50</sub> = Probit 5

$DL_{95}$  = Dose letal<sub>95</sub> = Probit 6,6449

$DL_{99,9968}$  = Dose letal<sub>99,9968</sub> = Probit 9

$IC_{50}$  = Intervalo de confiança 50

Tabela 5 - Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama.

Dose (Gy)	Mort.Obs. (%)	DL <sub>50</sub> (Gy)	IC <sub>50</sub> (Gy)	DL <sub>95</sub> (Gy)	DL <sub>99,9968</sub> (Gy)
0	20,33				
5,0	24,66				
7,5	32,66				
10,0	44,33				
12,5	57,10	11,67	(10,60-12,85)	22,45	57,29
15,0	77,00				
17,5	85,20				
20,0	97,00				
22,5	97,66				
25,00	100,00				

Tabela 6 - Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, protegidos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama.

Dose (Gy)	Mort.Obs. (%)	DL <sub>50</sub> (Gy)	IC <sub>50</sub> (Gy)	DL <sub>95</sub> (Gy)	DL <sub>99,9968</sub> (Gy)
0	20,33				
5,0	22,66				
7,5	30,50				
10,0	33,73				
12,5	39,00				
15,0	59,00	13,86	(12,47-15,42)	26,52	67,12
17,5	84,46				
20,0	86,20				
22,5	88,20				
25,0	97,00				
27,5	99,00				
30,0	100,00				

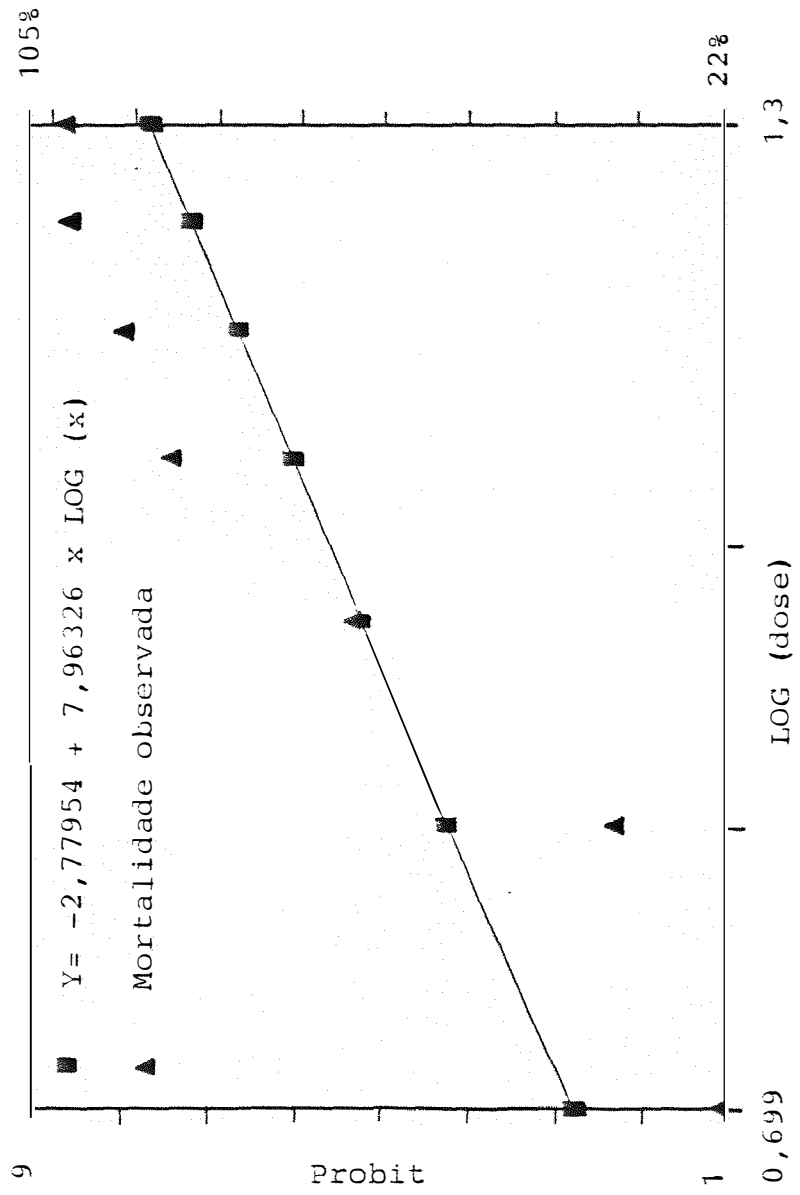


Figura 3 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama.

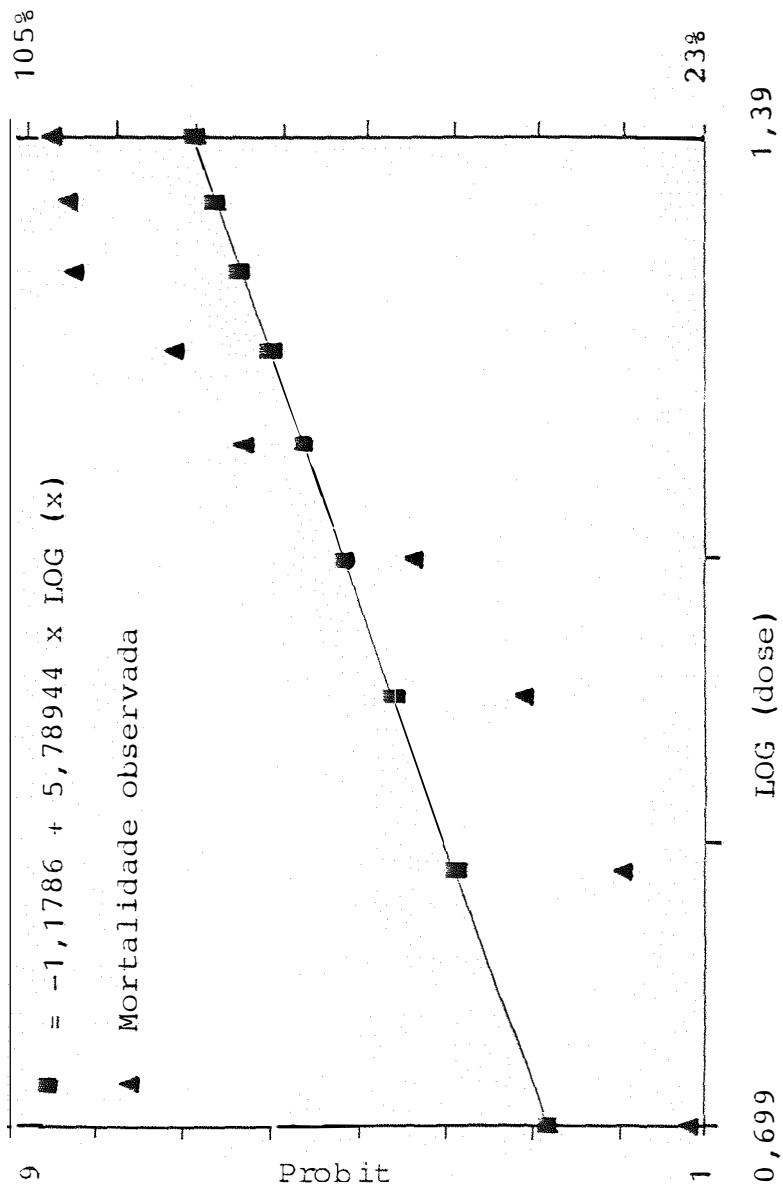


Figura 4 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 1, a 72 horas, infestados sobre mamões, protegidos por uma  $\text{fi} \frac{9}{9}$  leira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama.

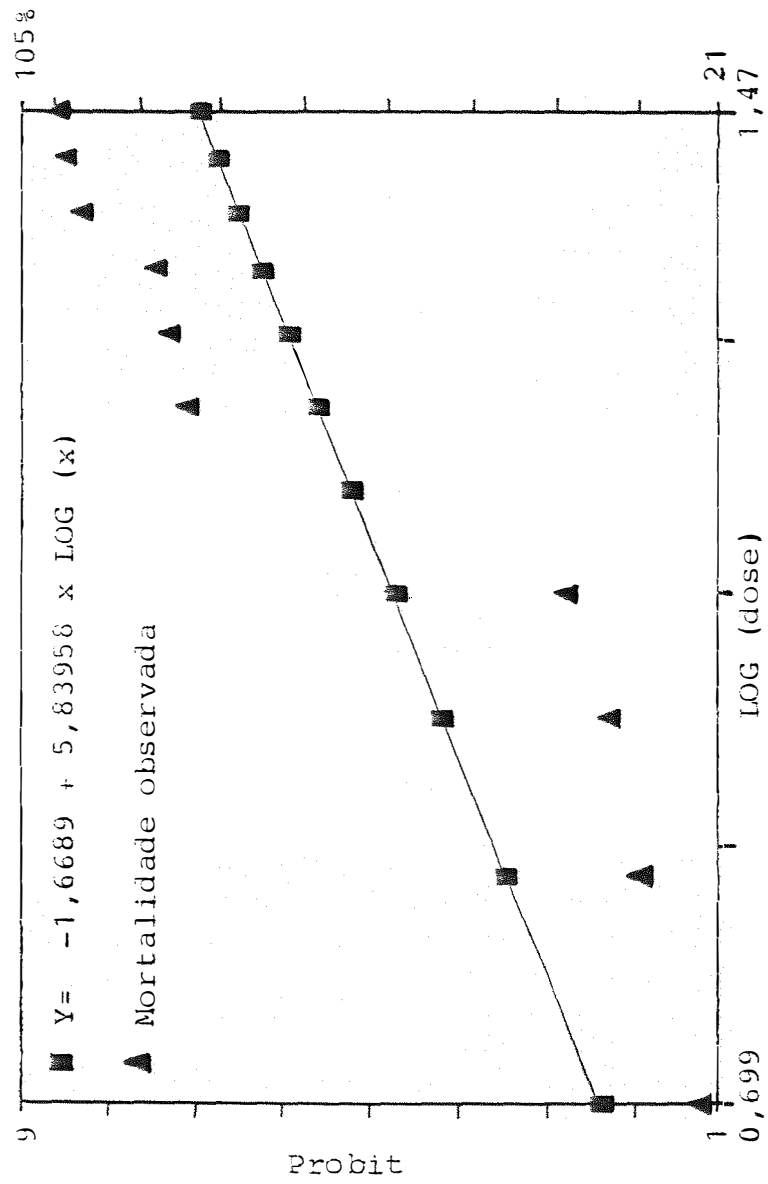


Figura 5 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre maçãs, protegidos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama.

Tabela 7 - Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, dezembro de 1987.

Dose (Gy)	Número					<u>Adultos</u>
	Caixas	Frutos	Larvas	Pupas	Adultos	<u>Larvas</u> (%)
0	3	30	3.000	2.848	1.989	66,30
4	3	30	3.000	2.831	1.972	65,74
8	3	30	3.000	2.808	495	16,50
12	3	30	3.000	2.407	4	0,14
16	3	30	3.000	2.006	1	0,04
20	3	30	3.000	1.657	0	0



Tabela 8 - Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados dentro de caixas com diferentes doses de radiação gama.

Dose (Gy)	Mort.Obs. (%)	DL <sub>50</sub> (Gy)	IC <sub>50</sub> (Gy)	DL <sub>95</sub> (Gy)	DL <sub>99,9968</sub> (Gy)
0	33,70				
4	34,26				
8	83,50				
12	99,86	6,85	(6,55-7,17)	9,84	16,52
16	99,96				
20	100,00				

9 pode ser alcançado com a utilização da dose de 16,52 Gy, que é praticamente a metade da dose da Tabela 4 (30,14 Gy), ideal para alcançar o mesmo efeito. Tal fato pode ser explicado pela possibilidade de os frutos dentro da caixa terem recebido doses mais homogêneas de radiação gama, pela exposição de ambas as faces das caixas aos raios ionizantes. A eficiência das doses pode ser observada na Figura 6, pela inclinação e tendência da linha de regressão dose-mortalidade.

Pela Tabela 9, observa-se que os ovos irradiados com doses a partir de 80 Gy, apresentam uma redução substancial na formação de pupas, sendo que a partir de 240 Gy a pupação foi totalmente inibida.

As doses de radiação gama, para alcançar-se 100% de mortalidade das formas imaturas (Tabelas 4, 5, 6 e 8), estão bem abaixo do observado por BUGHIO et alii (1969), que embora tenham irradiado ovos de 29 a 30 horas de D. zonatus, necessitaram de 40 Gy para causar 100% de mortalidade das formas imaturas provenientes de ovos.

A mortalidade total das formas imaturas observada na Tabela 4, está de acordo com o obtido por MACFARLANE (1966), que embora trabalhando com Strumeta trvoni, obteve 100% de mortalidade das formas imaturas

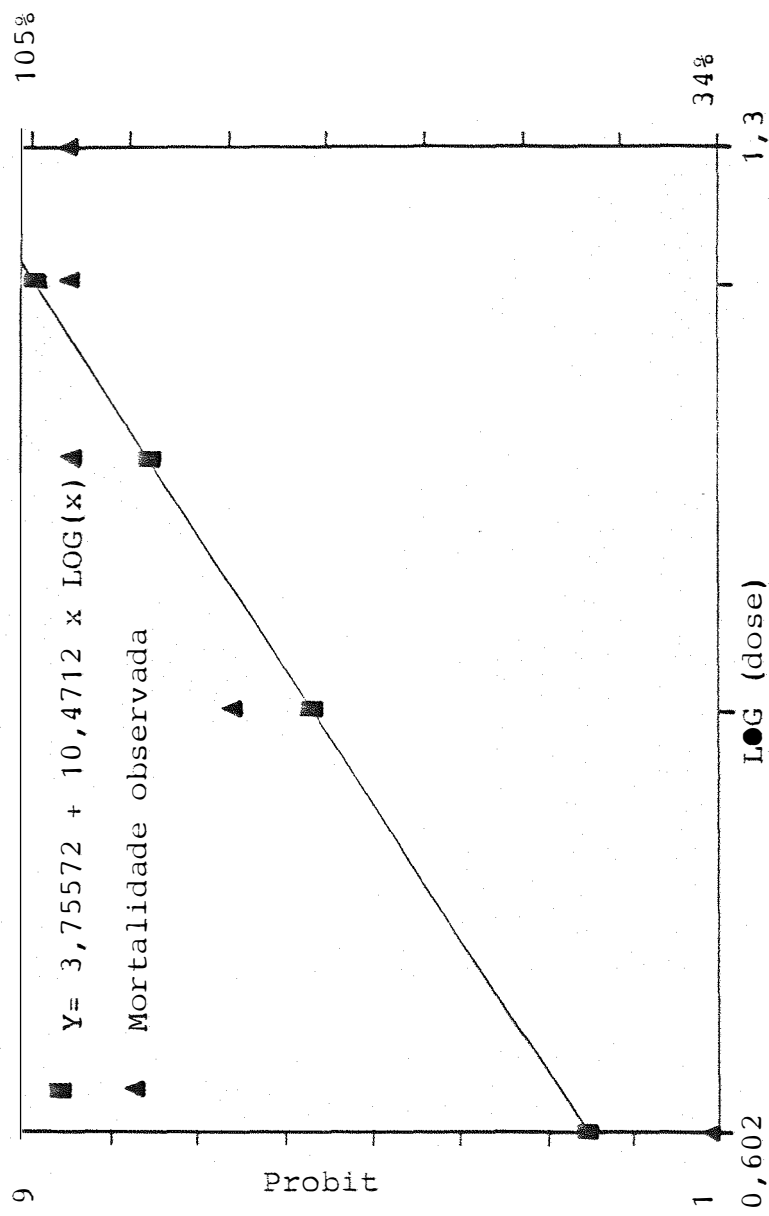


Figura 6 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados dentro de caixas com diferentes doses de radiação gama. 74.

Tabela 9 - Número de pupas de C. capitata, provenientes de ovos de 1 a 72 horas, infestados sobre ma mões, tratados em caixas com diferentes do ses de radiação gama. São Paulo, novembro de 1987.

Dose (Gy)	Número					<u>Pupas</u>
	Caixas	Frutos	Larvas	Pupas	Adultos	<u>Larvas</u>
						(%)
0	3	30	3.000	2.820	1.984	94,00
80	3	30	3.000	690	0	23,00
160	3	30	3.000	322	0	10,74
240	3	30	3.000	0	0	0
320	3	30	3.000	0	0	0
400	3	30	3.000	0	0	0

provenientes de ovos de 20 a 27 horas, irradiados "in vitro", com a dose de 20 Gy; o autor recomendou a dose de 50 Gy, como sendo uma dose segura, para a desinfestação de ovos da praga em frutos em geral.

A dose de radiação que causou 100% de mortalidade das fases imaturas provenientes de ovos irradiados (Tabela 5), é semelhante ao observado por BALOCK et alii (1966), que obtiveram o mesmo efeito de mortalidade, com a dose de 25 Gy aplicada sobre ovos de C. capitata de diversas idades, infestados em mamões papayas.

As mortalidades observadas, bem como as doses letais calculadas para se obter o Probit 9 ( Tabelas 4, 5, 6 e 8), estão coerentes com o proposto por HEATER (1986), com relação a ovos, uma vez que embora trabalhando com D. tryoni, o autor propôs a dose de 75 Gy, como sendo segura para a desinfestação de ovos e larvas em mamões papayas.

#### 4.2. Efeitos da radiação gama sobre os ovos de 24 a 72 horas de A. fraterculus, em mamões papayas

Pelos resultados apresentados na Tabela 10 pode-se observar que as doses utilizadas de 0 a 12

Tabela 10 - Número de pupas e adultos de A. fraterculus, provenientes de ovos de 24 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama. São Paulo março de 1988.

Dose (Gy)						<u>Adultos</u>
	Caixas	Frutos	Larvas	Pupas	Adultos	<u>Larvas</u>
						(%)
0	3	30	3.000	2.763	2.303	76,77
2	3	30	3.000	2.811	2.246	74,87
4	3	30	3.000	2.682	2.025	67,50
6	3	30	3.000	2.452	1.373	45,77
8	3	30	3.000	2.598	525	17,50
12	3	30	3.000	2.652	0	0

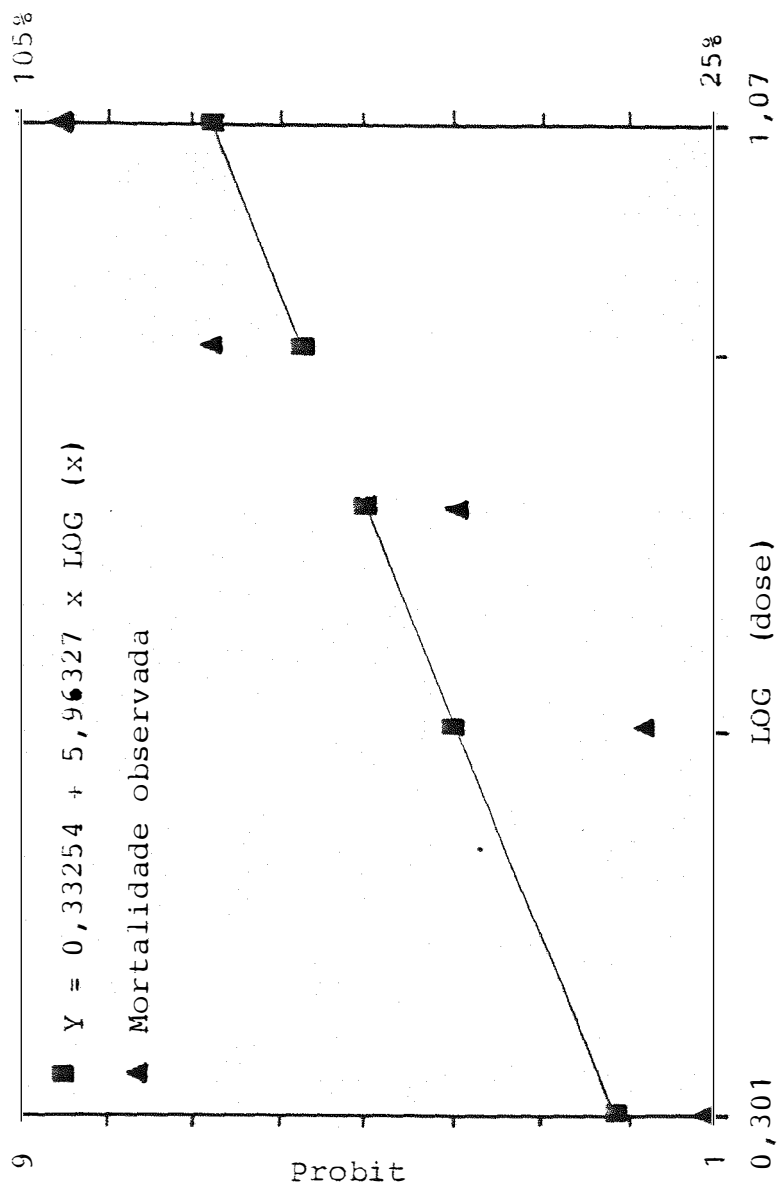


Figura 7 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de A. fraterculus, provenientes de ovos de 24 a 72 horas, infestados sobre mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama.

Tabela 11 - Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de A. fraterculus, provenientes de ovos de 24 e 72 horas infestados sobre mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama.

Dose (Gy)	Mort.Obs. (%)	DL <sub>50</sub> (Gy)	IC <sub>50</sub> (Gy)	DL <sub>95</sub> (Gy)	DL <sub>99,9968</sub> (Gy)
0	23,23				
2	25,13				
4	32,50				
6	54,23	6,06	(4,48-8,20)	11,44	28,40
8	82,50				
12	100,00				



ovos irradiados é discordante do observado por BUGHIO et alii (1969), que embora trabalhassem com D. zonatus, observaram que a dose de 20 Gy, causou 98,3% de mortalidade das formas imaturas provenientes de ovos de 29 a 30 horas.

#### 4.3. Efeitos da radiação gama sobre os ovos de 48 horas de C. capitata em mamões papayas

Os resultados apresentados nas Tabelas 12, 13 e 14, evidenciam que aparentemente não houve grandes diferenças na formação de pupas a partir de larvas oriundas de ovos irradiados com as doses de até 32 Gy, mas nas mesmas tabelas pôde-se observar que a quantidade de radiação gama que chega aos organismos alvos, é variável, conforme o número de frutos que são colocados entre a fonte de radiação e os frutos infestados a serem irradiados. Através da Tabela 12 pôde-se observar que a partir de 20 Gy, houve a completa mortalidade das formas imaturas, oriundas dos ovos irradiados; mas quando os frutos infestados foram protegidos durante a irradiação, por uma fileira de frutos, foi necessária a do

Tabela 12 - Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, outubro de 1987.

Dose (Gy)	Número				<u>Adultos</u> Ovos
	Frutos	Ovos	Pupas	Adultos	(%)
0	30	3.000	-	2.145	71,50
4	30	3.000	-	1.206	40,20
8	30	3.000	934	604	20,14
12	30	3.000	864	54	1,80
16	30	3.000	795	4	0,14
20	30	3.000	756	0	0
24	30	3.000	1.020	0	0

- = Ausência de dados.

Tabela 13 - Número de pupas e adultos de *C. capitata*, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões. protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, outubro de 1987.

Dose (Gy)	Número				<u>Adultos</u>
	Frutos	Ovos	Pupas	Adultos	<u>Ovos</u> (%)
0	30	3.000	-	2.145	71,50
4	30	3.000	-	1.390	46,34
8	30	3.000	-	1.114	37,14
12	30	3.000	-	502	16,74
16	30	3.000	946	144	4,80
20	30	3.000	840	12	0,40
24	30	3.000	726	0	0

- = Ausência de dados.

Tabela 14 - Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, protegidos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, outubro de 1987.

Dose (Gy)	Número				<u>Adultos</u>
	Frutos	Ovos	Pupas	Adultos	Ovos (%)
0	30	3.000	-	2.145	71,50
4	30	3.000	-	1.875	62,50
8	30	3.000	1.758	1.180	39,34
12	30	3.000	1.036	634	21,14
16	30	3.000	1.158	564	18,80
20	30	3.000	996	228	7,60
24	30	3.000	1.020	72	2,40
28	30	3.000	1.072	36	1,20
32	30	3.000	1.056	0	0

- = Ausência de dados.

se de 24 Gy (Tabela 13), para causar a completa mortalidade das formas imaturas; sendo que para causar o mesmo efeito, foi necessária a dose de 32 Gy (Tabela 14), quando os frutos alvos foram protegidos por duas fileiras de mamões no momento da irradiação.

As doses letais calculadas (Tabela 15) indicam que as doses de 4,72; 11,96 e 45,32 Gy, teoricamente são eficientes para causar a mortalidade das formas imaturas provenientes de ovos irradiados, respectivamente, nas porcentagens de 50, 95 e 99,9968. No experimento em que os frutos alvos infestados foram protegidos por uma fileira de frutos, as doses letais que causaram a mortalidade das formas imaturas de 50%, 95% e 99,9968%, foram calculadas, respectivamente, em 6,34; 19,25 e 94,36 Gy (Tabela 16). Conforme pode ser visto na Tabela 17, as doses letais calculadas para causar as mortalidades de 50%, 95% e 99,9968%, das formas imaturas provenientes de ovos infestados em frutos, e irradiados com a proteção de duas fileiras de mamões foram respectivamente de 8,74, 24,56 e 107,74 Gy. As linhas de regressão dose-mortalidade calculadas para os três experimentos, podem ser visualizadas separadamente através das Figuras 8, 9 e 10.

No experimento em que os frutos infesta

Tabela 15 - Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em frutos de mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama.

Dose (Gy)	Mort. Obs. (%)	DL <sub>50</sub> (Gy)	IC <sub>50</sub> (Gy)	DL <sub>95</sub> (Gy)	DL <sub>99,9968</sub> (Gy)
0	28,50				
4	59,80				
6	79,86				
8	98,20	4,72	(3,26-6,82)	11,96	45,32
10	99,86				
20	100,00				

Tabela 16 - Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata provenientes de ovos de 48 horas, inoculadas em mamões, protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama.

Dose (Gy)	Mort. Obs. (%)	DL <sub>50</sub> (Gy)	IC <sub>50</sub> (Gy)	DL <sub>50</sub> (Gy)	DL <sub>99,9968</sub> (Gy)
0	28,50				
4	53,66				
8	62,86				
12	83,26	6,34	(4,34-9,26)	19,25	94,36
16	95,20				
20	99,60				
24	100,00				

Tabela 17 - Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, protegidos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama.

Dose (Gy)	Mort. Obs. (%)	DL <sub>50</sub> (Gy)	IC <sub>50</sub> (Gy)	DL <sub>95</sub> (Gy)	DL <sub>99,9968</sub> (Gy)
0	28,50				
4	37,50				
8	60,66				
12	78,86				
16	81,20	8,74	(7,60-10,05)	24,56	107,74
20	92,40				
24	97,60				
28	98,80				
32	100,00				



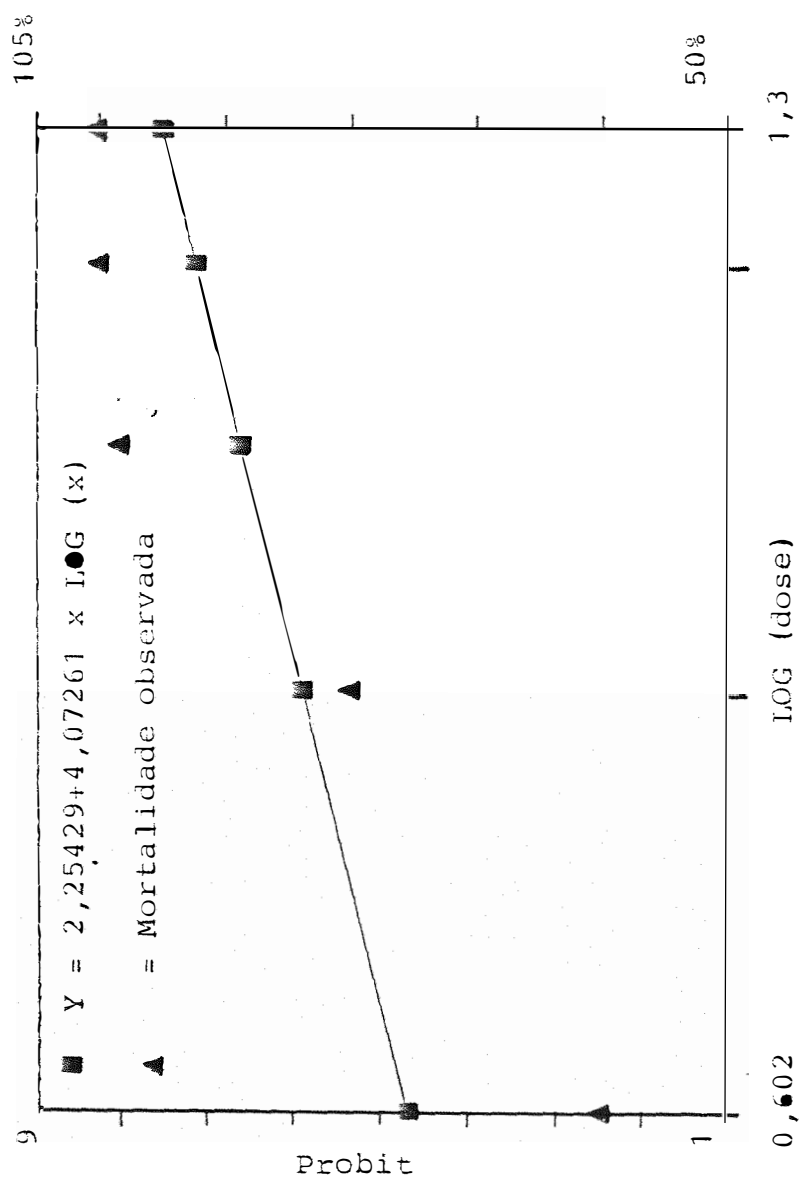


Figura 8 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama.

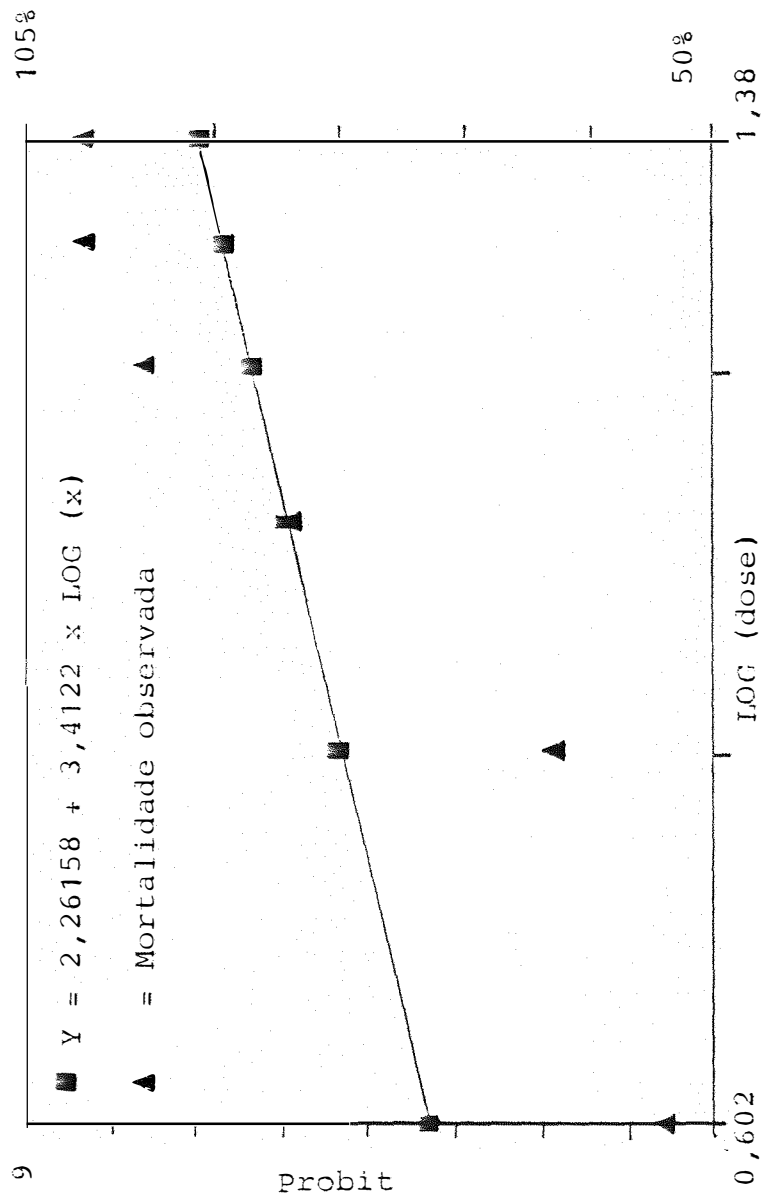


Figura 9 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em maçãs, protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama.

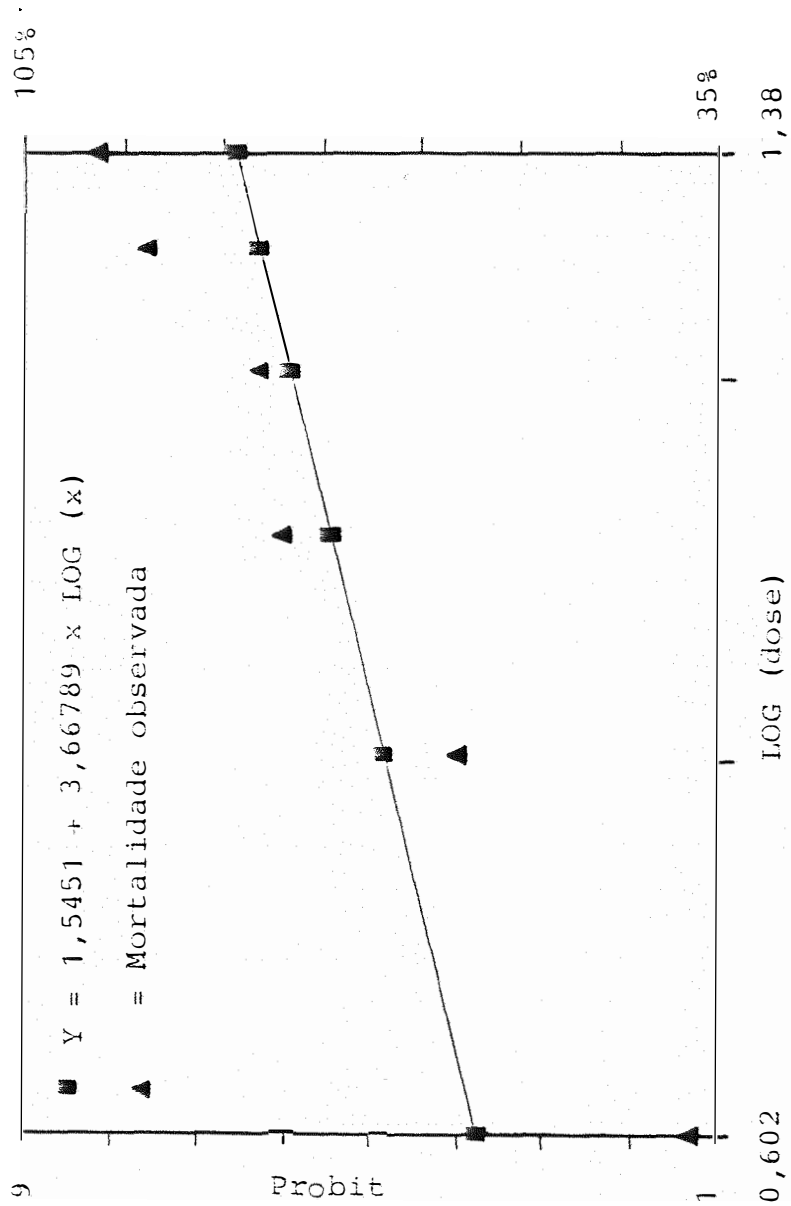


Figura 10 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de *C. capitata*, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, protegidos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama.

dos foram irradiados dentro de caixas, observou-se um gradiente crescente de mortalidade a partir da dose de 9 Gy (tabela 18), sendo que as doses letais calculadas (Tabela 19), foram menores do que as encontradas para causar a mesma porcentagem de mortalidade das fases i maturas provenientes de ovos infestados em frutos, que foram irradiados fora das caixas. Tal observação encontra suporte no fato de que a irradiação em caixas te nha sido mais uniforme, uma vez que as caixas foram gi radas num ângulo de  $180^{\circ}$  em torno do seu eixo vertical durante o tratamento. Através da Figura 11, visualiza-se a linha de regressão dose-mortalidade referente ao experimento realizado em caixas.

No outro experimento com a utilização de caixas, notou-se a inibição da formação de pupas provenientes de larvas oriundas dos ovos irradiados, a partir da dose de 80 Gy (Tabela 20).

Os resultados de todos os experimentos relatados anteriormente, estão de acordo com o proposto por BENCHOSTER & TELICH (1964), os quais sugeriram que, os tratamentos quarentenários em escala comercial para as moscas das frutas, poderiam ser realizados com a utilização de pequenas doses de radiação gama, que impedem o desenvolvimento normal dos insetos.

Tabela 18 - Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, dezembro de 1987.

Dose (Gy)	Número					<u>Adultos</u>
	Caixas	Frutos	Ovos	Pupas	Adultos	<u>Ovos</u> (%)
0	3	30	3.000	2.048	1.848	61,60
3	3	30	3.000	2.250	1.695	56,50
6	3	30	3.000	1.935	701	23,37
9	3	30	3.000	1.575	49	1,64
12	3	30	3.000	1.436	4	0,14
15	3	30	3.000	1.388	0	0

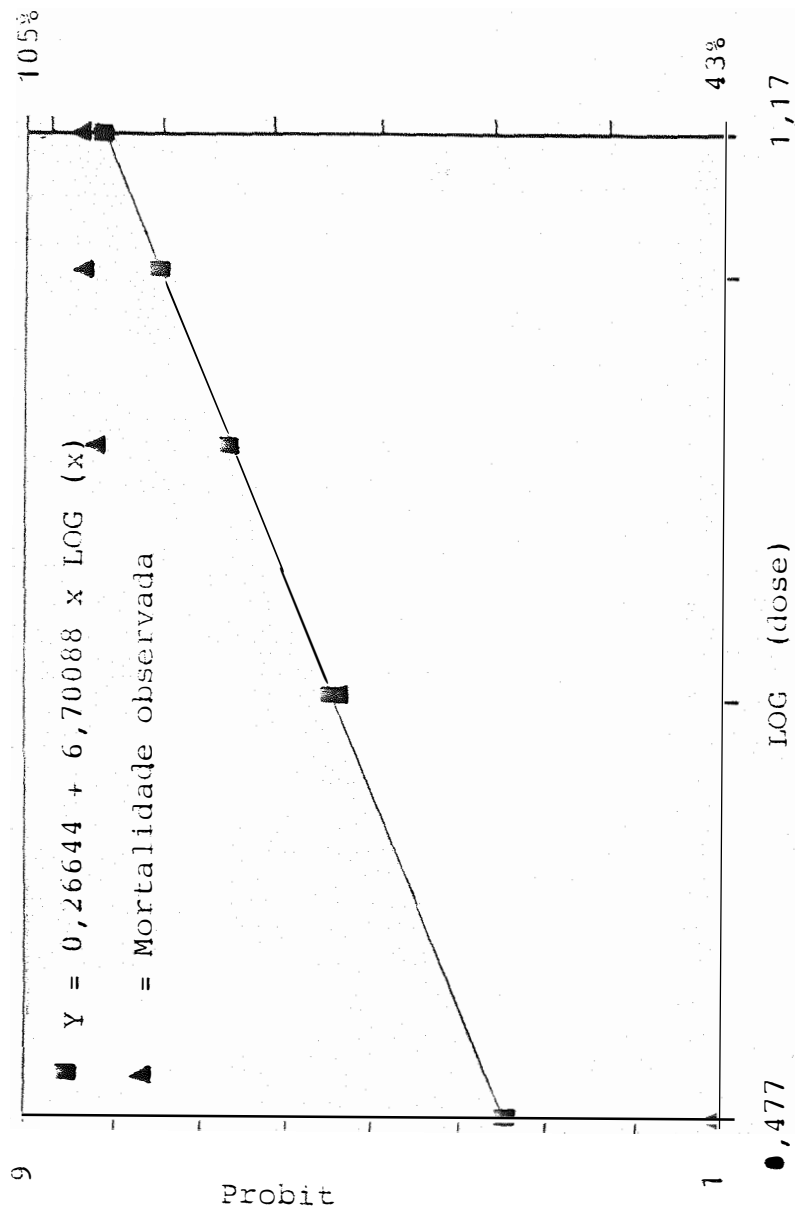


Figura 11 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas para as formas imaturas de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mações, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama.

Tabela 20 - Número de pupas de C. capitata, provenientes de ovos de 48 horas, inoculados em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, dezembro de 1987.

Dose (Gy)	Número					<u>Pupas</u>
	Caixas	Frutos	Ovos	Pupas	Adultos	<u>Ovos</u>
						(%)
0	3	30	3.000	1.716	1.610	57,20
80	3	30	3.000	16	0	0,54
160	3	30	3.000	0	0	0
240	3	30	3.000	0	0	0
320	3	30	3.000	0	0	0
400	3	30	3.000	0	0	0

As diferenças encontradas nas doses letais calculadas para se alcançar o Probit 9, nos experimentos em que os frutos infestados foram irradiados dentro ou fora de caixas, ou protegidos por uma ou duas fileiras de frutos, estão de acordo com o proposto por SOMMER & MITCHELL (1986), que afirmaram ser a radiação gama um processo que pode ser utilizado com eficiência para a desinfestação de mamões, uma vez que se leve em consideração a configuração do irradiador, a forma, o tamanho, a densidade e a homogeneidade do produto a ser irradiado.

As doses letais para causar a mortalidade de 95% das formas imaturas, provenientes de ovos irradiados, foram bastante semelhantes a  $DL_{95}=23$  Gy, observada por BALOCK et alii (1963).

As doses letais calculadas para se alcançar o Probit 9 nos experimentos em que os frutos foram irradiados fora das caixas sem nenhuma proteção, (Tabela 15) ou dentro delas, (Tabela 19), foram menores do que a observada por BALOCK & CHRISTENSON (1956), que embora trabalhassem com D. dorsalis, necessitaram utilizar a dose de 75 Gy para causar a mortalidade total das formas imaturas provenientes de ovos de 24 horas.

Em todos os experimentos relatados, (Ta-



belas 15, 16, 17 e 19) as doses letais para se alcançar o Probit 9 para as fases imaturas de *C. capitata* a partir de ovos irradiados, foram menores do que a dose de 150 Gy, observada por THOMAS & RAHALKAR (1975) para causar o mesmo efeito nas fases imaturas de *D. cucurbitae* e *D. dorsalis*, irradiadas a partir de ovos.

Os resultados encontrados na Tabela 20 para o início da inibição da formação de pupas a partir de ovos irradiados, estão de acordo com o observado por BUGHIO *et alii* (1969), que embora trabalhassem com ovos de *D. zonatus*, constataram que tal inibição somente foi iniciada a partir da dose de 80 Gy.

#### 4.4. Efeitos da radiação gama sobre as larvas de 8 dias de *C. capitata*, em mamões papayas.

Os resultados apresentados nas Tabelas 21 e 22 e 23, indicam que aparentemente não houve influência das doses de radiação gama utilizadas na formação de pupas provenientes das larvas irradiadas; mas através da Tabela 21, pôde-se observar que a dose de 35 Gy, foi eficiente para causar a mortalidade das formas imaturas, provenientes de larvas infestadas e irradiadas em mamões. Para causar o mesmo efeito nas larvas irradiadas quando

Tabela 21 - Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, agosto de 1987.

Dose (Gy)	Número				<u>Adultos</u>
	Frutos	Larvas	Pupas	Adultos	<u>Larvas</u>
					(%)
0	30	600	593	524	87,34
5	30	600	596	467	77,84
10	30	600	597	465	77,50
15	30	600	584	377	62,84
20	30	600	596	69	11,50
25	30	600	597	5	0,84
30	30	600	597	4	0,67
35	30	600	592	0	0
40	30	600	580	0	0 (*)

(\*) Este dado não foi utilizado para a análise de Probit.

Tabela 22 - Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, setembro 1987.

Dose (Gy)	Número				<u>Adultos</u>
	Frutos	Larvas	Pupas	Adultos	<u>Larvas</u> (%)
0	30	600	596	534	89,00
5	30	600	600	519	86,50 (*)
10	30	600	600	528	88,00 (*)
15	30	600	594	507	84,50
20	30	600	590	431	71,84
25	30	600	576	172	28,67
30	30	600	594	33	5,50
35	30	600	580	4	0,67
40	30	600	588	0	0

(\*) Estes dados não foram utilizados para a análise de Probit.

Tabela 23 - Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, protegidos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, setembro de 1987.

Dose (Gy)	Número				<u>Adultos</u>
	Frutos	Larvas	Pupas	Adultos	<u>Larvas</u> (%)
0	30	600	597	519	86,50
5	30	600	596	513	86,00 (*)
10	30	600	598	501	83,50 (*)
15	30	600	582	508	84,67 (*)
20	30	600	582	483	80,50
25	30	600	582	426	71,00
30	30	600	567	244	40,67
35	30	600	557	186	31,00
40	30	600	576	68	11,34
45	30	600	573	62	10,34
50	30	600	537	0	100,00

(\*) Estes dados não foram utilizados para a análise de Probit.

os frutos infestados foram protegidos por uma fileira de mamões durante o tratamento (Tabela 22), houve a necessidade de 40 Gy, mas quando os frutos alvos foram protegidos por duas fileiras de mamões (Tabela 23), somente a dose de 50 Gy, causou 100% de mortalidade das formas imaturas provenientes das larvas irradiadas.

As doses letais calculadas para se obter as mortalidades de 50% e 95% das formas imaturas provenientes de larvas irradiadas, foram crescentes a partir dos frutos irradiados sem nenhuma proteção (Tabela 24), sendo intermediárias quando os frutos alvos foram protegidos por uma fileira de mamões (Tabela 25) e maiores no experimento onde os frutos alvos foram protegidos por duas fileiras de mamões (Tabela 26). Com relação ao Probit 9,  $DL_{99,9968}$ , esperava-se a mesma tendência de valores na ordem citada para as  $DL_{50}$  e  $DL_{95}$ ; no entanto, tal expectativa não foi concretizada, conforme visualiza-se nas Tabelas 24, 25 e 26, onde as doses para se alcançar o Probit 9, foram respectivamente de 81,81; 49,98 e 88,36 Gy. Tal ocorrência não pôde ser explicada, pois não foi calculada o intervalo de confiança para as  $DL_{99,9968}$ ; entretanto, tais doses são bem mais baixas do que a permitida pela legislação internacional. A tendência das linhas de regressão dose-morta-

Tabela 24 - Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama.

Dose (Gy)	Mort. Obs. (%)	DL <sub>50</sub> (Gy)	IC <sub>50</sub> (Gy)	DL <sub>95</sub> (Gy)	DL <sub>99,9968</sub> (Gy)
0	12,66				
5	22,16				
10	22,50				
15	37,16				
20	88,50	13,85	(8,92-21,51)	28,66	81,18
25	99,16				
30	99,33				
35	100,00				

Tabela 25 - Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama.

Dose (Gy)	Mort. Obs. (%)	DL <sub>50</sub> (Gy)	IC <sub>50</sub> (Gy)	DL <sub>95</sub> (Gy)	DL <sub>99,9968</sub> (Gy)
0	11,00				
5	13,50				
10	12,00				
15	15,50				
20	28,16	21,67	(21,22-24,22)	31,37	49,98
25	71,33				
30	94,50				
35	99,33				
40	100,00				

Tabela 26 - Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, protegidas por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama.

Dose (Gy)	Mort. Obs (%)	DL <sub>50</sub> (Gy)	IC <sub>50</sub> (Gy)	DL <sub>95</sub> (Gy)	DL <sub>99,9968</sub> (Gy)
0	13,50				
20	19,50				
25	29,00				
30	59,33	30,62	(28,78-32,59)	47,35	88,36
35	69,00				
40	88,66				
45	89,66				
50	100,00				



lidade, pode ser vista nas Figuras 12, 13 e 14.

No experimento em que os frutos infestados foram irradiados em caixas, pôde ser observado na Tabela 27 que as doses utilizadas de 0 a 28 Gy, não provocaram uma aparente diminuição no número de pupas formadas a partir das larvas irradiadas; no entanto, 28 Gy foi eficiente para causar 100% de mortalidade das formas imaturas, sendo que, esta dose inclusive, foi menor do que aquelas observadas nos três experimentos anteriores (Tabelas 21, 22 e 23).

Com relação às doses letais calculadas para as irradiações em caixas (Tabela 28), observou-se que elas foram também menores do que as doses letais calculadas para causar as mortalidades de 50%, 95% e 99,9968% das formas imaturas, provenientes das larvas infestadas nos frutos e irradiadas (Tabelas 24, 25 e 26). Tal fato pode ser explicado uma vez que as irradiações sobre as caixas, possivelmente foram mais eficientes, pois estas foram giradas em um ângulo de  $180^{\circ}$  em torno do eixo vertical e tal procedimento certamente contribuiu para promover uma melhor homogeneidade das doses recebidas pelas larvas.

A tendência da linha de regressão dose - mortalidade no experimento com caixas, pode ser observa-

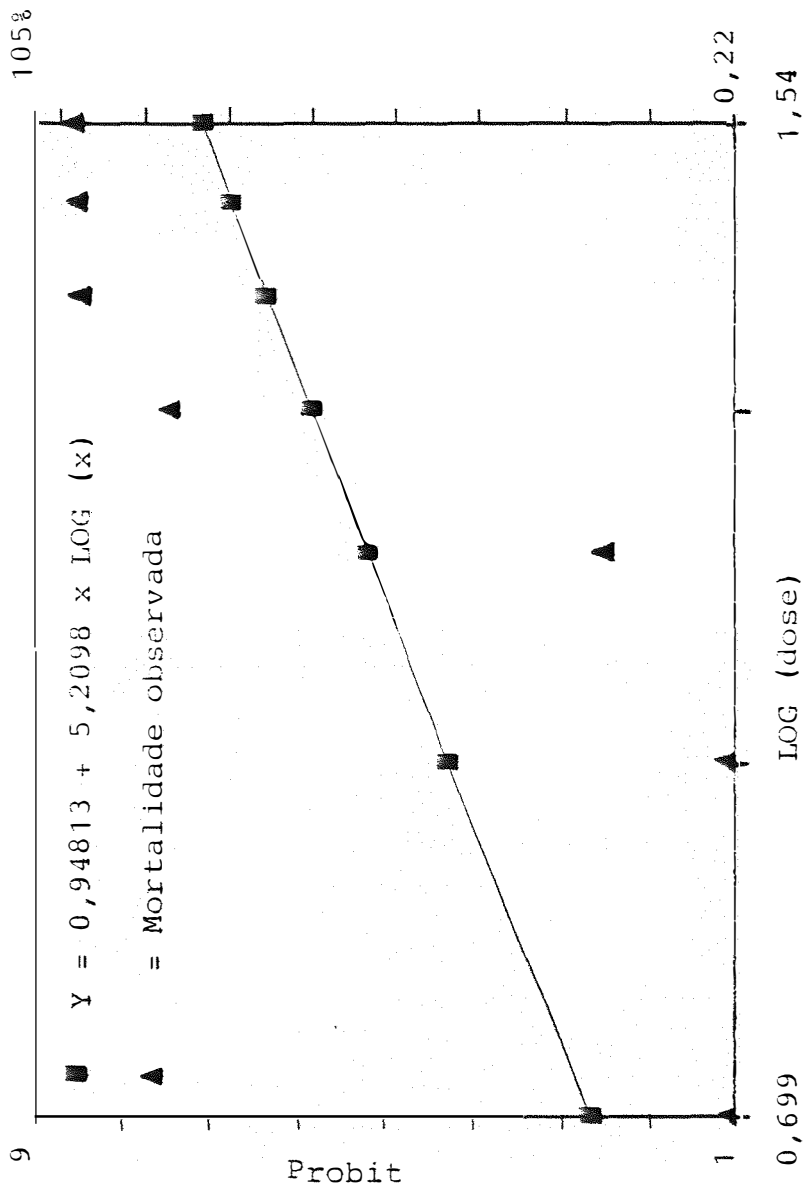


Figura 12 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados com diferentes doses de radiação gama.

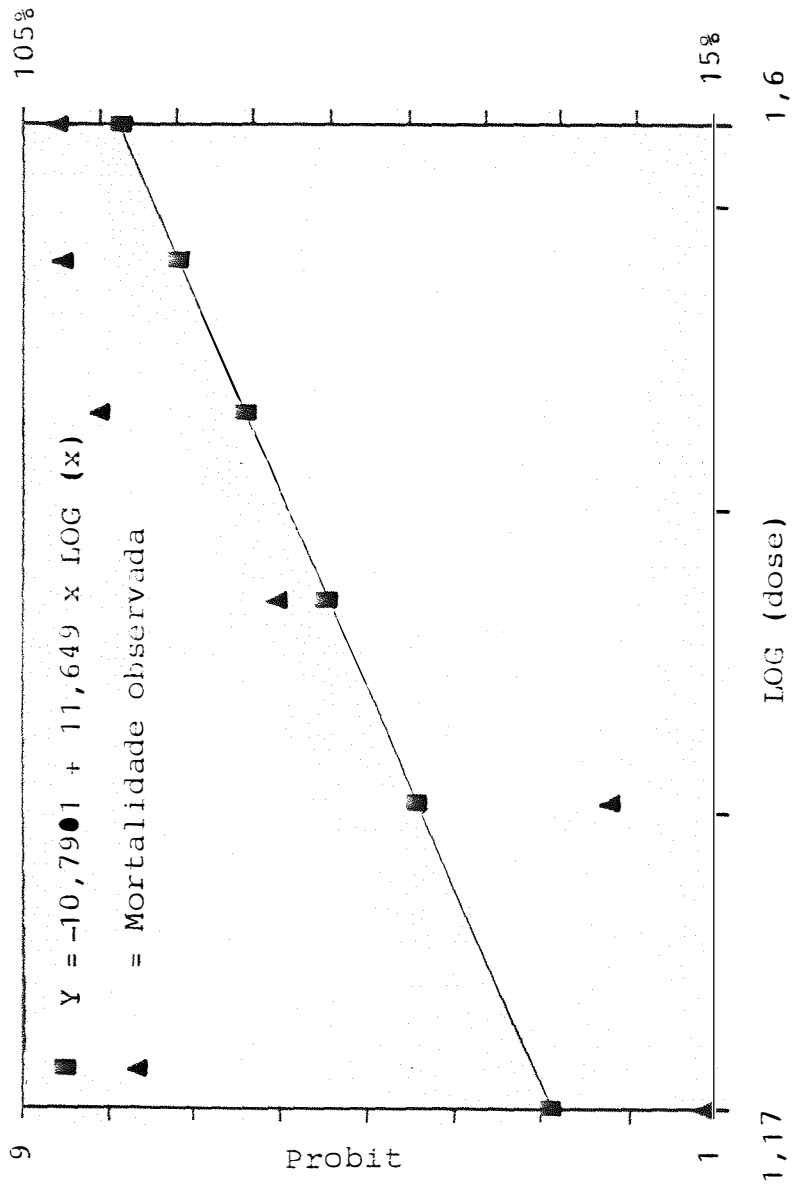


Figura 13 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, 10<sup>8</sup>, infestadas artificialmente em mamões, protegidos por uma fileira de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama.

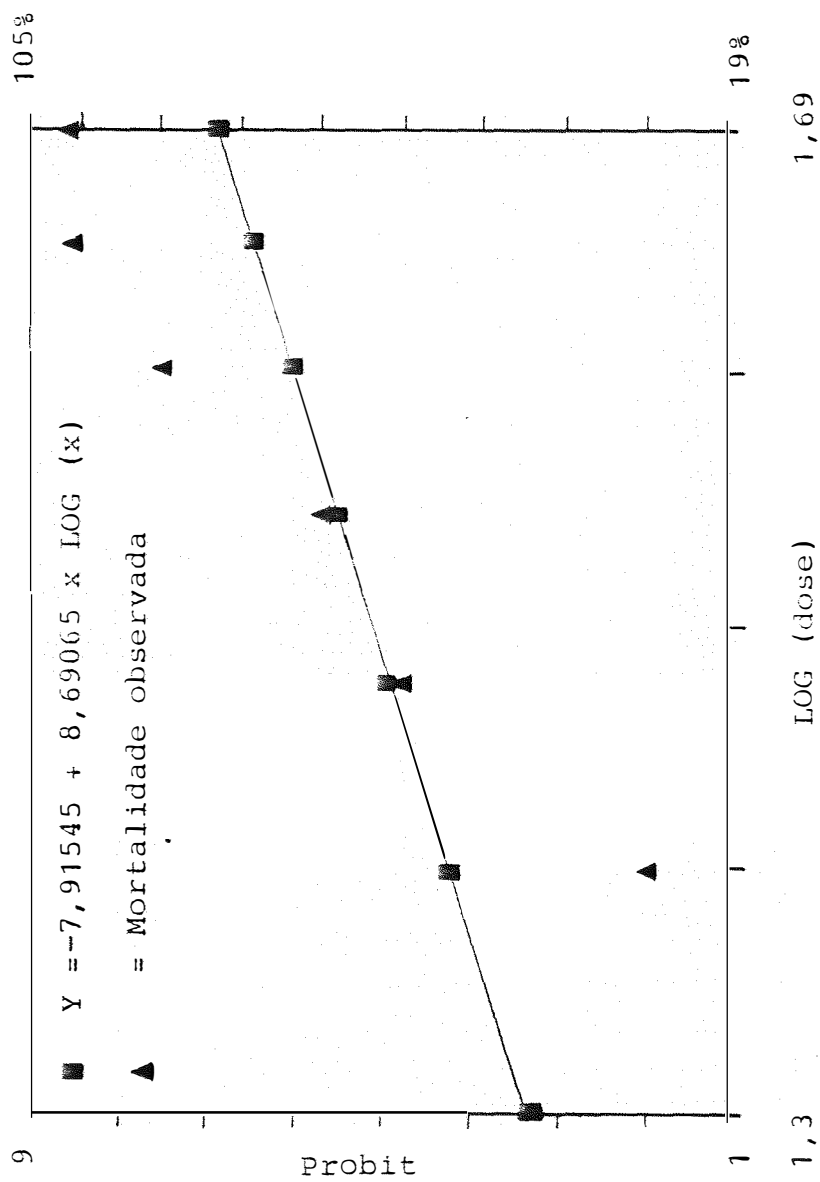


Figura 14 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, protegidos por duas fileiras de frutos e tratados com diferentes doses de radiação gama.

Tabela 27 - Número de pupas e adultos de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, dezembro de 1987.

Dose (Gy)	Número					<u>Adultos</u>
	Caixas	Frutos	Larvas	Pupas	Adultos	<u>Larvas</u> (%)
0	3	30	1.200	1.163	1.046	87,17
8	3	30	1.200	1.132	1.027	85,39
12	3	30	1.200	1.020	518	43,17
16	3	30	1.200	1.170	49	4,09
20	3	30	1.200	1.162	12	1,00
24	3	30	1.200	1.163	4	0,34
28	3	30	1.200	1.136	0	0

Tabela 28 - Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama.

Dose (Gy)	Mort. Obs. (%)	DL <sub>50</sub> (Gy)	IC <sub>50</sub> (Gy)	DL <sub>95</sub> (Gy)	DL <sub>99,9968</sub> (Gy)
0	12,83				
8	14,41				
12	56,83				
16	95,91	11,94	(11,09-12,84)	16,58	26,56
20	99,00				
24	99,66				
28	100,00				

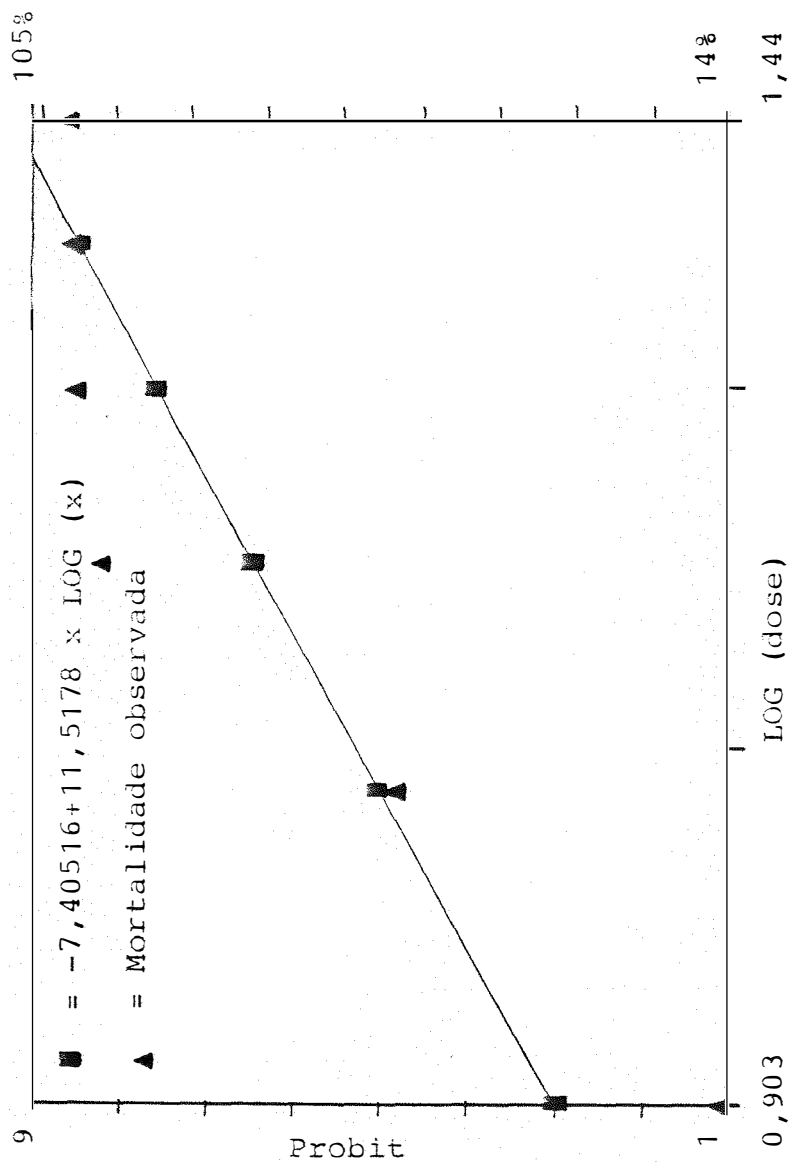


Figura 15 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de C. capitata, provenientes de larvas de 4 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama.

Tabela 29 - Número de pupas de C. capitata, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, novembro de 1987.

Dose (Gy)	Número					<u>Pupas</u>
	Caixas	Frutos	Larvas	Pupas	Adultos	<u>Larvas</u> (%)
0	3	30	1.200	1.163	1.106	96,92
200	3	30	1.200	1.125	0	93,65
400	3	30	1.200	690	0	57,50
600	3	30	1.200	165	0	13,75
800	3	30	1.200	15	0	1,25
1000	3	30	1.200	0	0	0



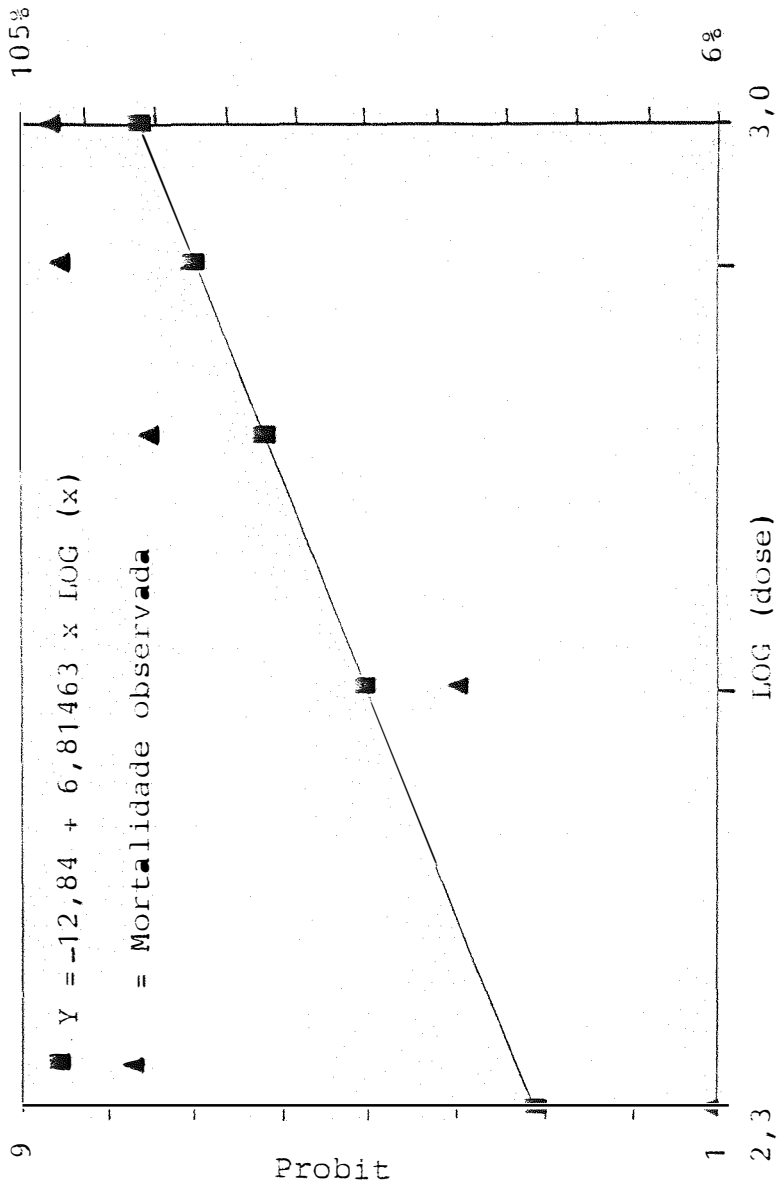


Figura 16 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas de larvas de 8 dias de C. capitata, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama. 116.

nhuma proteção (Tabela 24), ou com a proteção de duas fileiras de frutos (Tabela 26), foram superiores a obtida por BURDITT & SEO (1971), que calcularam a dose de 56 Gy, para causar o mesmo efeito em larvas de 6 dias de C. capitata irradiadas "in vitro"; no entanto, tal dose foi maior do que a obtida no presente experimento, onde os frutos alvos foram protegidos por uma fileira de mamões no momento da irradiação (Tabela 25) e também aos irradiados em caixas (Tabela 27).

As mortalidades observadas (Tabelas 24, 25, 26 e 28) estão em desacordo com o obtido por MAC - FARLANE (1966) que embora trabalhasse com larvas de S. tryoni, observou que a dose de 20 Gy foi suficiente para causar a completa mortalidade das fases imaturas subseqüentes às larvas irradiadas com 3, 5 e 7 dias.

As doses para causar a letalidade total em todos os experimentos com larvas de C. capitata, foram menores do que o resultado obtido por WALDER et alii (1989), os quais observaram que 100 Gy, foi eficiente para causar a mortalidade total das formas imaturas de C. capitata, a partir de larvas irradiadas; mas foram menores ainda ao obtido por SUPLICY et alii (1987), os quais observaram que a dose variando de 389 a 400 Gy, não foi totalmente letal para as formas ima-

turas provenientes de larvas irradiadas no último ínstar.

Os resultados encontrados em todos os experimentos, com relação a formação de pupas a partir das larvas irradiadas com pequenas doses de radiação gama, estão de acordo com o obtido por MACFARLANE (1966), que embora trabalhasse com S. tryoni, observou que a 100 Gy tem pouca influência no desenvolvimento larva-pupa. Ainda no tocante ao desenvolvimento larva-pupa, os resultados encontrados no experimento, também estão de acordo com o observado por POTENZA et alii (1989) que irradiaram larvas de 4 dias de C. capitata, infestadas em laranjas, com doses que chegaram até 100 Gy e não observaram a diminuição no número de pupas formadas a partir das larvas irradiadas.

Para evitar a formação de pupas a partir de larvas irradiadas (Tabela 29) a dose encontrada neste experimento, coincide com o observado por MOY et alii (1983), que obtiveram o mesmo efeito com 1.000 Gy aplicado sobre larvas de C. capitata no 3º ínstar.

4.5. Produção e viabilidade dos ovos de C. capitata ovipositados pelos adultos, provenientes de larvas irradiadas com diferentes subdoses de radiação gama.

Os resultados apresentados na Tabela 31, indicam que não houve diferenças estatísticas significativas ao nível de 5% de probabilidade, entre o número de ovos produzidos pelos casais de adultos provenientes das larvas irradiadas com 5 e 10 Gy, quando comparados com o número de ovos produzidos pelos casais testemunhas. No entanto, houve acentuada queda de oviposição observada nos casais, cujas larvas foram irradiadas com 15 e 20 Gy, sendo inclusive os números de ovos produzidos, diferentes estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, daqueles produzidos pelos casais testemunhas.

Observou-se que a viabilidade dos ovos ovipositados pelos insetos provenientes de larvas que receberam 5 Gy, foram idênticas às dos ovos produzidos pelos casais testemunhas (Tabela 32 e Figura 17), igual a 70,80%; mas a partir de 10 Gy, a viabilidade decaiu para 63,07%, sendo de 38,81% para 15 Gy e 0% para 20 Gy.

Tabela 31 - Número de ovos produzidos por 5 casais de adultos de C. capitata, por tratamento e repetição, provenientes de larvas de 8 dias, tratadas com diferentes subdoses de radiação gama. São Paulo, agosto de 1987.

Dose (Gy)	Repetição				$\bar{x}$ (1)
	1	2	3	4	
0	1.629	649	843	1.471	1.148,00ab
5	1.171	635	1.846	1.409	1.265,25a
10	1.245	1.390	1.374	425	1.108,50ab
15	286	368	801	371	456,50 b
20	0	5	43	10	13,25 c

Coeficientes de variação = 25,473%

(1) As médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 32 - Viabilidade de ovos de C. capitata, provenientes de casais de adultos, obtidos de larvas de 8 dias, tratadas com diferentes subdoses de radiação gama.

Dose (Gy)	Casais nº	Número de ovos		Viabilidade
		Produzidos	Viáveis	(%)
0	20	4.592	3.251	70,80
5	20	5.061	3.584	70,83
10	20	4.434	2.796	63,07
15	20	1.826	581	31,81
20	20	58	0	0

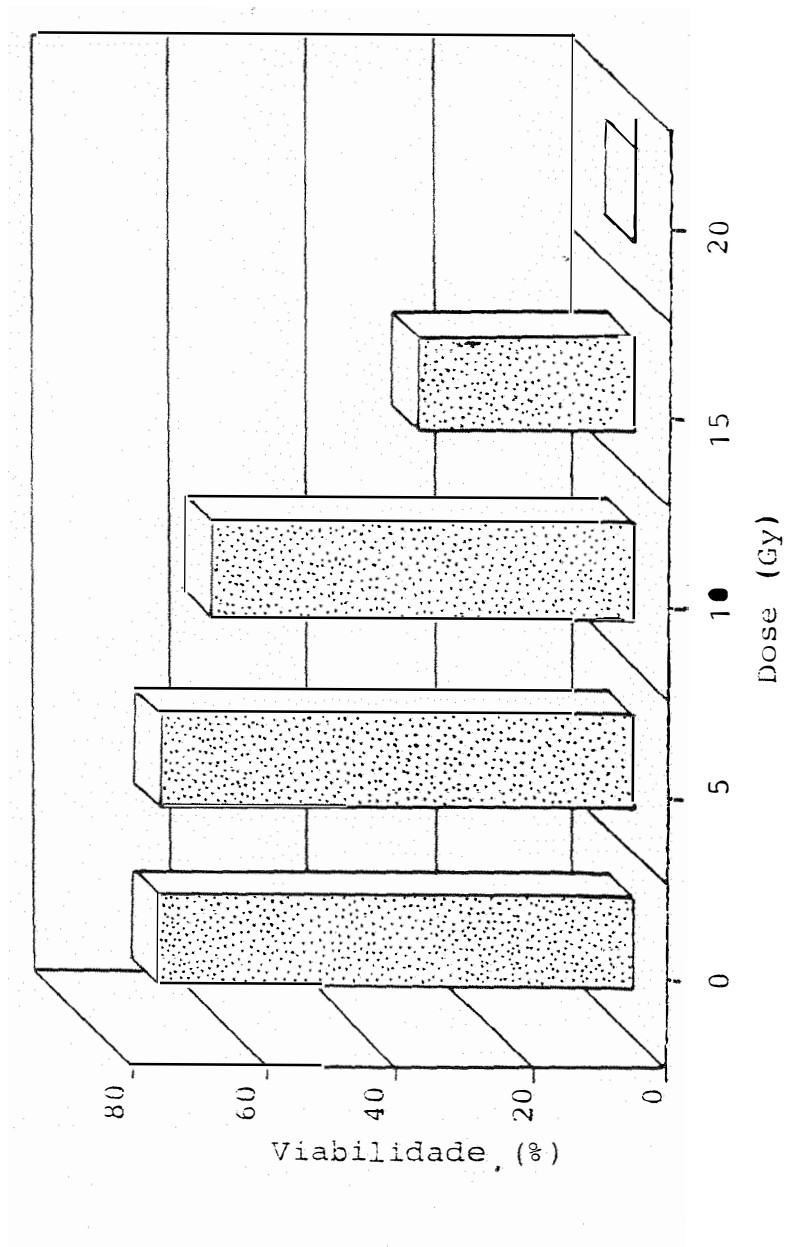


Figura 17 - Viabilidade dos ovos de *C. capitata*, provenientes de casais de adultos, oriundos de larvas de 8 dias, tratadas com diferentes subdoses de radiação gama.

Os dados aqui obtidos, indicam que 20 Gy, esteriliza os adultos provenientes de larvas de 8 dias de C. capitata, as quais possibilitarão a emergência de adultos, que ao se cruzarem, produzirão ovos inviáveis; no entanto, tal dose deverá ser bem calibrada, para evitar uma pequena variação, que possibilite a semi-esterilização com a emergência de adultos viáveis para a reprodução.

Os resultados obtidos neste experimento, estão em desacordo com o obtido por BALOCK et alii (1963), que embora trabalhassem com larvas do 1º ínstar de D. dorsalis, obtiveram adultos provenientes de larvas irradiadas com a dose de 25 Gy, cujos ovos apresentaram a viabilidade de 36%.

#### 4.6. Efeitos da radiação gama sobre as larvas de 8 dias de A. fraterculus, em mamões papayas.

Os resultados apresentados na Tabela 33, indicam que até a dose utilizada de 28 Gy, não houve aparentemente decréscimo no número de pupas formadas provenientes das larvas irradiadas; no entanto, já a partir de 12 Gy, houve uma acentuada mortalidade das formas imaturas, sendo que 28 Gy, causou a letalidade to-



Tabela 33 - Número de pupas e adultos de A. fraterculus, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, maio de 1988.

Dose (Gy)	Número					<u>Adultos</u>
	Caixas	Frutos	Larvas	Pupas	Adultos	<u>Larvas</u> (%)
0	3	30	1.200	1.082	900	75,00
12	3	30	1.200	954	324	27,00
16	3	30	1.200	1.012	292	24,34
20	3	30	1.200	1.044	44	3,67
24	3	30	1.200	938	3	0,25
28	3	30	1.200	852	0	0

tal. Pela Tabela 34, observa-se que as doses letais para causar os índices de mortalidade de 50%, 95% e 99,9968%, foram respectivamente de 11,43; 44,47 e 50,82%. A tendência da linha de regressão dose-mortalidade pode ser vista através da Figura 18.

No outro experimento em que se utilizaram doses maiores de radiação gama (Tabela 35), constatou-se que já a partir de 160 Gy, aplicado sobre as larvas, ocorreu uma grande diminuição no número de pupas formadas, sendo que a dose de 1.000 Gy inibiu totalmente a formação de pupas.

Com relação a não influência das doses de até 28 Gy sobre as larvas na formação das pupas (Tabela 33), os resultados observados no presente experimento, estão de acordo com o obtido por YASUOKA et alii (1989) que irradiaram larvas de 4, 5, 6 e 7 dias de A. fraterculus, com doses variando de 20 a 100 Gy, e observaram que estas não influenciaram na formação de pupas. No entanto, os resultados obtidos para causar 100% de mortalidade das formas imaturas a partir de larvas irradiadas no presente experimento (Tabela 34), foi ligeiramente discordante dos resultados obtidos pelos autores citados acima, os quais conseguiram o mesmo efeito com a aplicação de 20 Gy sobre larvas de 7

Tabela 34 - Mortalidades observadas e doses letais calculadas para as formas imaturas de A. fraterculus, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama.

Dose (Gy)	Mort.Obs. (%)	DL <sub>50</sub> (Gy)	IC <sub>50</sub> (Gy)	DL <sub>95</sub> (Gy)	DL <sub>99,9968</sub> (Gy)
0	25,00				
12	73,00				
16	75,66	11,43	(7,82-16,69)	44,47	50,82
20	96,33				
24	99,75				
28	100,00				

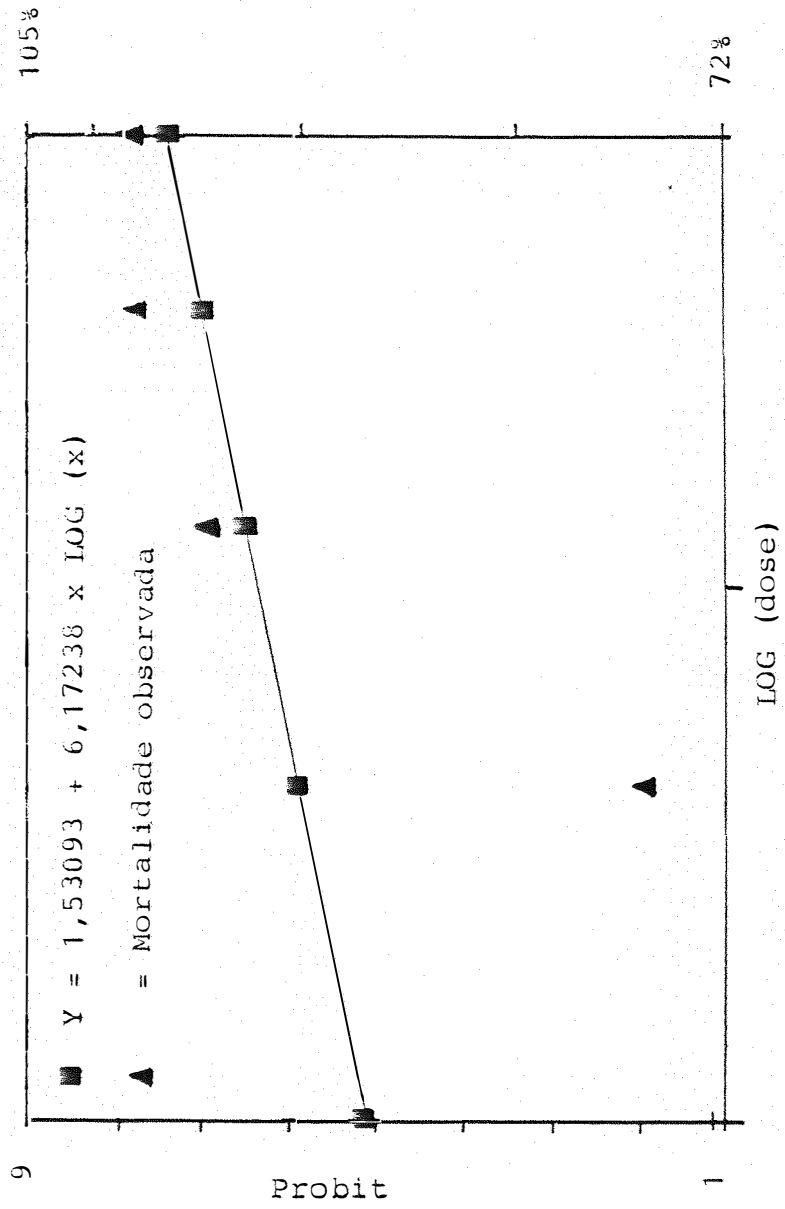


Figura 18 - Linha de regressão dose-mortalidade e mortalidades observadas das formas imaturas de A. fraterculus, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama.

Tabela 35 - Número de pupas de A. fraterculus, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas artificialmente em mamões, tratados em caixas com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, janeiro de 1989.

Dose (Gy)	Número					<u>Pupas</u>
	Caixas	Frutos	Larvas	Pupas	Adultos	<u>Larvas</u> (%)
0	3	30	1.200	929	584	77,42
160	3	30	1.200	343	0	28,59
320	3	30	1.200	189	0	15,75
480	3	30	1.200	69	0	5,75
640	3	30	1.200	53	0	4,42
800	3	30	1.200	39	0	3,25
1000	3	30	1.200	0	0	0

dias. O resultado para a obtenção de 100% de mortalidade das formas imaturas Tabela 34, também foi discordante do observado por ARTHUR (1989), que embora trabalhasse com larvas de diversas idades de A. obliqua em frutos de seriguela, obteve a total mortalidade das formas imaturas subsequentes às larvas irradiadas, com a aplicação de 20 Gy.

A dose que evitou a formação de pupas a partir de larvas irradiadas (Tabela 35), está de acordo com os resultados observados por MOY et alii (1983) que embora trabalhassem com a irradiação de larvas de C. capitata, obtiveram o mesmo resultado com dose de 1.000 Gy.

#### 4.7. Efeitos da radiação gama sobre as pupas de 1 a 8 dias de C. capitata

Os resultados referentes ao número de adultos de C. capitata, emergidos de pupas irradiadas com diferentes idades (Tabela 36), indicam que as doses de radiação gama, variando de 20 a 100 Gy, causaram considerável queda no número de adultos emergidos a partir das pupas irradiadas com idades variando de 1 a 4 dias. Através do teste de  $X^2$  (Qui-quadrado), (Tabelas 37, 38,

Tabela 36 - Número de adultos (machos e fêmeas) de C. capitata, emergidos de pupas com diferentes idades, tratadas com diversas doses de radiação gama. São Paulo, agosto de 1987.

Idade das pupas (dias)	Dose (Gy)	Pupas (nº)	Adultos (nº)		
			Machos	Fêmeas	Total
1	0	200	82	98	180
	20	200	0	0	0
	40	200	0	0	0
	60	200	0	0	0
	80	200	0	0	0
	100	200	0	0	0
2	0	200	88	102	190
	20	200	0	0	0
	40	200	0	0	0
	60	200	0	0	0
	80	200	0	0	0
	100	200	0	0	0
3	0	200	96	95	191
	20	200	2	0	2
	40	200	0	0	3
	60	200	2	5	7
	80	200	1	0	1
	100	200	1	0	1
4	0	200	104	90	194
	20	200	1	1	2
	40	200	4	2	6
	60	200	3	9	12
	80	200	1	2	3
	100	200	0	2	2

Tabela 36 - Continuação

Idade das pupas (dias)	Dose (Gy)	Pupas (nº)	Adultos (nº)		
			Machos	Fêmeas	Total
5	0	200	90	103	193
	20	200	49	49	98
	40	200	44	37	81
	60	200	24	49	73
	80	200	38	38	76
	100	200	23	41	64
6	0	200	95	100	195
	20	200	79	59	138
	40	200	83	83	166
	60	200	70	70	140
	80	200	52	82	134
	100	200	43	77	120
7	0	200	96	96	192
	20	200	90	97	187
	40	200	60	93	153
	60	200	88	88	176
	80	200	75	84	159
	100	200	91	82	173
8	0	200	83	110	193
	20	200	85	97	182
	40	200	73	80	153
	60	200	92	90	182
	80	200	77	95	172
	100	200	70	95	165



39 e 40) observou-se que as doses de radiação gama variando de 20 a 100 Gy também tiveram influência na emergência de adultos oriundos de pupas irradiadas com as idades de 5,6,7 e 8 dias, as quais deram emergência a números de adultos, menores do que o observado no tratamento testemunha.

Através do teste  $X^2$ , pôde-se também com - provar que a frequência observada da emergência dos machos e fêmeas foi igual à frequência esperada de 1:1, para pupas de 8 dias, nos tratamentos onde utilizaram-se as doses de 0;20;40;60;80 e 100 Gy (Tabelas 41,42,43,44,45 e 46) a um nível de 5% de probabilidade.

No experimento onde se testou a dose esterilizante para as pupas de 8 dias (Tabela 47), observou-se que os adultos emergidos, produziram quantidades de ovos decrescentes, com o aumento da dose de radiação; a dose de 60 Gy esterilizou totalmente as pupas que deram emergência a adultos, que não produziram ovos (Figura 19). Também através da Tabela 47, pôde-se observar que a dose de 30 Gy, não causou uma queda aparente no período de oviposição das fêmeas; no entanto, as doses de 40 e 50 Gy, promoveram o encurtamento de tal período.

Os dados obtidos no experimento para emergência de adultos (Tabela 36), estão de acordo com o observado por WIENDL et alii que observaram que as pupas de C.capitata próximas à e

Tabela 37 - Influência das doses de radiação gama variando de 20 a 100 Gy, sobre pupas de 5 dias de C. capitata, na emergência dos adultos.

Dose (Gy)	Nº de pupas	Número de adultos	
		Emergidos <sup>(1)</sup>	Não emergidos
0	200	193 a	7
(20 a 100)	1.000	392 b	608

(1) Número de adultos emergidos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $\chi^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 38 - Influência das doses de radiação gama variando de 20 a 100 Gy, sobre pupas de 6 dias de C. capitata, na emergência dos adultos.

Dose (Gy)	Nº de pupas	Número de adultos	
		Emergidos <sup>(1)</sup>	Não emergidos
0	200	193 a	7
(20 a 100)	1.000	698 b	302

(1)

Número de adultos emergidos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $X^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 39 - Influência das doses de radiação gama variando de 20 a 100 Gy, sobre pupas de 7 dias de C. capitata, na emergência dos adultos.

Dose (Gy)	Nº de pupas	Número de adultos	
		Emergidos <sup>(1)</sup>	Não emergidos
0	200	193 a	7
(20 a 100)	1.000	848 b	152

(1) Número de adultos emergidos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $X^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 40 - Influência das doses de radiação gama variando de 20 a 100 Gy, sobre pupas de 8 dias de C. capitata, na emergência dos adultos.

Dose (Gy)	Nº de pupas	Número de adultos	
		Emergidos <sup>(1)</sup>	Não emergidos
0	200	193 a	7
(20 a 100)	1.000	854 b	146

(1) Número de adultos emergidos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $\chi^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 41 - Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos ( machos e fêmeas ) de C. capitata, provenientes de pupas de 8 dias.

Sexos	Número de emergência de adultos	
	fo (1)	fe
Machos	83 a	96,5
Fêmeas	110 a	96,5
totais	193	193

(1)

Número de emergência de adultos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $\chi^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 42 - Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos ( machos e fêmeas ) de C. capitata, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 20 Gy.

Sexos	Número de emergência de adultos	
	fo (1)	fe
Machos	85 a	91
Fêmeas	97 a	91
totais	182	182

(1) Números de emergência de adultos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $\chi^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 43 - Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos ( machos e fêmeas ) de C. capitata, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 40 Gy.

Sexos	Número de emergência de adultos	
	fo <sup>(1)</sup>	fe
Machos	73 a	76,5
Fêmeas	80 a	76,5
totais	153	153

(1)

Números de emergência de adultos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $\chi^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.



Tabela 44 - Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos ( machos e fêmeas ) de C. capitata, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 60 Gy.

Sexos	Número de emergência de adultos	
	fo <sup>(1)</sup>	fe
Machos	92 a	91
Fêmeas	90 a	91
totais	182	182

(1)

Números de emergência de adultos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $X^2$  (qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 45 - Frequência observada ( $f_o$ ) e frequência esperada ( $f_e$ ) para a emergência de adultos (machos e fêmeas) de C. capitata, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 80 Gy.

Sexos	Número de emergência de adultos	
	$f_o$ (1)	$f_e$
Machos	77 a	86
Fêmeas	95 a	86
totais	172	172

(1) Números de emergência de adultos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $X^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 46 - Freqüência observada (fo) e freqüência esperada (fe) para a emergência de adultos ( machos e fêmeas) de C. capitata, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 100 Gy.

Sexos	Número de emergência de adultos	
	fo <sup>(1)</sup>	fe
Machos	77 a	86
Fêmeas	95 a	86
totais	172	172

(1) Números de emergência de adultos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $X^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 47 - Período de oviposição e número de ovos produzidos por adultos de C. capitata, provenientes de pupas de 8 dias, tratadas com diferentes doses de radiação gama. São Paulo, março de 1987.

Dose (Gy)	Número		Período de oviposição
	Pupas irradiadas	Ovos produzidos	(dias)
0	3.000	237.250	41
30	3.000	9.889	40
40	3.000	179	33
50	3.000	316	20
60	3.000	0	-

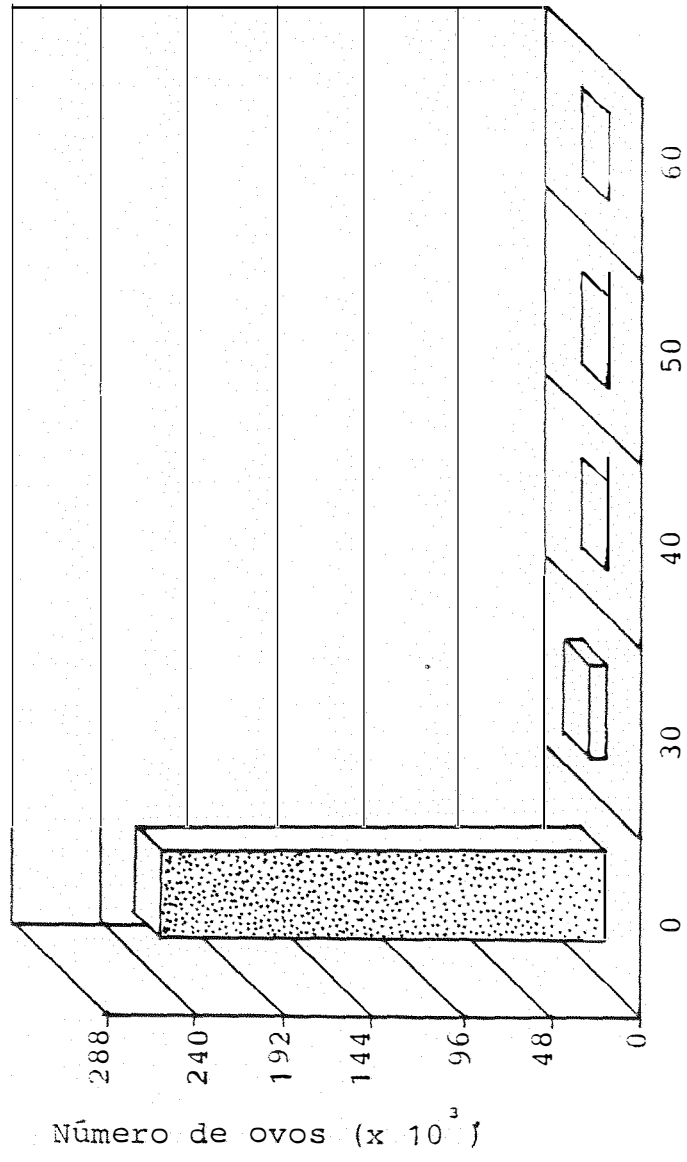


Figura 19 - Número de ovos produzidos por adultos de C. capitata, provenientes de 3.000 pupas de 8 dias por tratamento, irradiadas com diferentes doses de radiação gama.

emergência são relativamente muito mais resistentes do que as pupas mais jovens, recentemente formadas.

Com relação à dose esterilizante para as pupas próximas à emergência, os resultados encontrados no experimento (Tabela 47 e Figura 19), estão abaixo dos obtidos por BALOCK et alii (1963) e STEINER (1966), os quais observaram que a dose de 100 Gy, é esterilizante para as pupas irradiadas 1 ou 2 dias antes da emergência e está bem abaixo do observado por MACDONALD & MACINNIS (1985), e WILLIANSON et alii (1985), os quais obtiveram a dose de 150 Gy, como esterilizante para as pupas irradiadas 1 ou 2 dias antes da emergência.

A dose esterilizante obtida no experimento (60 Gy), é maior do que aquela observada por OHINATA et alii (1971), que obtiveram a esterilização de pupas, irradiadas 2 dias antes da emergência com a dose de 30 Gy; e também dos resultados obtidos por CHAMBERS et alii (1970), que esterilizaram pupas de C. capitata, com dose de 33 Gy, aplicada 2 dias antes da emergência dos adultos.

O resultado discordante para a esterilização de pupas no experimento, pode ser explicado pelas diferenças de radiosensibilidade que ocorre nas pupas, possivelmente relacionadas com as condições ambientais

nas quais as mesmas são irradiadas e também pelos diferentes conteúdos das dietas que serviram de alimentação para as larvas.

#### 4.8. Efeitos da radiação gama sobre as pupas de 8 dias de A. fraterculus

Os testes  $\chi^2$ , aplicados para comparar o número de adultos emergidos (Tabela 48), provenientes de pupas irradiadas com diferentes doses de radiação, com a emergência no tratamento testemunha, comprovaram que as doses de 20, 40, 60 e 80 Gy, não influenciaram na emergência dos adultos (Tabelas 49, 50, 51 e 52); sendo que os demais tratamentos de 100 e 120 Gy (Tabelas 53 e 54) diferiram estatisticamente do tratamento testemunha ao nível de 5% de probabilidade, com a queda no número de insetos emergidos.

As frequências observadas para a emergência de machos e fêmeas (Tabelas 55, 56, 57, 58 e 59), foram iguais às frequências esperadas de 1:1, para machos e fêmeas; no entanto, tais frequências foram diferentes nos tratamentos com a utilização das doses de 100 e 120 Gy (Tabelas 60 e 61).

Tabela 48 -- Número de adultos (machos e fêmeas) de A. fraterculus, emergidos de pupas de 8 dias, irradiadas com diferentes doses de radiação gama e dos seus descendentes na geração F<sub>2</sub>. São Paulo, julho de 1989.

Dose (Gy)	Número de pupas	Adultos emergidos (nº)		Descendentes (nº)		
		Machos	Fêmeas	Total	Larvas	Adultos
0	1.000	274	297	571	--	10.695
20	1.000	289	302	591	1	0
40	1.000	304	324	628	0	0
60	1.000	310	305	615	0	0
80	1.000	263	287	550	0	0
100	1.000	134	203	337	0	0
120	1.000	58	126	184	0	0

-- = Ausência de dados.



Tabela 49 - Influência da dose de radiação gama de 20 Gy, sobre pupas de 8 dias de A. fraterculus, na emergência dos adultos.

Dose (Gy)	Nº de pupas	Número de adultos	
		Emergidos <sup>(1)</sup>	Não emergidos
0	1.000	571 a	429
20	1.000	591 a	409

(1) Número de adultos emergidos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $X^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 50 - Influência da dose de radiação gama de 40 Gy, sobre pupas de 8 dias de A. fraterculus, na emergência dos adultos.

Dose (Gy)	Nº de pupas	Número de adultos	
		Emergidos <sup>(1)</sup>	Não emergidos
0	1.000	571 a	409
40	1.000	628 a	372

(1) Número de adultos emergidos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $\chi^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 51 - Influência da dose de radiação gama de 60 Gy, sobre pupas de 8 dias de A. fraterculus, na emergência dos adultos.

Dose (Gy)	Nº de pupas	Número de adultos	
		Emergidos <sup>(1)</sup>	Não emergidos
0	1.000	571 a	429
60	1.000	615 a	385

(1)

Número de adultos emergidos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $\chi^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 52 - Influência da dose de radiação gama de 80 Gy, sobre pupas de 8 dias de A. fraterculus, na emergência dos adultos.

Dose (Gy)	Nº de pupas	Número de adultos	
		Emergidos <sup>(1)</sup>	Não emergidos
0	1.000	571 a	409
80	1.000	550 a	450

(1) Número de adultos emergidos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $X^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 53 - Influência da dose de radiação gama de 100 Gy, sobre pupas de 8 dias de *A. fraterculus*, na emergência dos adultos.

Dose (Gy)	Nº de pupas	Número de adultos	
		Emergidos <sup>(1)</sup>	Não emergidos
0	1.000	571 a	429
100	1.000	337 b	663

(1) Número de adultos emergidos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $\chi^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 54 - Influência da dose de radiação gama de 120 Gy, sobre pupas de 8 dias de A. fraterculus, na emergência dos adultos.

Dose (Gy)	Nº de pupas	Número de adultos	
		Emergidos <sup>(1)</sup>	Não emergidos
0	1.000	571 a	429
120	1.000	184 b	816

(1)

Número de adultos emergidos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $\chi^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 55 - Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos ( machos e fêmeas ) de A. fraterculus, provenientes de pupas de 8 dias.

Sexo	Número de emergência de adultos	
	fo (1)	fe
Machos	274 a	285,5
Fêmeas	297 a	285,5
totais	571	571

(1)

Número de emergência de adultos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $\chi^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 56 - Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos ( machos e fêmeas) de A. fraterculus, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 20 Gy.

Sexos	Número de emergência de adultos	
	fo <sup>(1)</sup>	fe
Machos	289 a	295,5
Fêmeas	302 a	295,5
totais	591	591

(1)

Número de emergência de adultos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $\chi^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.



Tabela 57 - Freqüência observada (fo) e freqüência esperada (fe) para a emergência de adultos ( machos e fêmeas ) de A. fraterculus, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 40 Gy.

Sexos	Número de emergência de adultos	
	fo (1)	fe
Machos	304 a	314
Fêmeas	324 a	314
totais	628	628

(1) Número de emergência de adultos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $X^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 58 - Frequência observada ( $f_o$ ) e frequência esperada ( $f_e$ ) para a emergência de adultos ( machos e fêmeas ) de A. fraterculus, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 60 Gy.

Sexos	Número de emergência de adultos	
	$f_o$ (1)	$f_e$
Machos	310 a	307,5
Fêmeas	305 a	307,5
totais	615	615

(1)

Número de emergência de adultos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $\chi^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 59 - Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos ( machos e fêmeas ) de A. fraterculus, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 80 Gy.

Sexos	Número de emergência de adultos	
	fo <sup>(1)</sup>	fe
Machos	263 a	275
Fêmeas	287 a	275
totais	550	550

(1) Número de emergência de adultos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $X^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 60 - Frequência observada (fo) e frequência esperada (fe) para a emergência de adultos ( machos e fêmeas ) de A. fraterculus, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 100 Gy.

Sexos	Número de emergência de adultos	
	fo <sup>(1)</sup>	fe
Machos	134 a	168,5
Fêmeas	203 b	168,5
totais	337	337

(1)

Número de emergência de adultos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $\chi^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 61 - Frequência observada ( $f_o$ ) e frequência esperada ( $f_e$ ) para a emergência de adultos ( machos e fêmeas ) de A. fraterculus, provenientes de pupas de 8 dias, irradiadas com a dose de 120 Gy.

Sexos	Número de emergência de adultos	
	$f_o$ <sup>(1)</sup>	$f_e$
Machos	58 a	92
Fêmeas	126 b	92
totais	184	184

(1) Número de emergência de adultos seguidos da mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de  $X^2$  (Qui-quadrado), ao nível de 5% de probabilidade.

Através da Tabela 48, observa-se que os adultos provenientes de pupas que serviram de testemunhas, produziram 10.695 insetos, sendo que a dose de 20 Gy propiciou o aparecimento de uma larva descendente dos adultos oriundos das pupas irradiadas. As doses a partir de 40 Gy em diante esterilizaram as pupas, cujos adultos não deram descendentes.

A dose obtida para a esterilização total de pupas (40 Gy), (Tabela 48), é superior ao observado por VELASCO & ENKRLIN (1982), que embora trabalhassem com A. ludens, obtiveram a esterilização, em pupas irradiadas 3 dias antes da emergência, com 20 Gy, mas a dose esterilizante obtida no presente experimento está de acordo com o obtido por BURDITT et alii (1975), que embora trabalhassem com A. suspensa, relataram que 40 Gy, causou a completa esterilidade em pupas de 10 ou 12 dias de idade. Ainda pode-se observar que a dose esterilizante obtida no experimento, foi bem inferior do que a observada por STEINER et alii (1965), que embora trabalhassem com D. cucurbitae, conseguiram esterilizar os adultos provenientes de pupas irradiadas, somente com 95 Gy, aplicado 2 dias antes da emergência.

As frequências observadas para emergência de machos e fêmeas (Tabelas 60 e 61), estão em parte, de acordo com o obtido por CALKINS et alii (1988),

que observaram que as doses variando de 10 a 110 Gy , irradiadas sobre pupas de A. suspensa, prestes a emergirem, promovem a diminuição dos adultos machos emergidos que são mais radiosensíveis do que as fêmeas, cujo período pupal é 1 dia mais curto.

## 5. CONCLUSÕES

Considerando-se as condições em que foram realizados os experimentos e os resultados obtidos para as diferentes formas de C. capitata e A. fraterculus, tratadas com radiação gama, pôde-se chegar às seguintes conclusões:

- A proteção dos mamões papayas infestados, durante a irradiação por uma ou duas fileiras de frutos, promoveu considerável atenuação da radiação recebida pelos ovos e larvas de C. capitata.

- Ocorre maior eficiência no processo de irradiação, quando os mamões infestados são irradiados dentro de caixas e quando estas são giradas num ângulo de  $180^{\circ}$ , em torno do eixo vertical, pois assim ambas as faces das mesmas recebem doses equivalentes de radiação.



- A  $DL_{99,9968} = 107,74$  Gy, calculada para causar a mortalidade das formas imaturas de C. capitata provenientes de ovos com 48 horas, infestados em mamões, protegidos durante a irradiação por duas fileiras de frutos, foi a mais alta.

- As doses de 160 e 240 Gy, respectivamente, inibiram a formação de pupas, provenientes de ovos de C. capitata de 48 horas e de 1 a 72 horas.

- Para A. fraterculus, a  $DL_{99,9968} = 50,82$  Gy, calculada para causar a mortalidade das formas imaturas, provenientes de larvas de 8 dias, infestadas em mamões e irradiadas em caixas, foi a mais alta.

- As larvas de C. capitata de 8 dias, irradiadas com 20 Gy, deram origem a adultos totalmente estéreis.

- A dose de 1.000 Gy, inibiu a formação de pupas, provenientes de larvas de 8 dias de C. capitata e A. fraterculus.

- As doses, variando de 10 a 100 Gy, influenciaram negativamente na emergência de adultos de C. capitata, provenientes de pupas irradiadas com idades variando de 1 a 8 dias, mas não influenciaram na

proporção de machos e fêmeas emergidos; a dose de 60 Gy, foi totalmente esterilizante para os adultos provenientes de pupas irradiadas com 8 dias.

- As doses de 100 e 120 Gy, influenciaram negativamente na emergência de adultos de A. fraterculus, e também causaram alterações na proporção de machos e fêmeas emergidos, com menor frequência de machos; sendo que a dose de 40 Gy, foi totalmente esterilizante para as pupas irradiadas com 8 dias.

As doses de radiação ionizante bem menores do que a dose máxima permitida pela legislação internacional, podem ser empregadas com eficiência em um processo quarentenário, para a desinfestação das formas imaturas de C. capitata e A. fraterculus em mamões papayas, uma vez que também causam a esterilização de pupas de ambas as pragas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTHUR, V. Determinação da dose letal para larvas de Anastrepha obliqua (Mac., 1835) (Diptera, Tephritidae) no interior de frutos de Spondias purpurea L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., Belo Horizonte, 1989. Resumos. Belo Horizonte, Sociedade Entomológica do Brasil, 1989. p. 518

BALOCK, J.W.; BURDITT JR, A.K.; CHRISTENSON, L.D. Effects of gamma radiation on various stages of three fruit fly species. Journal Economic Entomology, College Park, 56 (1):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. Journal Economic Entomology,  
College Park 59 (1):202-204, 1966.

BALOCK, J.W.; CHRISTENSON, L.D.; BURR, G.O. Effects  
of gamma rays from Cobalt-60 on immature stages of  
the Oriental fruit fly (Dacus dorsalis Hendel) and  
possible application to commodity treatment problems.  
Proc. Hawaiian Acad. Sci. 31 st Ann Mtg, Honolulu,  
1956. p. 18.

BENSCHOTER, C.A. & TELICH, J.C. Effects of gamma rays  
on immature stages of the mexican fruit fly. Journal  
Economic Entomology, College Park, 57 (5):690-691,  
1964.

BUGHIO, A.R.; QURESHI, Z.A.; MECCHI, A.K. Effects of  
gamma radiation on eggs of Dacus zonatus (Saunders).  
Int. J. Radiat. Biol., London, 16 (2):183-192, 1969.

BURDITT JR, A.K. Gamma irradiation as a quarantine  
treatment of fruits. Trans. Am. Nucl. Soc., La Grande  
Park, 41:31-32, 1982.

BURDITT JR., A.K.; HUNGATE, F.P. Gamma irradiation as a

quarantine treatment for cherries infested by Western cherry fruit fly (Diptera: Tephritidae). Journal Economic Entomology, College Park, 81 (3) 859-862, 1988.

BURDITT JR., A.K.; LOPEZ-D., F.; STEINER, L.F.; WINDEGUT Von, D.L.; BARANOWSKI, R.; ANWAR, M. Application of sterilization techniques to Anastrepha suspensa (Loew) in Florida, United States of America. In: SYMPOSIUM OF THE STERILITY PRINCIPLE FOR INSECT CONTROL, Innsbruck, 1974. Proceedings series. Vienna, International Atomic Energy Agency, 1975. p. 93-100.

BURDITT JR., A.K.; MOSHOMAS, M.G.; HATTON, T.T.; SPALDING D.H.; WINDEGUTH Von, D.L.; SHAW, P.L. Low-dose irradiation as a treatment for grapefruit and mangoes infested with Caribbean fruit fly larvae. Agricultural Research Results, New Orleans, (10): 1-9, outubro 1981.

BURDITT JR., A.K.; SEO, S.T.; BALOCK, J.W. Basis for developing quarantine treatment for fruit flies. In: PANEL DISINFESTATION OF FRUIT BY IRRADIATION, Honolulu, 1970. Proceedings. Vienna, International Atomic

Agency, 1971. p. 27-31.

BURDITT JR., A.K.; SEO, S.T. Dose requirements for quarantine treatment of fruit flies with gamma irradiation. In: PANEL DISINFESTATION OF FRUIT BY IRRADIATION, Honolulu, 1970 Proceedings. Vienna, International Atomic Agency, 1971. p.33-41.

CALKINS, C.O.; DRAZ, K.A.A.; SMITTLE, B.J. Irradiation sterilization techniques for Anastrepha suspensa Loew and their impact on behavioural quality, In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MODERN INSECT CONTROL: NUCLEAR TECHNIQUES AND BIOTECHNOLOGY. Vienna, 1987. Proceedings series. Vienna, International Atomic Agency, 1988. p. 299-305.

CHAMBERS, D.L.; OHINATA; K.; CUNNINGHAM, R.T. Recent research in Hawaii on the Mediterranean fruit fly. In: PANEL ON THE APPLICATION OF THE SETRILE-MALE TECHNIQUE FOR CONTROL OF INSECTS WITH SPECIAL REFERENCE TO FRUIT FLIES. Vienna, 1969.Proceedings series. Vienna, International Atomic Energy Agency, 1970. p. 33-42.

- DOMARCO, R.E.; WALDER, J.M.M.; ARTHUR, V.; WIENDL, F.M.  
Desinfestação de mangas (Mangifera indica L.) e mamões (Carica papaya L.) contra Ceratitidis capitata (Wiedmann, 1824), através da radiação gama. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, Belo Horizonte, 1989. Resumos. Belo Horizonte, Sociedade Entomológica do Brasil, 1989. p. 501.
- 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., Belo Horizonte, 1989. Resumos. Belo Horizonte, Sociedade Entomológica do Brasil, 1989. p. 513.
- FÉSZS, I.; KÁDAS, L.; KÁLMÁN, B. Protection of orange by gamma irradiation against Ceratitidis capitata Wied. Acta Alimentaria, Budapest, 10: 293-299, 1981.
- GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. 6ª ed. Piracicaba, Nobel, 1976. 430 p.
- HEATHER, M.W. Irradiation of fruit and vegetables. Queensland Agricultural Journal, Brisbane, 112:85-87, 1986.

HESHAMUL, H. Effect of gamma radiation on the reproductive organs of Dacus zonatus (Saunders). In: SYMPOSIUM ON THE STERILITY PRINCIPLE FOR INSECT CONTROL OR ERADICATION, Athens, 1970. Proceedings series. Vienna, International Atomic Energy Agency, 1971. p. 31-36.

HOLDBROOK, F.R.; FUJIMOTO, M.S. Mating competitiveness of unirradiated and irradiated Mediterranean fruit flies. Journal Economic Entomology, College Park, 63(4):1175-1176, 1970.

HOOPER, G.H.S. Gamma sterilization of the Mediterranean fruit fly. In: SYMPOSIUM ON THE STERILITY PRINCIPLE FOR CONTROL OR ERRADICATION. Athens, 1970.Proceedings series. Vienna, International Atomic Energy Agency, 1971 p. 87-95.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Vienna. Use of irradiation as a quarantine treatment of agricultural commodities; Technical document, Vienna, 1985. 66 p.

JONAS, R. & ARZONE, A. Control of Rhagoletis cerasi in cherries by irradiation. J. Hort. Sci., London, 54 (3): 167-170, 1979.



KANESHIRO, K.Y.; OHTA, A.T.; KURIHARA, J.S.; KANEGAWA, K. M.; NAGAMINE, L.R. Gamma radiation treatment for disinfection of the Mediterranean fruit fly in California grown fruits. Proc., Hawaiian Entomol. Society, Honolulu, 24 (1): 245-259, 1983.

KANESHIRO, K.Y.; OHTA, A.T.; KURIHARA, J.S.; KANEGAWA, K. M.; NAGAMINE, L.R. Gamma-radiation treatment for disinfection of the Medfly in thirty-five varieties of California-Grow fruits. In: INTERNATIONAL CONFERENCE RADIATION DISINFESTATION OF FOOD AND AGRICULTURAL PRODUCTS, Honolulu, 1983. Proceedings. Honolulu, James H. Moy, 1985. p. 98-110.

KONSON, P.; SUTANTAWONG, M.; SMITASIRI, E.; LAPASATUKUL, C.; UNHAHAWUTTI, U. Irradiation as a quarantine treatment for the Oriental fruit fly, Dacus dorsalis Hendel, in mangoes. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MODERN INSECT CONTROL: NUCLEAR TECHNIQUES AND BIOTECHNOLOGY. Vienna, 1987. Proceedings series. Vienna, International Atomic Energy Agency, 1988. p. 319-323.

MACDONALD, P.T. & MACINNIS, D.O. Ceratitis capitata (Dip

tera: Tephritidae): Oviposition behavior and fruit punctures by irradiated and untreated females in laboratory and field cages. Journal Economic Entomology, College Park, 78 (4): 790-793, 1985.

MACFARLANE, J.J. Control of the Queensland fruit fly by gamma irradiation. Journal Economic Entomology, College Park, 59 (4): 884-889, 1966.

MARTINS, D.S. & ALVES, F.L. Ocorrência da mosca das frutas Ceratitis capitata (Wiedmann, 1824) (Diptera: Tephritidae) na cultura do mamoeiro (Carica papaya L.) Soc.Entomológica do Brasil, Porto Alegre, 17 (1):227-229, 1988.

MARTINS, D.S. & ZUCCHI, R.A. Levantamento de moscas das frutas (Diptera: Tephritidae) na cultura do mamão (Carica papaya L.) no norte do estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., Belo Horizonte, 1989. Resumos. Belo Horizonte, Sociedade Entomológica do Brasil, 1989. p. 525.

MARTINS, J.C. Aspectos biológicos de Anastrepha fratercu-

lus (Wied., 1830) (Diptera: Tephritidae) em dieta artificial sob diferentes condições de laboratório. Pira - cicaba, 1986. 79 p. (Mestrado - USP).

MOY, J.H.; AKAMINE, E.K.; WENKAM, N.; DOLLAR, A.M.; HANAOKA, M.; KAO, H.Y.; LIU, W.L.; REVETTI, L.M. Tolerance quality and shelf-life of gamma-irradiated papaya grown in Hawaii, Taiwan and Venezuela. In: SYMPOSIUM. RADIATION PRESERVATION OF FOOD, Bombay, 1972. Proceedings series. Vienna, International Atomic Energy Agency, 1973. p. 375-387.

MOY, J.H. Potential of gamma irradiation of fruit. Journal Food Technology, Oxford, 12:449-457, 1977.

MOY, J.H.; KANESHIRO, K.Y.; OHTA, A.T.; NAGAI, N. Radiation desinfestation of California stone fruits infested by Medfly-effectiveness and fruit quality. Journal of Food Science, Chicago, 48:928-931, 1983.

MOY, J.H. & NAGAI, N.Y. Quality of fresh fruits irradiated at desinfestation doses. In: INTERNATIONAL CONFERENCE

CE RADIATION DISINFESTATION OF FOOD AND AGRICULTURAL PRODUCTS, Honolulu, 1983. Proceedings. Honolulu, James H. Moy, 1985. p. 135-147.

NORRBN, A.L. Phylogenetic analysis and toxonoly of the Cryptostrepha daciformis, robusta and shausi species groups of Anastrepha Shiner (Diptera: Tephritidae). University Park, 1985. 355 p. (Tese de Ph-D - The Pennsylvania State University).

OHINATA, K.; CHAMBERS, D.L.; FUJIMOTO, M.; KASHIWAI, S.; MIYABARA, R. Sterilization of Mediterranean fruit fly by irradiation: Comparative mating effectiveness of treated pupae and adults. Journal Economic Entomology, College Park, 64 (4): 781-784, 1971.

OHTA, A.T.; KANESHIRO, K.Y.; KURIHARA, J.S.; KANEGAWA, K. M.; NAGAMINE, J.R. Is the Probit 9 security level appropriate for disinfestation using gamma-radiation? In: INTERNATIONAL CONFERENCE RADIATION DISINFESTATION OF FOOD AND AGRICULTURAL PRODUCTS, Honolulu, 1983. Proceedings. Honolulu, James J. Moy, 1985. p. 111-15.

PETELINCAR, I.M.; ARANHA, V.L.S.S.; RAGA, A.; WATANABE ,

K.; CALZA, R.; VECHIATO, M.H.; SUPLICY FILHO, N. Metodologia para a criação massal de "moscas das frutas" do gênero Anastrepha com dieta artificial. Biológico, São Paulo, 51 (8):209-214, 1985.

POTENZA, M.R.; YASUOKA, S.T.; GIORDANO, R.B.P.; RAGA, A. Irradiação de frutos de laranja infestados com larvas de moscas das frutas Ceratitis capitata (Wied., 1824). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12. Belo Horizonte, 1989. Resumos. Belo Horizonte, Sociedade Entomológica do Brasil, 1989. p. 529.

RIGNEY, C.J. & WILLS, P.A. Efficacy of gamma irradiation as a quarantine treatment against Queensland fruit fly. In: INTERNATIONAL CONFERENCE RADIATION DISINFESTATION OF FOOD AND AGRICULTURAL PRODUCTS, Honolulu, 1983. Proceedings. Honolulu, James H. Moy, 1985. p. 116-120.

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 J. Moy, 1985. p. 160-165.

SEO, S.T.; KOBAYASHI, R.M.; CHAMBERS, D.L.; DOLLAR, A.M.; HANAOKA, M. Hawaiian fruit flies in papaya, bell pepper, eggplant: Quarantine treatment with gamma irradiation. Journal Economic Entomology, College Park 66 (4):927-939, 1973.

SHIPP, E. & OSBORN, A.W. Irradiation of Queensland fruit fly pupae to meet quarantine requirements. Journal Economic Entomology, College Park, 61 (6):1721-26, 1968

SILVA, A.C.; 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., Belo Horizonte, Sociedade Entomológica do Brasil, 1989, p. 519.

SIMON, J.E.F.; RAMOS, A.F.; VELARTE, O.R.; GONZÁLES, P. M.A. Investigaciones sobre control de Ceratitis capitata W. por la tecnica de insectos esteriles en Moguegua Peru. Revista Peruana de Entomologia, Lima, 15 (1): 1-23, 1972.

SOKAL, R.R. Probit analysis on a digital computer. Jour-

nal Econ. Entomol., College Park, 51 (5):738-39, 1958.

SOMMER, N.F. & MITCHELL, F.G. Gamma irradiation-A quarantine treatment for fresh fruits and vegetables? Hort Science, Alexandria, 21 (3):356-360, 1986.

STEINER, L.F. Gamma irradiation for disinfection of export fruits and vegetables. Hawaii Farm Science, 15:11-12, 1966.

STEINER, L.F.; HARRIS, E.J.; MITCHELL, W.C.; FUJIMOTO, M. S.; CHRISTENSON, L.D. Melon fly eradication by overflooding with sterile males. Journal Economic Entomology, College Park, 58 (3):519-22, 1965.

SUPLICY FILHO, N.; CALZA, R.; PAIVA, J.A.A.; GLORIA, M. B.; OLIVEIRA, D.A.; RAGA, A. A avaliação da eficiência de tratamento com irradiação ionizante no controle de "moscas das frutas" Ceratitidis capitata (Wied., 1824) (Diptera: Tephritidae). Arquivos do Instituto Biológico São Paulo, São Paulo, 54 (1/4): 1-7, 1987.

TERUYA, T. Sterilization of the melon fly, Dacus cucurbitae Coquillet (Diptera: Tephritidae), with gamma

radiation: fertility of  $F_1$  progeny of flies treated with sub-sterilizing doses. Applied Entomology and Zoology, Okinawa, 18:335-341, 1983. Apud Review of Applied Entomology, London, 72 (4): 183, april, 1984 (Resumo).

TERUYA, T. Sterilization of the melon fly, Dacus cucurbitae Coquillet (Diptera: Tephritidae) with gamma-radiation: sterility of flies irradiated under a low temperature condition. Applied Entomology and Zoology, Okinawa, 19: 109-111, 1984. Apud Review of Applied Entomology, London, 72 (10): 711-712, out.1984 (Resumo).

THOMAS, P.; RAHALKAR, G.W. Disinfestation of fruit flies in mango by gamma irradiation. Current Science, Bangalore, 44 (21): 775-76, 1975.

VELASCO, H. & ENKERLIN, D. Determinacion de la dosis optima de irradiacion relativa a la competitividad del macho esteril de Anastrepha ludens (Loew); su atraccion a trampas de color y atrayent sexual. In: SYMPOSIUM ON THE STERILE INSECT TECHNIQUE AND RADIATION IN INSECT CONTROL, Neuherberg, 1981. Proceedings, Vienna International Atomic Energy Agency, 1982. p.323-39.



- YAMAMOTO, I.M.; WALDER, J.M.M.; WIENDL, F.M. Efeito da radiação gama na produção de espermatozoides de Ceratitis capitata (Wied., 1824) (Diptera: Tephritidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., Belo Horizonte, 1989. Resumos. Belo Horizonte, Sociedade Entomológica do Brasil, 1989. p. 500.
- YASUOKA, S.T.; POTENZA, M.R.; GIORDANO, R.B.; RAGA, A. Efeitos subsequentes de larvas de moscas das frutas Anastrepha fraterculus (Wied., 1830) submetidas a radiação gama, como parâmetro na desinfestação de frutos destinados à exportação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., Belo Horizonte, 1989. Resumos. Belo Horizonte, Sociedade Entomológica do Brasil, 1989. p. 520.
- WAKID, A.M.; AMIN, A.H.; SHOUKRY, A. Factors influencing sterility and vitality of the Mediterranean fruit fly In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE STERILE INSECT TECHNIQUE AND RADIATION IN INSECT CONTROL. Neuherberg 1981. Proceedings series. Vienna, International Atomic Energy Agency, 1982. p. 379-86.
- 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., Belo Horizonte, 1989 Resumos. Belo Horizonte, Sociedade Entomológica do Brasil, 1989. p. 503.

WIENDL, F.M.; SGRILLO, R.B.; WALDER, J.M.M. Influência da idade pupal na radiosensibilidade às radiações gama de Ceratitidis capitata (Wied.) Energy Nuclear Agric. Piracicaba, 1:15-19, 1979.

WILLIAMSON, D.L.; MITCHELL, S.; SEO, S.T. Gamma irradiation of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): Effects of puparial age under induced hypoxia on female sterility. Annals of the Entomology Society of America, Columbus, 78 (1): 101-106, 1985.

ZUCCHI, R.A. Taxonomia das espécies de Anastrepha Shiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) assinaladas no Brasil. Piracicaba, 1978. 105 p. (Tese de Doutorado, ESALQ-USP).

ZUMREOGLU, A. & AKAMN, K. Gamma irradiation on the Mediterranean fruit fly (Ceratitidis capitata Wied.): Emer

gence, longevity and sexual competitiveness after treatment in air and partial nitrogen. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MODERN INSECT CONTROL: NUCLEAR TECHNIQUES AND BIOTECHNOLOGY, Vienna, 1987. Proceedings series. Vienna, International Atomic Energy Agency, 1988. p. 293-98.

ZUMREOGLU, A.; OHINATA, K.; FUJIMOTO, M.; HIGA, H.; HARRIS, E.J. Gamma irradiation of the Mediterranean fruit fly: Effect of treatment of immature pupae in nitrogen on emergence, longevity, sterility, sexual competitiveness, mating ability and pheromone production of males. Journal Economic Entomology, College Park, 72 (2): 173-76, 1979.