



AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

**EMPREGO DA RADIAÇÃO GAMA COMO TRATAMENTO
QUARENTENÁRIO, VISANDO O CONTROLE DA TRAÇA
Opogona sacchari (BOJER, 1856) (LEPIDOPTERA:
TINEIDAE) EM BANANA (*Musa* sp.) E DRACENA
(*Dracaena fragans*).**

MARCOS ROBERTO POTENZA

Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do Grau
de Mestre em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear - Aplicações.

Orientador:
Dr. Valter Arthur

**São Paulo
1999**

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES

Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

**EMPREGO DA RADIAÇÃO GAMA COMO TRATAMENTO
QUARENTENÁRIO, VISANDO O CONTROLE DA TRAÇA *Opogona sacchari*
(BOJER, 1856) (LEPIDOPTERA : TINEIDAE) EM BANANA (*Musa sp.*) E
DRACENA (*Dracaena fragans*).**

MARCOS ROBERTO POTENZA

Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de Mestre
em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear
– Aplicações.

Orientador:

Dr. Valter Arthur

SÃO PAULO

1999



INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES

Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

**EMPREGO DA RADIAÇÃO GAMA COMO TRATAMENTO
QUARENTENÁRIO, VISANDO O CONTROLE DA TRAÇA *Opogona sacchari*
(BOJER, 1856) (LEPIDOPTERA : TINEIDAE) EM BANANA (*Musa sp.*) E
DRACENA (*Dracaena fragans*).**

MARCOS ROBERTO POTENZA

Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de Mestre
em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear
– Aplicações.

Orientador:

Dr. Valter Arthur

SÃO PAULO

1999

Dedicatória

Aos meus pais Alberto Potenza (in memorium) e Joseides, pelo apoio na concretização da minha formação profissional.

A minha esposa, Maria e filhas Camila e Giovana pelo carinho e dedicação na realização deste trabalho.

Aos meus irmãos Antonio (in memorium) e Marcio pela amizade e incentivo demonstrado.

Ao Orientador Prof. Dr. Valter Arthur, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura –
CENA/USP.

Pela sua dedicação e pelo apoio científico e
profissional que recebi durante a realização
deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A DEUS pelo amparo e como guia em mais etapa de minha vida.

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica – CNPq pela bolsa concedida durante a realização deste curso.

Ao Instituto Biológico de São Paulo pelo apoio para a execução dos trabalhos dessa pesquisa.

À Dra Eliana Cherubini Bergmann pela amizade e orientação na criação de *Opogona sacchari*.

À Dra Nélida Lucia Del Mastro pelo apoio e orientação nas irradiações.

Aos Pesquisadores Científicos Mário Eidi Sato, Francisco José Zorzenon e João Justi Junior pela ajuda e amizade.

Às Biólogas Luci Hessel Benedicto, Regina Kazue Nishimori e Valéria de Jesus Pereira pelo apoio constante e amizade.

Aos Engenheiros do IPEN Bete e Carlos pela amizade, apoio e sugestões durante as irradiações.

A todos que diretamente ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Número total de pupas, adultos e % de mortalidade de <i>Opogona sacchari</i> , após irradiar ovos de 2 dias de idade (*) com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.	27
2. Número total de pupas e adultos de <i>Opogona sacchari</i> , oriundos de ovos de 7 dias de idade irradiados (*) com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.	28
3. Número total de pupas e adultos de <i>Opogona sacchari</i> , oriundos de lagartas de 2 dias de idade irradiadas (*) em dieta artificial, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.	30
4. Número total de pupas e adultos de <i>Opogona sacchari</i> , oriundos de lagartas de 22 dias de idade irradiadas (*) em dieta artificial, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.	31
5. Número total de adultos de <i>Opogona sacchari</i> , oriundos de pupas de 2 dias de idade irradiadas (*) com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995	33
6. Número total de adultos de <i>Opogona sacchari</i> , oriundos de pupas de 11 dias de idade irradiadas (*) com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995	34
7. Número total de pupas e adultos de <i>Opogona sacchari</i> , oriundos de lagartas de 2 dias de idade irradiadas (*) no interior de mudas de dracena, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Número total de pupas, adultos e % de mortalidade de <i>Opogona sacchari</i> , após irradiar ovos de 2 dias de idade (*) com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.	27
2. Número total de pupas e adultos de <i>Opogona sacchari</i> , oriundos de ovos de 7 dias de idade irradiados (*) com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.	28
3. Número total de pupas e adultos de <i>Opogona sacchari</i> , oriundos de lagartas de 2 dias de idade irradiadas (*) em dieta artificial, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.	30
4. Número total de pupas e adultos de <i>Opogona sacchari</i> , oriundos de lagartas de 22 dias de idade irradiadas (*) em dieta artificial, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.	31
5. Número total de adultos de <i>Opogona sacchari</i> , oriundos de pupas de 2 dias de idade irradiadas (*) com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995	33
6. Número total de adultos de <i>Opogona sacchari</i> , oriundos de pupas de 11 dias de idade irradiadas (*) com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995	34
7. Número total de pupas e adultos de <i>Opogona sacchari</i> , oriundos de lagartas de 2 dias de idade irradiadas (*) no interior de mudas de dracena, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.	36

8. Número total de pupas e adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de Lagartas de 22 dias de idade irradiadas (*) no interior de mudas de dracena, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995. 37
9. Número total de pupas e adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de lagartas de 22 dias de idade irradiadas (*) no interior de feixe de muda de dracena, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1996. 38
10. Número total de adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de pupas de 11 dias de idade irradiadas (*) no interior de feixe de muda de dracena, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1996. 39
11. Número total de brotações em mudas de dracena irradiadas com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995. 40
12. Número total de pupas e adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de lagartas de 2 dias de idade irradiadas (*) no interior de frutos de banana, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995. 42
13. Número total de pupas e a dultos de *Opogona sacchari*, oriundos de lagartas de 22 dias de idade irradiadas (*) no interior de frutos de banana, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995. 43
14. Número total de pupas e adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de lagartas de 22 dias de idade irradiadas (*) no interior de caixa de banana, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1996. 44
15. Número total de adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de pupas de 11 dias de idade irradiadas (*) no interior de caixa de banana, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1996. 45

**EMPREGO DA RADIAÇÃO GAMA (Co^{60}) COMO TRATAMENTO
QUARENTENÁRIO, VISANDO O CONTROLE DA TRAÇA
Opogona sacchari (BOJER, 1856) (LEPIDOPTERA : TINEIDAE) EM
BANANA (*Musa* sp.) E DRACENA (*Dracaena fragans*).**

Marcos Roberto Potenza

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar o tratamento físico por radiação gama como método alternativo para desinfestação de bananas e mudas não enraizadas de dracena infestadas com a traça *Opogona sacchari*, destinadas à exportação. A criação da traça *O. sacchari* foi iniciada com mudas de *Dracaena fragans* infestadas, oriundas do município de Juquiá/SP. Como irradiador foi utilizado uma fonte de Cobalto-60, modelo Gammacell 220 com atividade de 537,82 Ci. Foram realizados testes em dieta artificial, em bananas variedade nanicão e em mudas não enraizadas de dracena, com doses variando entre 5,0 e 500,0 Gy. As doses de 140,0; 240,0; e 450,0 Gy atenderam o critério de não emergência de adultos afetando ovos com 7 dias, lagartas com 22 dias e pupas com 11 dias de idade, irradiados em dieta artificial, respectivamente. A dose para desinfestação de lagartas de *O. sacchari* com 22 dias de idade infestando feixe de mudas não enraizadas de dracena e bananas em cacho, para exportação, foi de 300,0 Gy e para pupas de 11 dias, nas mesmas condições, foi de 450,0 Gy. As doses de radiação gama no intervalo de 50,0 a 500,0 Gy afetaram sensivelmente as mudas não enraizadas de dracena, inibindo a emissão de brotações.

**USE OF GAMMA RADIATION (Co^{60}) AS QUARENTENARY
TREATMENT, TO CONTROL THE MOTH *Opogona sacchari*
(BOJER, 1856) (LEPIDOPTERA : TINEIDAE) ON
BANANA (*Musa* sp.) AND *Dracaena fragans*.**

MARCOS ROBERTO POTENZA

ABSTRACT

This research had the aim at evaluating the physical treatment by gamma radiation as an alternative method to desinfestate bananas and *Dracaena fragans* stalks without roots, to exportation, infested with the moth *Opogona sacchari*. The moth rearing was initiated from infested *D. fragans* originated from Juquiá, state of São Paulo. Gammacell 220 with Cobalt-60 with activity of 537, 82 Ci was used as an irradiator. Tests on artificial diet, bananas variety Nanicão and *D. fragans* stalks without roots were done, with doses varying from 5,0 to 500,0 Gy. The doses of 140,0; 240,0 and 450,0 Gy fitted the rules of absence of adults emergency, affecting eggs with seven days old, twenty two days old larvae and eleven days old pupae, irradiated on artificial diet, respectively. The dose to desinfestate twenty two days old *O. sacchari* infesting *D. fragans* stalk sheaves without roots and bananas in bunch, used to exportation, was 300,0 Gy and to eleven days old pupae, in the same conditions, was of 450,0 Gy. The dose of gamma radiation from 50,0 to 500,0 Gy affected sprouting.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	
RESUMO	
SUMMARY	
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	
2.1. Biologia de <i>Opogona sacchari</i>	3
2.2. Plantas hospedeiras de <i>Opogona sacchari</i>	7
2.3. Radiação gama como tratamento quarentenário	9
2.4. Efeito da radiação gama sobre insetos (lepidópteros)	11
2.5. Efeito da radiação gama sobre bananas e plantas ornamentais	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	
3.1. Obtenção e criação de <i>Opogona sacchari</i>	19
3.2. Técnicas de irradiação	21
3.3. Determinação da dose letal para ovos de <i>O. sacchari</i>	21
3.4. Determinação da dose letal para lagartas de <i>O. sacchari</i>	22
3.5. Determinação da dose letal para crisálidas de <i>O. sacchari</i>	22
3.6. Determinação da dose desinfestante em frutos de banana (<i>Musa</i> sp.)	22
3.7. Determinação da dose desinfestante em mudas de dracena (<i>Dracaena fragans</i>)	24
3.8. Efeito da radiação gama sobre mudas não enraizadas de dracena (<i>Dracaena fragans</i>)	24

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1. Nas fases de desenvolvimento.....	
4.1.1 Efeitos da radiação gama sobre ovos de <i>O. sacchari</i>	26
4.1.2 Efeitos da radiação gama sobre as lagartas de <i>O. sacchari</i>	28
4.1.3 Efeitos da radiação gama sobre as pupas de <i>O. sacchari</i>	31
4.2. <i>Dracena (Dracaena fragans)</i>	
4.2.1. Efeitos da radiação gama sobre lagartas em mudas de dracena.....	34
4.2.2. Efeitos da radiação gama sobre pupas de <i>O. sacchari</i> ..	38
4.2.3. Efeitos da radiação gama sobre mudas não enraizadas de dracena.....	39
4.3 <i>Banana (Musa sp.)</i>	
4.3.1 Efeitos da radiação gama sobre lagartas em banana.....	40
4.3.2 Efeitos da radiação gama sobre pupas de <i>O. sacchari</i>	44
5 CONCLUSÕES.....	46
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

1. INTRODUÇÃO

Importância econômico-social da banana

O Brasil é um dos maiores produtores de banana e também o seu maior consumidor. O Estado de São Paulo é um dos maiores produtores de nosso país, e o maior exportador brasileiro dessa fruta. Segundo CAMARGO FILHO (1990) a produção de banana na safra 1987/88 foi de aproximadamente 58 milhões de cachos de 18,5 Kg cada.

A banana atinge um volume de exportação relativamente grande, em relação a outras frutas que entram no mercado internacional. Alguns fatores característicos de sua cultura explicam esse fato: grande rendimento por hectare; ciclo curto; facilidade de propagação; propagação contínua; facilidade de manejo da fruta verde e o início da produção no mesmo ano em que é cultivado. Levando em conta as características do produto, facilidade de cultivo, volume de demanda e as possibilidades de oferta atual; o volume do produto exportado poderia ser grandemente ampliado (MANICA, 1988).

Os vários produtores mundiais vêm procurando aumentar as exportações, tanto aperfeiçoando a qualidade do produto, quanto elevando a produtividade. Do total da produção mundial de banana 18% foram exportados. O volume de comercialização de bananas foi comparável ao dos cítricos que, em conjunto, responderam por mais da metade do comércio internacional de frutas. Os Estados Unidos e a Comunidade Econômica Européia (CEE) são os maiores importadores mundiais dessa fruta, com 37 e 33% das importações, respectivamente.

O Brasil vem sofrendo acirrada concorrência no mercado internacional, devido às medidas adotadas pela CEE a partir de 1º de julho de 1993 (PEREZ, 1993). O produto brasileiro vem se preparando para essa disputa visando a adoção de medidas quanto aos problemas fitossanitários e a melhoria da qualidade do produto, de forma a atender com maior eficiência as rigorosas exigências do mercado consumidor, sobretudo o internacional.

Desde 1970 que a produção brasileira de banana representa mais de 11,0% da produção mundial, exportando apenas de 1,0 a 4,0% desse montante. As exportações na prática originárias do Estado de São Paulo, destinam-se à Argentina e ao Uruguai. O desempenho das exportações brasileiras em 1991 e 1992 demonstrou que medidas simples como o ensacamento dos cachos, o extremo cuidado com seu manuseio e a sofisticação das embalagens permitiram elevação da receita (PEREZ, 1993). O comércio internacional demonstra preferência pelas cultivares Nanica e Nanicão (MANICA, 1988).

Atualmente o maior problema fitossanitário de bananas brasileiras destinadas ao cone sul é a traça da bananeira *Opogona sacchari* (Bojer, 1856), no que tange a pragas, e que também será um dos pontos limitantes para a conquista de outros mercados consumidores estrangeiros.

A traça da bananeira *O. sacchari* é uma praga de ampla distribuição geográfica. Além do Brasil, ocorre nas Ilhas Reunião, Maurício, Rodriguez, Madeira e Açores. No Estado de São Paulo, foi constatada pela primeira vez em bananais do município de Guarujá/SP, em julho de 1972, onde se espalhou para os municípios do Vale do Ribeira de Iguape. Em 1974, 37 carretas contendo bananas infestadas pela praga foram embargadas por autoridades fitossanitárias argentinas (CINTRA, 1975). NOVO & REPILLA (1978) citaram a presença da praga nos municípios de Guarujá, Santos,

Mongaguá, Peruíbe, Eldorado, Iguape, Juquiá, Sete barras e outros municípios situados no litoral e Vale do Ribeira.

A praga ataca os frutos na região estilar e em casos extremos também os atinge lateralmente. Isto causa amadurecimento precoce dos dedos atacados, com sinais de excrementos. A traça também se desenvolve nos tecidos do pseudocaule e do engaço. O adulto é uma mariposa castanho-clara, quase palha, medindo 10 mm de comprimento por 25 mm de envergadura. Normalmente, a oviposição é feita na região estilar dos frutos, e às vezes, em flores e pseudocaulas.

Importância econômica da cultura da dracena

O mercado de exportação de flores e plantas ornamentais tem crescido significativamente nos últimos anos, sendo que o mercado europeu representa 80% do comércio internacional, totalizando US\$ 21 bilhões em 1990. Os principais países importadores são a Alemanha, Holanda, Itália, EUA, Argentina, Japão, Espanha, França e Dinamarca.

A produção de flores e plantas ornamentais, no Brasil, gira em torno de US\$ 100 milhões/ano, sendo 90% consumido no mercado interno. Em 1991, o total da exportação brasileira, esteve ao redor de US\$ 11 milhões. Dentre os principais Estados produtores, destacam-se São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina e Rio de Janeiro.

Os principais itens exportados pelo Brasil em 1991 foram: rosas (27,15%), estacas não enraizadas de dracena (18,24%), outras flores (16,53%), mudas de plantas ornamentais (16,51%) e outras plantas (21,57%).

O mercado mundial para produtos da floricultura tem apresentado crescimento constante. É importante ressaltar que as estimativas sinalizam a existência de um déficit na oferta de plantas ornamentais da ordem de US\$ 5 bilhões anuais para a década de 90.

O cultivo comercial da dracena no Vale do Ribeira teve início na passagem da década de 70 para 80 visando a princípio o mercado interno. Com a descoberta do mercado externo, o cultivo da dracena se expandiu, podendo-se estimar uma área plantada de 90 hectares na região. O espaçamento entre plantas é pequeno (1 x 0,60 m), proporcionando um stand final com uma considerável quantidade de plantas/ha. As condições climáticas da região são propícias para o plantio e cultivo da dracena durante o ano todo.

A área de estudos de fitossanidade em ornamentais é bastante recente no Brasil, sendo escassos os trabalhos em parasitologia, relativos à cultura da dracena e outras. Devido a importância quarentenária da traça *Opogona sacchari* o objetivo do trabalho foi utilizar a radiação gama como método alternativo para desinfestação de bananas e mudas não enraizadas de dracena.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos biológicos de *Opogona sacchari*

Fase de ovo: BERGMANN et al. (1995a) observaram posturas isoladas e em massas irregulares de forma achatada com até 101 ovos. Logo após a oviposição apresentaram coloração amarelo claro, tornando-se amarelo escuro após 2 dias, e marrom amarelado quando próximo da eclosão; possuem superfície irregular, com ranhuras, medindo 0,43 mm x 0,31 mm. O período de incubação de ovos foi de 7,71 dias. Observou-se a nível de campo posturas nas folhas e fendas do caule. Os ovos colocados isoladamente possuem forma arredondada, sem ranhuras. OLDHAM (1928/29), VILADERBO (1962) e DAVIS & PÉNA (1990) obtiveram medidas médias dos ovos de 0,62 x 0,50 mm; 0,60 x 0,50 mm e 0,55 x 0,50 mm, respectivamente.

Fase de lagarta: Ao eclodir as lagartas medem, em média, 2 mm de comprimento, apresentando cerdas esbranquiçadas e translúcidas. Foram observadas variações no número de estádios de 5 a 7. As lagartas de 1º estágio permanecem na parte superior da dieta e a partir do 2º estágio penetram na dieta e fazem túneis com fios de seda e detritos, migrando na cuba sempre dentro desses túneis. Possuem movimentos rápidos e são vorazes, observando-se canibalismo nos últimos estádios larvais, quando colocadas em grande número, tanto na ausência como na presença de abundância de alimento. Constatou-se o 6º e 7º estágio de desenvolvimento em 42,35% e 12,94% dos indivíduos estudados, respectivamente. Quando vão encasular, as lagartas abandonam a dieta e procuram um local para tecerem o casulo com fio de seda e detritos, geralmente na tampa da cuba de criação. As pré-pupas permanecem quase imóveis no interior dos

túneis apresentando coloração creme opaco e duração de 2,63 dias. O período larval teve uma viabilidade de 91,76%, com uma duração de 24,19 dias. A nível de campo as lagartas foram observadas alimentando-se vorazmente de plantas de cordilínea, strelitza, palmito, frutos de cacau, haste de mandioca e sementes de palmeiras BERGMANN et al. (1995a).

Fase de pupa: São obtectas, de coloração amarelo pálido no início e marrom avermelhado com as extremidades (cremaster e cabeça) enegrecidas quando próximas da emergência dos adultos. Apresentam dimorfismo sexual acentuado e medem de 9,0 a 12,5 mm de comprimento, sendo as dos machos geralmente menores que as das fêmeas. A superfície dorsal do corpo é lisa e brilhante, exceto do 5º ao 9º segmentos, que possuem uma fileira de espinhos de ápices negros, paralela a região intersegmental abdominal chegando próxima ao espiráculo. Na parte lateral e ventral apresentam número reduzido de cerdas. Esta fase durou 11,24 dias, com viabilidade de 87,18% (BERGMANN et al., 1995a).

Adulto: Possuem coloração geral bronze e antenas filiformes. Os machos são geralmente menores que as fêmeas, medindo 18,0 mm de envergadura e as fêmeas 23,0 mm. Apresentam dimorfismo sexual: as asas anteriores do macho possuem escamas mais escuras formando estrias longitudinais, podendo apresentar um ponto escuro nas extremidades posteriores; as asas anteriores das fêmeas possuem duas manchas escuras; as asas posteriores dos dois sexos são abundantemente franjadas; o abdômem do macho é afilado, possuindo manchas escuras circulares e bilaterais do 2º ao 6º esternito; o abdômem da fêmea é robusto, possui manchas semelhantes as do macho e ovipositor cor palha com estrias de coloração ocre. A longevidade de macho de *O. sacchari* foi de 11,05 dias, e para fêmeas 12,40 dias. Obteve-se uma maior longevidade para machos e fêmeas alimentados. O período de pré-oviposição dos casais alimentados foi de 2,7 dias

com 37,26 posturas por fêmea. O período de oviposição teve duração de 5,90 dias. Obteve-se 34,76 ovos por fêmea virgem não alimentada e 81,65 ovos por fêmea acasalada alimentada com solução de mel a 10%. A alimentação de fêmeas proporcionou maior produção de ovos. O ciclo de desenvolvimento de *O. sacchari* teve uma viabilidade de 77,65% e duração de 37,91 dias, apresentando uma relação de 5,5 machos para 4,5 fêmeas e 5,71% de adultos emergidos com defeito. O ritmo de postura de *O. sacchari* alimentadas, tendo o pico de postura entre o 3º e 7º dia após o início da oviposição (BERGMANN et al., 1995a).

IONEDA et al. (1983) observaram que os adultos de *O. sacchari* se mantêm imóveis durante o dia, abrigados em locais escuros. No campo verificaram um grande número de larvas nos pseudo-caules de banana em estado de decomposição, por reterem umidade e o corte dos pseudocaulos realizado um pouco acima do solo, ocorre o acúmulo de umidade o o início da decomposição que favorece a presença da praga.

2.2. Plantas hospedeiras

A traça *Opogonna sacchari* é bastante comum em bananais das Ilhas Canárias, constituindo problema para a bananicultura local desde a década de vinte (MacDOUGALL, 1926). Segundo CINTRA (1975), em setembro de 1974, a traça foi oficialmente constatada no Brasil em partidas de banana produzidas no litoral de São Paulo, embargadas na fronteira por fitossanitaristas argentinos. Segundo o mesmo autor a traça ataca preferencialmente a região estilar, podendo em caso de alta infestação atacar lateralmente os frutos. Encontrou somente uma lagarta em cada galeria, havendo várias galerias no mesmo fruto. A praga se desenvolve também nos tecidos do engaço e no pseudo-caule.

As lagartas atacam as bananas ainda verdes, principalmente pelas extremidades, onde abrem galerias e destroem o endocarpo, causando o seu apodrecimento, quando então, os prejuízos são mais acentuados. Em condições de baixas infestações, as lagartas são encontradas normalmente no pseudo-caule cortado, em estado de decomposição, e podem atacar o engaço (GALLO, 1978).

CINTRA (1975) considerou a bananeira o principal hospedeiro de *O. sacchari*, fazendo citações de hospedeiros secundários tais como: cana de açúcar, milho, tubérculos de batata, inhame, bambu, gladiolo e dália.

MOURIKIS & VASSILAINA-ALEXOPOULOU (1981) relataram a primeira ocorrência de *O. sacchari* na Grécia, em 1980, em *Dracaena fragans cv massangeana* além de desenvolverem estudos de biologia. D' AGUILAR & MARTINEZ (1982), constataram em 1980 severos danos em caules e raízes de begônias e violetas em casas de vegetação no sul da França. ROTUNDO & TREMBLAY (1982), citaram a importância da praga, em casas de vegetação na Itália, desenvolveram estudos de biologia e feromônios sexuais a partir de exemplares coletados em *Bougainvillea belmoreana* (primavera) e *Dracaena fragans*.

PEREZ & CARNERO (1984), relataram danos de *O. sacchari* nas Ilhas Canárias, em diversas plantas cultivadas, incluindo a ornamental *Strelitzia sp.*. HEPPNER et al. (1987), salientaram a importância da traça da banana em *Dracaena sp.* e *Chamedoria spp*, na Flórida.

DAVIS & PENA (1990) em revisão relataram diversos hospedeiros de *O. sacchari*, destacando-se *Cordyline terminalis*, *Dracaena spp*, *Yucca spp*, *Philodendron scandens*, *Dahlia sp.*, *Carica papaya*, *Ipomoea batatas*, *Dioscorea sp.*, *Gloxinia sp.*, *Gladiolus sp.*, *Hibiscus sp.*, *Ficus elastica*, *Musa spp*, *Chamaedorea spp.*, *Solanum spp* e outras espécies vegetais.

BERGMANN et al. (1995b) relataram severos ataques de *O. sacchari* no município de Juquiá, em campos e viveiros de *Dracaena fragans* e *D. fragans* cv. *massangearana* para exportação, chegando a 80% o nível de infestação. Verificaram também no município de Moji das Cruzes, infestações em torno de 30% em campos de *Strelitzia reginae* para corte. Em dracena as lagartas se alimentam dos tecidos internos do caule e da bainha das folhas, que são destruídos e substituídos pelos detritos da praga, aglutinados em uma teia fina. BERGMANN et al. (1995b) constataram elevado nível de infestação em campo, reduzindo a produção através da destruição do caule.

2.3. Radiação gama como tratamento quarentenário

MOY et al. (1983) relataram as vantagens da irradiação sobre tratamentos que utilizem fumigantes, tratamento térmico ou a combinação de ambos. A INTERNATIONAL AGENCY ATOMIC ENERGY (1985), reportou os aspectos entomológicos da radiação gama como tratamento quarentenário para moscas-das-frutas, e afirmou que doses menores que 1000,0 Gy podem ser empregadas para tratamentos quarentenários em vegetais infestados por pragas. No Brasil ARTHUR (1998) relatou uma visão crítica do uso da radiação gama como processo quarentenário para moscas-das-frutas e recomendou a dose de 225,0 Gy como a desinfestante de frutos destinados a exportação.

Doses de até 1,0 kGy inibem a maturação de alimentos frescos e eliminam infestações por artrópodos (YOUNG & BOWEN, 1986). Doses de 0,25 a 1,0 kGy atrasam a maturação de frutas tropicais e subtropicais como banana, manga, mamão (papaia), goiaba e outras (OMS, 1995).

A radiação gama oriunda do Cobalto-60 tem como vantagem alta penetrabilidade e uniformidade da dose, permitindo tratar produtos de diferentes tamanhos e formatos. Alta disponibilidade de fontes deste material. Baixo risco ambiental associado, como por exemplo uma meia vida de 5,3 anos (JARRETT, 1982).

Os tratamentos quarentenários por meio de fumigantes, como o dibrometo de etileno, brometo de metila e fosfina, deverão ser proscritos por causa de suas características adversa (fitotoxicidade, toxicidade ao homem e efeitos carcinogênicos).

Por isso atualmente, os processos físicos são os mais pesquisados, através de tratamentos por calor, frio ou irradiação. A irradiação é uma técnica de preservação de alimentos, sendo efetiva na desinfestação de pragas (ARTHUR, 1997). Podendo ser usada para tratamento de uma grande variedade de frutas frescas, vegetais e flores. Existe um interesse crescente no desenvolvimento da irradiação como um tratamento quarentenário para o comércio internacional (TASK FORCE MEETING ON IRRADIATION AS A QUARANTINE TREATMENT, 1986).

Mais de 36 países já possuem legislação autorizando o processo de irradiação, em mais de 40 diferentes espécies de alimentos. No Brasil, em 8 de março de 1985 a Divisão Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde emitiu a Portaria DINAL nº 09, aprovando as normas gerais para irradiação de alimentos.

A FAO e a Agência Internacional de Energia Atômica tem encorajado Estados membros, a adotarem o uso de irradiação como um método quarentenário para pragas, em produtos de grande importância no comércio internacional. Desejam, ainda, a nível internacional, implementar um programa coordenado de pesquisa para uso da radiação como um tratamento quarentenário substituto dos fumigantes, proscritos desde 1984.

No Brasil, diversos autores já utilizaram a radiação gama como método de desinfestação de tefritídeos em diversas frutas "in natura" como em laranjas (POTENZA

et al., 1989; COSTA, 1990), mamão (FARIA, 1989), mangas (RAGA, 1990), pêssegos (ARTHUR et al., 1993a), goiabas (POTENZA et al., 1992; ARTHUR et al., 1993b), e em outras frutas (SUPLICY FILHO et al., 1987; ARTHUR, 1989).

HEATHER (1993) citou a recomendação do “Task Force Group” como 300,0 Gy a dose genérica para lepidópteros, acarinos, coleópteros, dípteros, tisanópteros e homópteros, visando a total inibição da reprodução.

2.4. Efeito da radiação gama sobre lepidópteros

A dose de radiação necessária para eliminar os insetos depende do tipo de inseto e fase de desenvolvimento em que se encontra. A radiosensibilidade dos insetos é máxima durante a fase de ovo, e mínima durante a fase adulta. Estima-se 3 kGy para destruir os insetos em qualquer fase e doses menores para impedir o desenvolvimento normal e reprodução. A ocorrência de resistência dos insetos aos defensivos é conhecida, porém à radiação não se tem observado (TILTON & BROWER, 1987; OMS, 1995).

O primeiro trabalho realizado no Brasil, citado por GALLO (1988), utilizou a radiação gama empregando uma fonte de berílio para irradiar crisálidas de *Diatraea saccharalis*, com o objetivo de obter insetos estéreis, mas não obteve resultados satisfatórios.

PAPADOPOULOU (1960) constatou que doses entre 100 a 200 krad foram efetivas no controle de *Plodia interpunctella* infestando figos secos, sem alterar a qualidade destes.

BENCHOSTER & TELICH (1964) propuseram o emprego de pequenas doses de radiação gama para tratamentos quarentenários em escala comercial, as quais interrompem o ciclo normal de desenvolvimento de insetos.

OUYE et al. (1964) verificaram que 30,0 krad foram suficientes para total esterilização de *Pectinophora gossypiella*, ao irradiarem pupas.

BAROUCHI-BONAGH (1965) obteve 100% de mortalidade ao irradiar lagartas de último estágio de *Ephestia kuhniella* com 14.000 rad.

COGBURN et al. (1966) determinaram que 17,5 krad foram suficientes para controlar a infestação por ovos e lagartas jovens de *Plodia interpunctella*.

QURESHI (1966) concluiu que a dose de 10,0 krad foi suficiente para afetar o desenvolvimento de lagartas de *Sitotoga cerealella* oriundas de ovos irradiados.

WIENDL & BERTI FILHO (1968) observaram aumento na longevidade de *Sitotoga cerealella* ao irradiarem adultos com doses de até 20,0 krad. WIENDL et al. (1975) concluíram que a dose de 14,0 krad reduziu para 16,1% a eclosão de lagartas, ao irradiarem ovos de *S. cerealella*.

BROWER (1974) irradiou ovos de *Plodia interpunctella* com idade entre 1 e 72 horas, com doses entre 0,5 e 50,0 krad e demonstrou que ovos de 18, 24 e 30 horas são igualmente sensíveis. BECNZER & FARKAS (1974) determinaram que a fase de ovo é a mais radiosensível, ao irradiarem todos os estágios de *Plodia interpunctella*, e que a dose de 35 Krad foi eficiente para desinfestar ovos e lagartas em produtos armazenados.

GROSU (1976) obteve 250,0 Gy como a dose necessária para impedir a eclosão de larvas de *Plodia interpunctella*, ao irradiar ovos.

LABANOWSKI et al. (1979) compararam a atividade de acasalamento entre populações selvagens de *Laspeyresia pomonella* e uma população irradiada e não irradiada criada em laboratório. Doses até 30,0 krad não causaram decréscimo na atividade de acasalamento, entretanto, sugeriram uma forte depressão da atividade sexual esperada.

Segundo FLINT & MERKLE (1980) doses entre 21,0 e 42,0 Krad reduziram significativamente a oviposição nos cruzamentos de fêmeas de *Pectinophora gossypiella* não irradiadas com machos irradiados e que 42,0 krad resultou em completa esterilidade.

PROVERBS et al. (1982) liberaram machos e fêmeas de *Cydia pomonella* esterilizados com doses de 35,0 krad em pomares de maçã e pera. As populações de *C. pomonella* foram monitoradas por armadilhas de feromônio sexual e avaliação de danos em frutos; e constataram níveis de infestação abaixo do nível de dano econômico (0,5%) em 01 entre 86 pomares tratados em 1976; 06 entre 193 pomares tratados em 1977 e 0 entre 157 pomares tratados em 1978.

BROWER (1982) avaliou a competitividade de machos irradiados e não irradiados de *Ephestia elutella* e em simulação obteve um índice de competitividade acima de 90,0% tanto para machos não irradiados como para machos irradiados.

ASSAD & SHIKRENOV (1983) obtiveram 100% de mortalidade ao irradiarem ovos de *Ephestia kuehniella* com 60,0 Gy. TSVETKOK & ATANASON (1983) constataram que 300,0 Gy foi a dose suficiente para causar 100 % de mortalidade em pupas de 3 dias e 700,0 Gy para pupas de 1 dia de idade de *Ephestia kuehniella*.

BURDITT & MOFFIT (1983) constataram que 100,0 Gy reduziu significativamente a emergência de adultos de *Cydia pomonella* oriundos de pupas irradiadas e determinou que 145,0 Gy seria a dose necessária para atender o critério de não emergência de adultos ao irradiar lagartas de *C. pomonella*.

ARTHUR et al. (1984) obtiveram 150,0 Gy como a dose letal para lagartas de *Plodia interpunctella*. ARTHUR (1985) irradiou todas as fases do ciclo evolutivo de *Sitotoga cerealella* e concluiu que a dose de 125,0 Gy foi letal para ovos; 150,0; 250,0 e 500,0 Gy esterilizante para lagartas, pupas e adultos, respectivamente; 4750,0 Gy letal imediata para adultos.

SOMMER & MITCHELL (1986) sugeriram o uso da radiação gama como um processo eficiente para desinfestação de mamões, e afirmaram que a dose máxima e mínima é determinada pela configuração do irradiador, pelo tamanho, forma, densidade e homogeneidade do produto a ser irradiado. Contudo, ressaltou para fins de quarentena que a dose mínima tem que ser baseada nas "propriedades letais" da radiação acrescida de uma margem de erro.

BURDITT Jr. (1986) demonstrou que a irradiação gama é um eficiente tratamento quarentenário para nozes infestadas com *Cydia pomonella*. A exposição de lagartas a 51,9 Gy reduziu significativamente a emergência de adultos normais. A dose requerida como segura quarentenariamente (99,9968% de mortalidade) foi de 230,0 Gy, baseada sobre a emergência de adultos.

JUDY & PATRICK (1987) não obtiveram emergência de adultos ao irradiarem pupas de *Plodia interpunctella*, com doses superiores a 921,0 Gy em nozes, amêndoas e uvas secas. Um pequeno número de adultos emergidos na dose de 822,0 Gy eram deformados e morreram logo após a emergência.

GYULAI et al. (1987) obtiveram 400,0 Gy como a dose necessária para impedir a emergência de adultos de *Plodia interpunctella* oriundos de ovos, lagartas e pupas irradiadas.

JOHNSON & VAIL (1987) não obtiveram emergência de adultos ao irradiarem pupas de *Plodia interpunctella*, com doses superiores a 921,0 Gy em nozes, amêndoas e uvas secas. Um pequeno número de adultos emergidos na dose de 822,0 Gy eram deformados e morreram logo após a emergência. JOHNSON & VAIL (1988) verificaram que doses entre 149,0 e 545,0 Gy impediram a pupação de larvas de 6 dias de idade de *Plodia interpunctella*, e a dose de 627,0 Gy causou completa mortalidade em larvas de 7 dias de idade de *Amyelois transitella*.

CARPENTER et al. (1987) demonstraram os efeitos de doses subesterilizantes de radiação gama e esterilidade hereditária sobre a reprodução de *Heliothis zea*.

HENNEBERRY & CLAYTON (1988) ao acasalarem adultos de *Pectinophora gossypiella* oriundos de pupas irradiadas com doses entre 10,0 e 15,0 krad com adultos não irradiados, obtiveram redução no número de acasalamentos acima de 88%.

TAMBORLIN (1988) concluiu que a dose de 125,0 Gy é letal para ovos de *Plodia interpunctella* e que 250 Gy são suficientes para causar mortalidade total em larvas.

ARTHUR et al. (1990) irradiaram pupas de *Diatraea saccharalis* com 6 dias de idade e concluíram que a dose de 400,0 Gy induziu a esterilidade total dos insetos adultos.

SALLAM (1991) estudou o efeito da radiação gama sobre a fecundidade, viabilidade de ovos e acasalamento de fêmeas normais de *Spodoptera littoralis*, cruzadas com machos previamente irradiados e observou reduções significativas na fecundidade de fêmeas e eclosão de ovos, com doses entre 12,5 e 15,0 krad.

ABDEL-SALAM (1991) verificou que 50,0 Gy impediu a eclosão de larvas de *Corcyra cephalonica* ao irradiar ovos de 1 dia de idade.

DUARTE AGUILAR (1991) ao irradiar as diversas fases do ciclo evolutivo de *Corcyra cephalonica* concluiu que 100,0 Gy foram suficientes para induzir esterilidade em lagartas. Na fase de crisálida a dose esterilizante foi de 350,0 Gy e para adultos foi maior que 400,0 Gy.

TOBA & BURDITT Jr (1992) constataram que ovos mais novos de *Cydia pomonella* são mais radiosensíveis que ovos mais velhos, e que a radiação gama é um tratamento quarentenário potencial para desinfestação de frutos infestados por ovos desta praga.

WIENDL et al. (1993) obtiveram redução significativa do número de pupas formadas à partir de laranjas infestadas com *Gymnandrosoma aurantianum* empregando doses acima de 300,0 Gy.

SETH & REYNOLDS (1993) irradiaram pupas de várias idades de *Manduca sexta* e verificaram que a dose de 15,0 krad foi suficiente para impedir a emergência de adultos em 75% ao irradiarem pupas de 2 dias de idade e 62% para pupas de 6 dias, sendo que em ambas idades 100% dos adultos emergidos eram defeituosos.

ARTHUR et al. (1994) irradiaram pupas de *Spodoptera frugiperda* com 5 dias de idade e observaram que machos e fêmeas provenientes de pupas irradiadas com 125 Gy quando cruzados com machos e fêmeas normais produziram ovos com 15% e 10% de eclosão de larvas, respectivamente.

ESTEVAM et al. (1995) obtiveram a dose de 350,0 Gy como letal para lagartas de *Anagasta kuehniella*.

GROPPO (1996) obteve 70,0 Gy como a dose letal para ovos de *Tuta absoluta*, 200 e 300 Gy como a dose letal para lagartas e pupas, respectivamente.

FARIA (1997) obteve a dose de 200,0 Gy como a necessária para impedir a emergência de adultos viáveis de *Ecdytoplopha aurantiana* ao irradiar as formas imaturas.

ARTHUR et al. (1997) demonstraram os efeitos de doses subesterilizantes de radiação gama e esterilidade hereditária sobre a reprodução de *Diatraea saccharalis*.

DUARTE AGUILAR & ARTHUR (1998) estudaram os efeitos de doses subesterilizantes da radiação gama e esterilidade hereditária sobre a reprodução de *Spodoptera frugiperda*.

2.5. Efeito da radiação gama sobre frutos de *Musa sp* (banana)

THOMAS (1986) citou os resultados obtidos por BROWNELL (1951-52) que irradiou bananas empregando raios-X e constatou que os frutos irradiados com 150,0 krep reduziu o amadurecimento e que as doses de 50,0; 100,0 e 150,0 krep causaram escurecimento na casca.

FERGUSON et al. (1966) constataram que a dose de 200,0 krad prolongou em 04 dias a vida útil de bananas "Gros Michel". SOLANAS & DARDER (1968) obtiveram 25 dias na viabilidade dos frutos irradiados para o consumo, quando irradiados com 50,0 krad até 24 horas após a colheita, sendo que as bananas não irradiadas duraram apenas 13 dias.

SREENIVASAN et al. (1971) constataram um aumento de 8 dias no período de armazenamento de bananas da variedade "Dwarf Cavendish" ao utilizar a dose de 30,0 Krad. STRYDOM et al. (1990) recomendaram a dose de 200,0 Gy para bananas "Dwarf Cavendish", sem alterações na qualidade dos frutos, conservadas por 28 dias a 21°C e 75% de umidade.

Doses menores ou igual a 250,0 Gy não causaram efeitos adversos a maioria das frutas (CAST, 1989). KADER (1986) classificou como variável a sensibilidade de bananas a radiação. DOMARCO et al. (1994) obtiveram a dose de 500,0 Gy como a melhor para bananas da variedade nanica, avaliando-se os atributos "maduro", "amarrando" e "firmeza", as quais ainda estavam verdes aos 42 dias de armazenamento a 17°C. VIEIRA (1995) ao irradiar bananas "prata" com doses de até 0,8 kGy não verificou alterações significativas nos frutos irradiados com relação ao peso polpa/casca. VILAS BOAS et a. (1996) conclui ao irradiar bananas "prata" que as doses de 250,0 e

500,0 Gy não interferem na aparência externa da fruta, não afeta a degradação do amido e não prolonga a vida pós-colheita de bananas “prata”, mantida à 19-20°C.

Doses de 250,0 a 350,0 Gy inibiram a maturação de bananas, podendo, após a irradiação, o amadurecimento ser induzido com etileno, sendo observado efeito similar em outras frutas tropicais e subtropicais (OIEA, 1968; AKAMINE & MOY, 1983; MOY, 1983; THOMAS, 1986; OMS, 1995).

2.6. Efeito da radiação gama sobre plantas ornamentais

IAEA (1996) relatou a tolerância de algumas espécies de plantas ornamentais à radiação gama dividida em três grupos: tolerantes – 600,0 a 700,0 Gy (orégano, tulipas, gipsofila, celosia, narcisio, fênis; moderadamente tolerante – 400,0 a 500,0 Gy (gladiolos) e não tolerantes 150,0 – 250,0 Gy (rosas, crisântemos, iris, antúrio, lírios,).

SHARP (1997) relatou o potencial da radiação gama como um tratamento quarentenário para desinfestação de frutas, vegetais e plantas ornamentais que foram desembarcados na Flórida (EUA), prevenindo a introdução de novas pragas e cita dentre algumas centenas que constam na lista de pragas quarentenárias, a traça *Opogona sacchari*.

PAULL (1997) reportou que doses de 250,0 Gy causaram danos moderados ou severos em antúrio, dendrobium, helicônia e ave-do-paraíso.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Obtenção e criação de *Opogona sacchari*

A criação da traça *Opogona sacchari* foi iniciada em janeiro de 1993 a partir de material originário de *Dracaena fragans* (L.) KerGawl, do município de Juquiá/SP. A dieta artificial para a criação da *O. sacchari* foi a mesma utilizada por MACHADO & BATISTA FILHO (1987) para *Anticarsia gemmatalis* (Quadro 1), na qual segundo BERGMANN et al. (1995a) obteve em laboratório os seguintes resultados: período larval - 24 dias (viabilidade de 90%); pré-pupa - 2,5 dias; pupa - 11 dias (viab. de 87%); pré-oviposição - 2,7 dias; oviposição - 6 dias; longevidade de macho e fêmea - 12 dias e fase de ovo - 7,7 dias (viab. de 90%). Os adultos, após sexagem, foram colocados em tubos de pvc de 7,5 cm de diâmetro por 8,0 cm de altura, revestidos internamente com papel manilha rosa e fechados pela extremidade com placas de petri, sendo a base da gaiola revestida com um disco de papel manilha. Para a alimentação dos adultos foi fornecida solução de mel a 10,0 %, que em estudos anteriores proporcionou viabilidade de ovos acima de 90% e produção média de 85 ovos/fêmea. As posturas obtidas foram acondicionadas em placas de pvc de 4,0 cm de diâmetro por 2,0 cm de altura. As lagartas eclodidas foram transferidas para recipientes de polietileno com capacidade de 110 mL, contendo 30 mL de dieta artificial. A criação foi mantida a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de 70% e fotofase de 12 horas.

Quadro 1. Dieta larval de *Opogona sacchari*

Ingredientes	Quantidade
Ágar	22,5g
Água destilada	500,0mL
Feijão	75,0g
Germe de trigo	60,0g
Proteína de soja	30,0g
Caseína	30,0g
Levedura de cerveja	37,5g
Ácido ascórbico	3,6g
Água destilada	700,0mL
Ácido sórbico	1,98g
Nipagin	3,0g
Tetraciclina	75-140mg
Formaldeído (40%)	3,6mL
Solução vitamínica	9,0mL
Água destilada	80,0mL
ácido ascórbico	12,00g
Niacina	0,15g
Pantotenato de cálcio	0,30g
Riboflavina	0,08g
tiamina HCl	0,04g
Piridoxina HCl	0,04g
ácido fólico	0,08g
1 ampola de vitamina B	

3.2. Técnicas de irradiações

O projeto foi desenvolvido nos laboratórios do Centro de Sanidade Vegetal do Instituto Biológico de São Paulo, e as irradiações realizadas no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN/CNEN, ambos localizados no município de São Paulo. Como irradiador foi utilizado um irradiador experimental de Cobalto-60, modelo Gammacell 220 com atividade ao redor de 540,00 Ci.

Foram realizados testes em dieta artificial, em bananas variedade nanicão (de grande aceitação no mercado internacional) e em mudas não enraizadas de dracena, com doses variando entre 5,0 e 500,0 Gy. As doses empregadas em cada ensaio, número de repetições, número de indivíduos por repetição e fases de desenvolvimento avaliadas após os tratamentos constam no Quadro 2.

3.3. Determinação da dose letal para ovos

Ovos de *O. sacchari* com 2 e 7 dias de idade foram submetidos a doses crescente de radiação gama. Os ovos em número de 20 por repetição foram acondicionados em placas de Petri de plástico de 4,0 cm de diâmetro por 2,0 cm de altura, para serem irradiados. Após as irradiações os ovos foram transferidos para uma sala climatizada descrita anteriormente, sendo as lagartas eclodidas destes ovos transferidas em número de 5 por placa de Petri de plástico, de 9,0 cm de diâmetro por 1,0 cm de altura, contendo dieta artificial, a fim de se acompanhar o desenvolvimento destas.

3.4. Determinação da dose letal para lagartas

Ovos de *O. sacchari* da criação estoque foram acondicionados em recipientes de polietileno de 9,0 cm de altura x 5,0 cm de diâmetro. As eclodidas foram transferidas em grupos de 20 por repetição, para placas de polietileno de 4,0 cm de diâmetro por 2,0 cm de altura. As lagartas ao atingirem 2 e 22 dias de idade foram submetidas a doses crescentes de radiação gama. Após as irradiações os recipientes contendo as lagartas foram acondicionados em sala climatizada para acompanhamento do desenvolvimento das mesmas.

3.5. Determinação da dose letal para pupas

Lagartas de último estágio de desenvolvimento foram transferidas para placas de Petri de plástico de 15,0 cm de diâmetro por 1,0 cm de altura contendo 50 mL de dieta artificial. Em cada placa foram colocadas 10 lagartas com a finalidade de se acompanhar as fases de pré-pupa e pupa obtendo-se a idade precisa das mesmas. Pupas de 2 e 11 dias de idade foram acondicionadas em para placas de polietileno de 4,0 cm de diâmetro por 2,0 cm de altura e submetidas a doses crescentes de radiação gama. Após as irradiações os recipientes contendo as pupas foram acondicionados em sala climatizada para acompanhamento da emergência dos adultos.

3.6. Determinação da dose desinfestante em bananas

Lagartas de 2 dias de idade: inicialmente empregou-se vazadores de 1,0 cm de diâmetro para perfurar bananas da variedade nanicão. Em cada orifício foram colocadas 5 lagartas. Após as irradiações as bananas foram abertas para transferência das lagartas para dieta artificial, porém constatou-se que muitas haviam perfurado a casca, abandonando o fruto. Optou-se então por acondicionar as lagartas em canudos de pvc de 3 cm de comprimento por 0,5 cm de diâmetro. Introduziu-se um pequeno disco de dieta artificial de 0,5 cm de diâmetro por 0,5 cm de altura no centro do canudo de pvc constituindo-se dois alojamentos no canudo. Acondicionou-se 3 lagartas em cada alojamento do canudo, os quais foram fechados com filme plástico e presos com fita adesiva. Cada orifício na banana recebeu um canudo em cada extremidade perfurada por vazador de 1,0 cm de diâmetro.

Lagartas de 22 dias de idade: para a infestação de frutos de banana, realizou-se 5 furos em cada fruto com um vazador de 1,0 cm de diâmetro. Em cada furo acondicionou-se uma lagarta, sendo o orifício fechado por um disco de papel sulfite e preso por fita adesiva.

Em caixas de papelão padronizadas para exportação, com dimensões de 50 cm de comprimento x 30 cm de altura e 40 cm de largura contendo banana infestadas com lagartas de 22 dias e pupas de 11 dias de idade, foram submetidas a doses crescente de radiação gama. Como irradiador empregou-se uma Fonte Panorâmica de Cobalto-60 existente no IPEN/SP, com uma distância de 25,0 cm da fonte.. Após as irradiações as lagartas foram removidas das bananas e transferidas para recipientes com dieta artificial, para posterior obtenção do número de pupas obtidas e adultos emergidos.

3.7. Determinação da dose desinfestante em dracena

Lagartas de 2 dias de idade: utilizou-se a mesma metodologia dos testes em banana. Os canudos com as lagartas foram colocados no interior de mudas de dracena, as quais mediam aproximadamente 14,0 cm de comprimento por 4,0 cm de diâmetro.

Lagartas de 22 dias de idade: cada muda de dracena foi perfurada com 15 furos a fim de se acondicionar as lagartas de último estágio, sendo os orifícios posteriormente fechados com um disco de papel sulfite e esparadrapo para contenção das lagartas no interior da muda.

Feixes de dracena: as mudas não enraizadas de dracena eram exportadas em feixe cujo tamanho da muda era de 70, 80 ou 90 cm de comprimento. Cada feixe era composto por 10 mudas. Optou-se no presente trabalho pelas mudas de 70 cm. A muda central do feixe foi infestada artificialmente conforme descrito anteriormente, com 20 lagartas de 22 dias de idade, por repetição. Como irradiador empregou-se uma Fonte Panorâmica de Cobalto-60 existente no IPEN/SP. Após as irradiações as lagartas foram removidas da muda e transferidas para recipientes com dieta artificial, para posterior obtenção do número de pupas obtidas e adultos emergidos.

3.8. Efeito da radiação gama sobre mudas não enraizadas de dracena

Foram irradiadas mudas de dracena com doses de 0,0; 50,0; 100,0; 200,0; 300,0; 400,0 e 500,0 Gy (20 mudas por dose). Após o tratamento as mudas foram transferidas e individualizadas em vasos de 10cm de diâmetro x 15cm de altura, a fim de se observar o

enraizamento e emissão de folhas. Foi avaliado o número de brotações em cada muda durante um período de 6 meses.

Quadro 2. Fases de desenvolvimento de *Opogona sacchari* irradiadas em dieta artificial, em bananas e estacas de dracena; número de indivíduos por repetição, número de repetições e doses de radiação gama utilizadas (Gy).

Fases	Indivíduos/ repetição	n° de repetições	Dose (Gy)
Dieta artificial			
Ovo de 2 dias	20	10	0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0; 30,0; 40,0; 50,0; 60,0; 70,0; 80,0
Ovos de 7 dias	20	10	0; 20,0; 40,0; 60,0; 80,0; 100,0; 120,0; 140,0; 160,0; 180,0; 200,0
Lagarta de 2 dias	20	10	0; 20,0; 40,0; 80,0; 120,0; 160,0; 200,0; 240,0; 300,0
Lagarta de 22 dias	20	10	0; 30,0; 60,0; 120,0; 180,0; 240,0; 300,0; 360,0
Pupa de 2 dias	20	10	0; 50,0; 100,0; 150,0; 200,0; 250,0; 300,0; 350,0; 400,0; 450,0; 500,0
Pupa de 11 dias	20	10	0; 50,0; 100,0; 150,0; 200,0; 250,0; 300,0; 350,0; 400,0; 450,0; 500,0
Banana			
Lagarta de 2 dias	20	10	0; 20,0; 40,0; 60,0; 80,0; 120,0; 140,0; 160,0; 180,0; 200,0
Lagarta de 22 dias	20	10	0; 30,0; 60,0; 120,0; 180,0; 240,0; 300,0; 360,0; 420,0; 480,0
Lagarta de 22 dias em caixa de banana	20	10	0; 30,0; 60,0; 120,0; 180,0; 240,0; 300,0; 360,0; 420,0; 480,0
Pupas de 11 dias em caixas de banana	20	10	0; 50,0; 100,0; 150,0; 200,0; 250,0; 300,0; 350,0; 400,0; 450,0; 500,0
Dracena			
Lagarta de 2 dias	20	10	0;30,0;60,0;120,0;180,0;240,0;300,0
Lagarta de 22 dias	20	10	0; 30,0; 60,0; 120,0; 180,0; 240,0; 300,0; 360,0; 420,0; 480,0
Lagarta de 22 dias em feixe de mudas	20	10	0; 30,0; 60,0; 120,0; 180,0; 240,0; 300,0; 360,0; 420,0; 480,0
Pupas de 11 dias em feixe de dracena	20	10	0; 50,0; 100,0; 150,0; 200,0; 250,0; 300,0; 350,0; 400,0; 450,0; 500,0

4- RESULTADOS

4.1.1. Ovos de *Opogona sacchari*

A dose de 50,0 Gy foi suficiente para impedir a eclosão de lagartas quando ovos de 2 dias foram irradiados. Já com a dose 5,0 Gy pode-se observar uma redução significativa no número de adultos emergidos em relação ao número de pupas obtidas, efeito este ocasionado pela radiação gama (Tabela 1). Esta dose é semelhante aquela obtida por ASSAD & SHIKRENOV (1983) que determinaram como 60,0 Gy a dose letal para ovos de *Ephestia kuehniella*. Resultado similar também foram obtidos por ABDEL-SALAM (1991) que impediu a eclosão de larvas de *Corcyra cephalonica* ao irradiar ovos de 1 dia de idade, com a dose de 50,0 Gy. Segundo GROPPPO (1996) a dose de 70,0 Gy foi suficiente para causar letalidade em ovos de *Tuta absoluta*. TOBA & BURDITT Jr (1992) também verificaram que ovos mais novos são mais radiosensíveis que ovos mais velhos em *Cydia pomonella*.

Para causar letalidade em ovos de 7 dias de *O. sacchari* foram necessários 140,0 Gy, dose esta bem superior aquela obtida para ovos de 2 dias, demonstrando uma maior radiosensibilidade de ovos mais novos. A partir da dose de 60,0 Gy observou-se uma redução do número de adultos obtidos acima de 50,0%, a qual aumentou progressivamente com as maiores doses de radiação gama (Tabela 2). Em outras espécies de lepidópteros doses semelhantes foram obtidas. COGBURN et al. (1966) obteve a dose de 17,5 krad como a necessária para controlar a infestação por ovos de *Plodia interpunctella*. ARTHUR (1985) determinou como 125,0 Gy a dose letal para

ovos de *Sitotroga cerealella*; TAMBORLIN (1988) também obteve a mesma dose, porém para *Plodia interpunctella*.

Tabela 1. Número total de pupas, adultos e % de mortalidade de *Opogona sacchari*, após irradiar ovos de 2 dias de idade (*) com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.

Dose (Gy)	Número					% Mortalidade (adulto/ovo)
	Ovos	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	179	159	75	84	20,50
5,0	200	145	56	26	28	72,00
10,0	200	138	42	20	22	79,00
15,0	200	123	41	19	22	79,50
20,0	200	85	24	10	14	88,00
25,0	200	35	10	4	6	95,00
30,0	200	13	2	0	2	99,00
40,0	200	11	2	1	1	99,00
50,0	200	0	0	-	-	100,00
60,0	200	0	0	-	-	100,00
70,0	200	0	0	-	-	100,00
80,0	200	0	0	-	-	100,00

*Taxa de dose: 0,448 kGy/hora

Tabela 2. Número total de pupas e adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de ovos de 7 dias de idade irradiados (*) com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.

Dose (Gy)	Número					% Mortalidade (adulto/ovo)
	Ovos	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	183	176	81	95	12,00
20,0	200	175	169	73	96	15,50
40,0	200	143	134	61	73	33,00
60,0	200	106	95	45	50	52,50
80,0	200	84	75	32	43	62,50
100,0	200	62	54	25	29	73,00
120,0	200	23	13	6	7	93,50
140,0	200	0	0	-	-	100,00
160,0	200	0	0	-	-	100,00
180,0	200	0	0	-	-	100,00
200,0	200	0	0	-	-	100,00

*Taxa de dose: 0,448 kGy/hora

4.1.2. Lagartas de *Opogona sacchari*.

A dose de 120,0 Gy demonstrou ser suficiente para interromper o ciclo larval, não havendo a emergência de adultos de *O. sacchari* a partir de lagartas de 2 dias

irradiadas (Tabela 3). A dose de 17,5 krad foi a obtida por COGBURN et al. (1966) como a necessária para controlar a infestação por lagartas de *Plodia interpunctella*. BURDITT & MOFFIT (1983) determinaram como 145,0 Gy a dose necessária para atender o critério de não emergência de adultos ao irradiar lagartas de *Cydia pomonella*. ARTHUR (1985) determinou como 150,0 Gy a dose letal para lagartas de *Plodia interpunctella*.

Lagartas de 22 dias irradiadas com a dose 240,0 Gy não concluíram o ciclo larval, não havendo a formação de pupas (Tabela 4). A dose de 120,0 Gy reduziu o número de adultos emergidos em 70,50% e a dose de 180,0 Gy em 95,00%. BAROUCHI-BONAGH (1965) obteve 100% de mortalidade ao irradiar lagartas de último estágio de *Ephestia kuehniella* com 14.000 rad. BURDITT Jr. (1986) ao irradiar nozes infestadas com *Cydia pomonella* obteve a dose de 230 Gy como segura quarentenariamente (99,9968% de mortalidade), baseada na a emergência de adultos. GYULAI et al. (1987) obtiveram 400 Gy como a dose necessária para impedir a emergência de adultos de *Plodia interpunctella* oriundos de ovos, lagartas e pupas irradiadas. TAMBORLIN (1988) ao irradiar larvas de *Plodia interpunctella* determinou a dose de 250,0 Gy como suficiente para causar total mortalidade. A dose letal para lagartas de *Anagasta kuehniella* foi de 350,0 Gy, segundo ESTEVAM et al. (1995). Segundo GROppo (1996) foram necessários 200,0 Gy como a dose letal para lagartas de *Tuta absoluta*. FARIA (1997) necessitou de 200,0 Gy como a dose necessária para impedir a emergência de adultos viáveis de *Ecdyolopha aurantiana* ao irradiar as formas imaturas.

Tabela 3. Número total de pupas e adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de lagartas de 2 dias de idade irradiadas (*) em dieta artificial, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.

Dose (Gy)	Número					% Mortalidade (adulto/ovo)
	Lagartas	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	185	132	60	62	34,00
20,0	200	65	51	25	26	74,50
40,0	200	48	27	12	15	86,50
80,0	200	24	17	8	9	91,50
120,0	200	13	0	-	-	100,00
160,0	200	0	0	-	-	100,00
200,0	200	0	0	-	-	100,00
240,0	200	0	0	-	-	100,00
300,0	200	0	0	-	-	100,00

*Taxa de dose: 0,443 kGy/hora

Tabela 4. Número total de pupas e adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de lagartas de 22 dias de idade irradiadas (*) em dieta artificial, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.

Dose (Gy)	Número					% Mortalidade (adulto/ovo)
	Lagartas	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	180	175	82	93	12,50
30,0	200	171	157	75	82	21,50
60,0	200	141	132	63	69	34,00
120,0	200	81	59	27	32	70,50
180,0	200	16	10	4	6	95,00
240,0	200	0	0	-	-	100,00
300,0	200	0	0	-	-	100,00
360,0	200	0	0	-	-	100,00

*Taxa de dose: 0,443 kGy/hora

4.1.3. Pupas de *Opogona sacchari*

Foi necessário uma dose de 350,0 Gy para impedir a emergência de adultos a partir de pupas de 2 dias irradiadas (Tabela 5). Já para as pupas de 11 dias a dose necessária foi de 450,0 Gy (Tabela 6). OUYE et al. (1964) verificaram que 30,0 krad foram suficientes para total esterilização de *Pectinophora gossypiella*, ao irradiarem pupas. TSVETKOK & ATANASON (1983) verificaram que a dose de 300 Gy foi causou 100 % de mortalidade em pupas de 3 dias de idade de *Ephestia kuehniella*. ARTHUR (1985) obteve a dose de 250,0 como esterilizante para pupas de *Sitotoga*

cerealella. GYULAI et al. (1987) determinaram que 400 Gy seria a dose necessária para impedir a emergência de adultos de *Plodia interpunctella* oriundos de ovos, lagartas e pupas irradiadas. JOHNSON & VAIL (1987) não obtiveram emergência de adultos ao irradiarem pupas de *Plodia interpunctella*, com doses superiores a 921,0 Gy em nozes, amêndoas e uvas secas. Um pequeno número de adultos emergidos na dose de 822,0 Gy eram deformados e morreram logo após a emergência. ARTHUR et al. (1990) irradiaram pupas de *Diatraea saccharalis* com 6 dias de idade e concluíram que a dose de 400 Gy induziu a esterilidade total dos insetos adultos. DUARTE AGUILAR (1991) ao irradiar pupas de *Coryra cephalonica* obteve a dose de 350,0 Gy como a esterilizante. SETH & REYNOLDS (1993) ao irradiarem pupas de *Manduca sexta* com a dose de 15,0 krad reduziram a emergência de adultos em 75% em pupas de 2 dias de idade e 62% em pupas de 6 dias, sendo todos os adultos emergidos defeituosos. GROPPPO (1996) obteve 300 Gy como a dose letal para pupas de *Tuta absoluta*.

Tabela 5. Número total de adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de pupas de 2 dias de idade irradiadas (*) com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995

Dose (Gy)	Número				% Mortalidade
	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0	200	196	92	104	2,00
50,0	200	194	89	105	3,00
100,0	200	158	75	83	21,00
150,0	200	115	55	60	42,50
200,0	200	65	31	34	67,50
250,0	200	46	22	24	77,00
300,0	200	04	01	03	98,00
350,0	200	0	-	-	100,00
400,0	200	0	-	-	100,00
450,0	200	0	-	-	100,00
500,0	200	0	-	-	100,00

*Taxa de dose: 0,380 kGy/hora

Tabela 6. Número total de adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de pupas de 11 dias de idade irradiadas (*) com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.

Dose (Gy)	Número				% Mortalidade
	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0	200	196	96	100	2,00
50,0	200	194	92	102	3,00
100,0	200	168	82	86	16,00
150,0	200	165	79	86	17,50
200,0	200	146	75	71	27,00
250,0	200	80	38	42	60,00
300,0	200	65	29	36	67,50
350,0	200	35	15	20	82,50
400,0	200	06	02	04	97,00
450,0	200	0	-	-	100,00
500,0	200	0	-	-	100,00

*Taxa de dose: 0, 376 kGy/hora

4.2.1. Lagartas de *Opogona sacchari* em mudas de dracena

A dose de 120,0 Gy pode ser considerada como a letal para a lagartas de 2 dias irradiadas no interior de mudas (14,0 cm de comprimento por 4,0 cm de diâmetro) não enraizadas de dracena (Tabela 7). Esta dose é igual aquela obtida para lagartas da mesma

idade em dieta artificial. A muda de dracena neste ensaio não alterou a dose obtida com o ensaio em dieta artificial (Tabela 3).

No ensaio com lagartas de 22 dias a dose letal obtida foi de 300,0 Gy (Tabela 8), dose esta superior aquela obtida para lagartas dessa mesma idade irradiadas em dieta artificial, que foi de 240,0 Gy (Tabela 4). Podemos concluir também como em ovos que as lagartas mais jovens foram mais radiosensíveis que as lagartas mais velhas.

À partir dos resultados obtidos com as mudas não enraizadas de 14,0 cm de comprimento por 4,0 cm de diâmetro (Tabelas 7 e 8), pode-se determinar as doses que foram empregadas no ensaio com feixe de mudas para exportação, onde cada feixe era composto por 10 mudas de 70 cm de comprimento por 8,0 cm de diâmetro. Os resultados neste ensaio foram semelhantes aqueles obtidos no ensaio com as mudas de tamanho menor, sendo que a dose de 300,0 Gy atendeu ao critério de não emergência de adultos.

Tabela 7. Número total de pupas e adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de lagartas de 2 dias de idade irradiadas (*) no interior de mudas de dracena, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.

Dose (Gy)	Número					% Mortalidade (adulto/ovo)
	Lagartas	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	165	157	72	85	21,50
20,0	200	134	98	42	56	51,00
40,0	200	125	93	41	52	53,50
60,0	200	105	59	28	31	70,50
80,0	200	103	36	17	19	82,00
100,0	200	64	19	7	12	90,50
120,0	200	63	0	-	-	100,00
140,0	200	34	0	-	-	100,00
160,00	200	14	0	-	-	100,00
180,00	200	0	0	-	-	100,00
200,00	200	0	0	-	-	100,00

*Taxa de dose: 0,423 kGy/hora

Tabela 8. Número total de pupas e adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de lagartas de 22 dias de idade irradiadas (*) no interior de mudas de dracena, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.

Dose (Gy)	Número					% Mortalidade (adulto/ovo)
	Lagartas	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	194	175	82	93	12,50
30,0	200	151	131	60	71	34,50
60,0	200	124	97	42	55	51,50
120,0	200	94	51	25	26	74,50
180,0	200	93	09	02	07	95,50
240,0	200	72	04	01	03	98,00
300,0	200	46	0	-	-	100,00
360,0	200	0	0	-	-	100,00
420,00	200	0	0	-	-	100,00
480,00	200	0	0	-	-	100,00

*Taxa de dose: 0,380 kGy/hora

Tabela 9. Número total de pupas e adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de lagartas de 22 dias de idade irradiadas (*) no interior de feixe de muda de dracena, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1996.

Dose (Gy)	Número					% Mortalidade (adulto/ovo)
	Lagartas	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	195	185	95	90	7,50
30,0	200	150	135	62	73	32,50
60,0	200	122	95	48	47	52,50
120,0	200	91	48	25	23	76,050
180,0	200	91	08	03	05	96,00
240,0	200	70	03	02	01	98,50
300,0	200	44	0	-	-	100,00
360,0	200	0	0	-	-	100,00
420,00	200	0	0	-	-	100,00
480,00	200	0	0	-	-	100,00

*Taxa de dose: 0,340 kGy/hora

4.2.2. Pupas de *Opogona sacchari* em feixe de muda de dracena para exportação.

No presente a dose de 450,0 Gy foi suficiente para impedir a emergência de adultos, à partir de pupas de 11 dias irradiadas no interior de feixe de mudas não enraizadas de dracena (Tabela 10), resultado semelhante ao obtido para pupas de 11 dias irradiadas “in vitro”.

Tabela 10. Número total de adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de pupas de 11 dias de idade irradiadas (*) no interior de feixe de muda de dracena, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1996.

Dose (Gy)	Número				% Mortalidade
	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0	200	195	94	101	2,50
50,0	200	191	85	106	4,50
100,0	200	163	81	82	18,50
150,0	200	162	78	84	19,00
200,0	200	141	70	71	29,50
250,0	200	76	35	41	61,50
300,0	200	64	31	33	67,00
350,0	200	32	15	17	84,00
400,0	200	12	7	5	94,00
450,0	200	0	-	-	100,00
500,0	200	0	-	-	100,00

*Taxa de dose: 0,340 kGy/hora

4.2.3. Efeito da radiação gama sobre as mudas de dracena

Após os testes realizados podemos classificar as mudas de dracena como não tolerantes (IAEA, 1996). A partir da dose de 100,0 Gy não houve brotação nas mudas

irradiadas, e mesmo a dose de 50,0 Gy reduziu o número de brotações em relação a testemunha. (Tabela 11).

Tabela 11. Número total de brotações em mudas de dracena irradiadas com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.

Dose (Gy)	Número		% de inibição
	Mudas/Dose	Brotações/Muda	
0	20	7,0	-
50,0	20	1,5	21,43
100,0	20	0,0	100,0
150,0	20	0,0	100,0
200,0	20	0,0	100,0
250,0	20	0,0	100,0
300,0	20	0,0	100,0
350,0	20	0,0	100,0
400,0	20	0,0	100,0
450,0	20	0,0	100,0
500,0	20	0,0	100,0

*Taxa de dose: 0,380 kGy/hora

4.3.1. Lagartas de *Opogona sacchari* em banana.

A dose de 120,0 Gy pode ser considerada como a letal para a lagartas de 2 dias irradiadas no interior de bananas (Tabela 12). Esta dose é igual aquela obtida para lagartas da mesma idade em dieta artificial.

No ensaio com lagartas de 22 dias a dose letal obtida foi de 300,0 Gy (Tabela 13), dose esta superior aquela obtida para lagartas dessa mesma idade irradiadas em dieta artificial, que foi de 240,0 Gy (Tabela 4). Estes resultados foram semelhantes aqueles obtidos para deinfestação de mudas não enraizadas de dracena.

Com os resultados obtidos na desinfestação de bananas (Tabelas 12 e 13), pode-se determinar as doses que foram empregadas no ensaio para desinfestação de bananas para exportação. Os resultados neste ensaio foram semelhantes aqueles obtidos no ensaio com bananas individualizadas, sendo que a dose de 300,0 Gy atendeu ao critério de não emergência de adultos.

Tabela 12. Número total de pupas e adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de lagartas de 2 dias de idade irradiadas (*) no interior de frutos de banana, com doses crescentes de radiação gama, São Paulo, 1995

Dose (Gy)	Número					% Mortalidade (adulto/ovo)
	Lagartas	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	177	166	80	86	17,00
20,0	200	147	110	50	60	45,00
40,0	200	136	82	41	41	59,00
60,0	200	124	66	30	36	67,00
80,0	200	100	52	21	31	74,00
100,0	200	93	26	12	14	87,00
120,0	200	87	0	0	0	100,00
140,0	200	58	0	-	-	100,00
160,00	200	30	0	-	-	100,00
180,00	200	0	0	-	-	100,00
200,00	200	0	0	-	-	100,00

*Taxa de dose: 0,423 kGy/hora

Tabela 13. Número total de pupas e adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de lagartas de 22 dias de idade irradiadas (*) no interior de frutos de banana, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1995.

Dose (Gy)	Número					% Mortalidade (adulto/ovo)
	Lagartas	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	188	183	82	101	8,50
30,0	200	179	171	84	87	14,50
60,0	200	148	142	70	72	29,00
120,0	200	144	47	23	24	76,50
180,0	200	123	07	02	05	96,00
240,0	200	107	04	01	03	98,00
300,0	200	50	0	-	-	100,00
360,0	200	0	0	-	-	100,00
420,00	200	0	0	-	-	100,00
480,00	200	0	0	-	-	100,00

*Taxa de dose: 0,423 kGy/hora

Tabela 14. Número total de pupas e adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de lagartas de 22 dias de idade irradiadas (*) no interior de caixa de banana, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1996.

Dose (Gy)	Número					% Mortalidade (adulto/ovo)
	Lagartas	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0,0	200	186	182	90	92	9,00
30,0	200	175	170	77	93	15,50
60,0	200	147	141	70	71	29,50
120,0	200	146	45	22	23	77,50
180,0	200	126	05	01	04	97,50
240,0	200	105	03	02	01	98,50
300,0	200	48	0	-	-	100,00
360,0	200	0	0	-	-	100,00
420,00	200	0	0	-	-	100,00
480,00	200	0	0	-	-	100,00

*Taxa de dose: 0,340 kGy/hora

4.3.2. Pupas de *Opogona sacchari* em caixa de banana para exportação.

No presente a dose de 300,0 Gy foi suficiente para impedir a emergência de adultos, à partir de pupas de 11 dias irradiadas no interior de caixa de bananas para exportação (Tabela 14), resultado semelhante ao obtido para pupas de 11 dias irradiadas “in vitro”.

Tabela 15. Número total de adultos de *Opogona sacchari*, oriundos de pupas de 11 dias de idade irradiadas (*) no interior de caixa de banana, com doses crescentes de radiação gama. São Paulo, 1996.

Dose (Gy)	Número				% Mortalidade
	Pupas	Adultos	Fêmeas	Machos	
0	200	194	94	100	3,00
50,0	200	192	91	101	4,00
100,0	200	165	82	83	17,50
150,0	200	163	79	84	18,50
200,0	200	136	60	76	32,00
250,0	200	78	38	40	61,00
300,0	200	62	34	28	69,00
350,0	200	33	15	18	83,50
400,0	200	0	-	-	100,00
450,0	200	0	-	-	100,00
500,0	200	0	-	-	100,00

*Taxa de dose: 0,340 kGy/hora

5. CONCLUSÕES

- 5.1. As doses de 50,0 e 140,0 Gy afetaram ovos de *Opogona sacchari* com 2 e 7 dias de idade, respectivamente, causando letalidade nesta fase.
- 5.2. As doses de 160,0 e 240,0 Gy atendem o critério de não emergência de adultos, ao irradiar lagartas de *Opogona sacchari* com 2 e 22 dias de idade, respectivamente, em dieta artificial.
- 5.3. As doses letais para pupas de *Opogona sacchari* com 2 e 11 dias de idade foram 350,0 e 450,0 Gy, respectivamente.
- 5.4. As doses para desinfestação de lagartas de *Opogona sacchari* com 2 e 22 dias de idade em mudas não enraizadas de dracena foram 120,0 e 300,0 Gy, respectivamente.
- 5.5. A dose desinfestante para lagartas de *Opogona sacchari* com 22 dias de idade no interior de feixe de mudas não enraizadas de dracena para exportação foi de 300,0 Gy.
- 5.6. A dose letal para pupas de *Opogona sacchari* com 11 dias de idade no interior de feixe de mudas não enraizadas de dracena para exportação foi de 450,0 Gy.
- 5.7. As doses de radiação gama no intervalo de 50,0 a 500,0 Gy afetam sensivelmente as mudas não enraizadas de dracena, inibindo a emissão de brotações.

- 5.8. As doses para desinfestação de lagartas de *Opogona sacchari* com 2 e 22 dias de idade em bananas individualizadas foram 120,0 e 300,0 Gy, respectivamente.
- 5.9. A dose desinfestante para lagartas de *Opogona sacchari* com 22 dias de idade no interior de caixas de bananas para exportação foi de 300,0 Gy.
- 5.10. A dose letal para pupas de *Opogona sacchari* com 11 dias de idade no interior de caixas de bananas para exportação foi de 450,0 Gy.
- 5.11. A radiação gama pode ser empregada para a desinfestação de bananas visando o controle da traça *Opogona sacchari*.
- 5.12. Apesar da dose de radiação gama desinfestante impedir o brotamento em mudas não enraizadas de dracena, esta dose serve de referência para outras plantas ornamentais com menor radiosensibilidade, e que sejam hospedeiras da traça *Opogona sacchari*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL-SALAM, K.A. Radiosensitivity of eggs of the rice moth, *Corcyra cephalonica* (Staiton). **Isotope-and-Radiation-Research**, v. 19, n. 2, p. 141-151, 1991.
- AKAMINE, E.K.; MOY, J.H. Delay in postharvest ripening and senescence of fruits. In: JOSEPHOSON, E.S., PETERSON, M.S.(Eds.) **Preservation of food by ionizing radiation**. Boca Ratón, CRC, 1983. v. 3., p. 129-158.
- ARTHUR, V. **Efeitos esterilizantes e letais das radiações gama nas diferentes fases do ciclo evolutivo de *Sitotroga cerealella* (Olivier) em arroz e milho**. Piracicaba: 1985, 77 p. [Dissertação (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP].
- ARTHUR, V. Determinação da dose letal para larvas de *Anastrepha obliqua* (Mac., 1835) (Dip., Tephritidae) no interior de frutos de *Spondias purpurea* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, 1993, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte, Sociedade Entomológica do Brasil, 1989. p. 518.
- ARTHUR, V. Controle de insetos pragas por radiações ionizantes. **O Biológico**, v. 59, n. 1, p. 77-79, 1997.
- ARTHUR, V. **Uma visão crítica do uso da radiação gama como tratamento quarentenário para moscas-das-frutas**. Piracicaba: 1988, 63 p. [Tese (Livre-Docência) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura - USP].
- ARTHUR, V.; CONSOLMAGNO, C.; WIENDL, F. M. Indução de esterilidade por radiação gama de Cobalto-60, em imagos da traça *Plodia interpunctella* (Hbn, 1813) (Lep. Pyralidae) proveniente de arroz. **Ciência e Cultura**, v. 36, n. 7, p. 802, 1984.
- ARTHUR, V.; WALDER, J.M.M.; WIENDL, F.M. Sugar cane borer control through F-1 sterilization. **Acta Agricultural Nucleatae Sinica**, v. 4, n. 1, p. 57-63, 1990.
- ARTHUR, V.; WIENDL, F.M.; WIENDL, J.A. Controle de *Ceratitidis capitata* (Wied., 1824) (Diptera, Tephritidae) em pêssegos (*Prunus persica*) infestados artificialmente através de radiações gama do Cobalto-60. **Revista de Agricultura**, v. 68, n. 3, p. 323-370, 1993a.
- ARTHUR, V.; LEME, M.H. de A.; SIVA, A.C. da; WIENDL, F.M.; FARIA, J.T. Desinfestação de goiabas infestadas por *Anastrepha obliqua* (Mac., 1835)

- (Diptera : Tephritidae) através da radiação gama. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14, 1993, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba, Sociedade Entomológica do Brasil, 1993b. p. 602.
- ARTHUR, V.; WIENDL, F.M.; DUARTE AGUILAR, J.A.; WIENDL, J.A. Effect of gamma irradiation in the pupae stage on the fall armyworm parent and F-1 generations reproduction. **Acta Agriculturae Nucleatae Sinica**, v. 8, n. 1, p. 14-18, 1994.
- ARTHUR, V.; WIENDL, F.M.; DUARTE AGUILAR, J.A. Effect of gamma radiation of pupae stage of sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Fabs.) parent and F1 and F2 generations. **Journal of Nuclear Agriculture and Biology**, v. 16, n. 3, p. 166-169, 1997.
- ASSAD, Z.L.; SHIKRENOV, D. Gamma rays for *Ephestia kuehniella* control. **Rastitelna Zashtita Bulgaria**, v. 31, n. 11, p. 37-39, 1983.
- BAROUGH-BONAG, H. Étude du développement post-embryonnaire de l'avaise chez *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Food Irradiation**, v. 6, p. 14-15, 1965.
- BECNZER, J.; FARKAS, J. Investigation into the radioresistance of *Plodia interpunctella* (Hub) **Acta Phytopatologiae Academiae Scientiarum**, v. 9, v.1/2, p.15-60, 1974 Apud. **Entomology Abstracts**, v.6, n.11, p. 204, 1975 .
- BENCHOSTER, C.A.; TELICH, J.C. Effects of gamma rays on immature stages of the mexican fruit fly. **Journal of Economic Entomology**, v. 57, n. 5, p. 690-691, 1964.
- BERGMANN, E.C.; ROMANHOLI, R. de C.; POTENZA, M.R.; IMENES, S. de L.; ZORZENON, F.J.; NETTO, S. M. R. Aspectos biológicos e comportamentais de *Opogona sacchari* (Bojer, 1856) (Lepidoptera, Tineidae), em condições de laboratório. **Revista de Agricultura**, v. 70, n. 1, p. 41-52, 1995a.
- BERGMANN, E.C.; IMENES, S.D.L.; CECCARELLO, V.A.. Ocorrência da traça *Opogona sacchari* (Bojer,1856) em cultura de dracena. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 61, n. ½, p. 60-62, 1995b.
- BROWER, J.H. Age as a factor in determining radiosensitivity of eggs *Plodia interpunctella*. **Environmental Entomology**, v.3, n. 6, p. 945-946, 1974.

- BROWER, J.H. Mating competitiveness of irradiation-substerilized males of the tobacco moth. **Journal of Economic Entomology**, v. 75, p. 454-457, 1982.
- BURDITT JUNIOR., A.K. Gamma irradiation as a quarantine treatment for walnuts infested with Codling moths (Lepidoptera: Tortricidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 79, p. 1577-1579, 1986.
- BURDITT JUNIOR, A. K. Jr.; MOFFITT, H. R. Irradiation as a quarantine treatment for fruit subject to infestation by codling moth larvae. In: Radiation desinfestation on food and agricultural products, Honolulu, 1983. University of Hawaii at manoa. 1985. P. 87-97.
- CAMARGO FILHO, W. P. de (Coord.) **Estatísticas de produção agrícola no Estado de São Paulo**, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Instituto de Economia Agrícola, 1990. p. 106 (Série IEA).
- CARPENTER, J.E. *et al.* Corn earworm (Lepidoptera: Noctuidae): effects of substerilizing doses of radiation and inherited sterility on reproduction. **Journal of Economic Entomology**, v. 80, p. 483-489, 1987.
- CAST. Ionizing energy in food processing and pest control. II. Applications. Ames, IA, Council for Agricultural Science and technology (Report No 1159). 1989.
- CINTRA, A.F. *Opogona* sp. nova praga da bananicultura em São Paulo. **O Biológico**, São Paulo, v. 41, n. 8, p. 223-231, 1975.
- CINTRA, A.F.; ALMEIDA, P.R.; MYAZAKI, A.; NEVES, H.S. Fumigação de banana com brometo de metila para controle de lagartas de *Opogona sacchari* (Bojer, 1856). **O Biológico**, v. 44, n. 1, p. 3-10, 1978.
- COGBURN, R.R.; TILTON, E.W.; BRUKOHLDER, W.E. Gross effects of gamma radiation on the indian meal moth and the agounois grain moth. **Journal of Economic Entomology**, v. 59, n. 3, p. 682-85, 1966.
- COSTA, N. **Desinfestação de laranjas e tangerinas (*Citrus* sp) atacadas pela mosca-do-mediterrâneo *Ceratitis capitata* (Wied., 1824), através da radiação gama (Co-60), para fins de exportação**. Piracicaba, 1990. 94 p. [Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura – USP].
- D' AGUILAR, J. & MARTINEZ, M. *Opogona sacchari* (Bojer) présent dans les cultures sous serres en France. **Bulletin de la Société Entomologique de France**, França, v. 87, n. 1/2, p. 28-30, 1982.

- DAVIS, D.R. & PEÑA, J.E. Biology and morphology of the banana moth, *Opogona sacchari* (Bojer), and its introduction into Flórida (Lepidoptera: Tineidae). **Proceedings of the entomological society of Washington**, v. 92, n. 4, p. 593-618, 1990.
- DOMARCO, R.E.; WALDER, J.M.M.; SPOTO, M.H.F.; BLUMER, L. & MATRAIA, C. Conservação de frutas por radiação gama: aspectos físicos, químicos e sensoriais. I. Banana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 14. São Paulo, 1994. **Resumos...** São Paulo, Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1994. p. 110.
- DUARTE AGUILAR, J.A. **Efeito da radiação gama nas fases do ciclo evolutivo de *Corecya cephalonica* (Stainton, 1865) (Lepidoptera-Pyralidae) em dieta artificial**. Piracicaba, 1991. 81 p. [Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura – USP].
- DUARTE AGUILAR, J.A.; ARTHUR, V. Effect of sub-sterilizing doses of gamma radiation on *Spodoptera frugiperda* (Smith) pupae. **Journal of Nuclear Agriculture and Biology**, v. 27, n. 2, p. 132-138, 1998.
- EȘTEVAM, R. do C.; ARTHUR, V.; WIENDL, F.M. Mortality of indian flour moth *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera, Pyralidae) by gamma radiation from Cobalt-60. **Lavoura Arrozeira** v. 48, p. 15-16. 1995.
- FARIA, J.T. **Radiação gama como um processo quarentenário para *Ceratitidis capitata* (Wied.,1824) e *Anastrepha fraterculus* (Wied.,1830) (Diptera:Tephritidae) em mamões papaya (*Carica papaya*), Cultivar Sunrise**. Piracicaba, 1989. 177p. [Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP].
- FARIA, J. T. **Utilização da radiação gama como um processo quarentenário para o bicho furão, *Ecdytolopha aurantiana* (Lima, 1927) (Lepidoptera, Tortricidae) em laranja pera (*Citrus sinensis*), e o estudo de seus efeitos sobre a qualidade dos frutos**. São Paulo, 1997. 75 p. [Dissertação (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/USP].
- FERGUSON, W.E.; YATES, A.R.; MACQUEEN, K.F.; ROBB, J.A. The effects of gamma radiation on bananas. **Food Technology**, Chicago, v. 203, p. 105-7, 1966.
- FINNEY, D.J. Probit analysis. Cambridge, Cambridge University Press, 1952. 318p.

- FLINT, H.M. & MERKLE, J.R. Pink bollworm: irradiation of laboratory and native males. **Journal of Economic Entomology**, v. 73, p. 764-767, 1980.
- GALLO, D. (Coord.). Manual de Entomologia Agrícola. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1988. 649 p.
- GIANOTTI, O.; OLIVEIRA JUNIOR, B.S.; IONEDA, T.; FELL, D. Observações gerais sobre o desenvolvimento e comportamento sexual do lepidóptero *Opogona sacchari* (Bojer, 1856) em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 44, n. 4, p. 209-212, 1977.
- GROPPO, A.G. Efeitos da radiação gama do cobalto-60 nas diferentes fases do ciclo evolutivo da traça do tomateiro *Scrobipalpaloides absoluta* (Meyrich, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae). Piracicaba: 1996, 69 p. [Dissertação (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura – USP].
- GROSU, S. Influence of γ radiation on the development of different stages of *Plodia interpunctella* Hb. (Lepidoptera, Phycitidae). **Sty. Cercet. Biol.** V. 28, n. 2, p. 145-48, 1976. Apud Entomology Abstracts, v. 8, n. 4, p. 83, 1976. (Resumo).
- GYULAI, P.; KOVACS, E.; SZALMA, A. Radappertization of agricultural and food products. **Noevenyvedelmi es Agrokemiai Allomas.** v. 23, n. 2, p. 81-84, 1987.
- HEATHER, M.W. Irradiation of fruit and vegetables. **Queenslan Agricultural Journal.** v. 112, p. 85-87, 1986.
- HENNEBERRY, T.Y. & CLAYTON, T.Z. Effects of gamma radiation on pink bollworm (Lepidoptera:Gelechiidae) pupae: adult emergence, reproducyion, mating, and longevity of emerged adults and their F₁ progeny. **Journal of Economic Entomology**, 81: 322-326, 1988.
- HEPPNER, J.B.; PEÑA, J.E. & GLENN, H.. The banana moth, *Opogona sacchari* (Bojer) (Lepidoptera-Tineidae), in Florida. **Entomology Circular**, Division of Plant Industry Florida. Depart. of Agr. and Consumer. v. 293, p. 4, 1987.
- IONEDA, T.; FELL, D.; GIANNOTTI, O.; OLIVATI, J. Estudos preliminares sobre o ferômonio sexual da traça da banana, *Opogona sacchari* (Bojer, 1856). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 50, n. ¼, p. 47-49, 1983.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Vienna. Use of irradiation as a quarantine treatment of agricultural commodities, Technical document, Vienna, 1985. 66p.

- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. The third FAO/IAEA Research Co-ordination Meeting (RCM) on use of irradiation as a quarantine treatment of mites, nematodes and insects other than fruit flies. China, 1996. 22 p.
- JARRETT, R. D. 1982. Isotope (gamma) radiation sources. IN: Josephson, E.S., Peterson, M.S., eds. Preservation of food by ionizing radiation, Vol. 1. Boca ratón, CRC Press, p. 137-163.
- JOHNSON, J.A. & VAIL, P.V. Adult emergence and sterility of Indianmeal moths (Lepidoptera:Pyralidae) irradiated as pupae in dried fruits and nuts. **Journal of Economic Entomology**, v. 80, p. 497-501, 1987.
- JOHNSON, J.A. & VAIL, P.V. Posttreatment survival, development, and feeding of irradiated indianmeal moth and navel orangeworm larvae (Lepidoptera:Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 81, n. 1, p. 376-380, 1988.
- JUDY, A.J. & PATRICK, V.V. Adult emergence and sterility of Indianmeal moths (Lepidoptera:Pyralidae) irradiated as pupae in dried fruits and nuts. **Journal of Economic Entomology**, v. 80, p. 497-501, 1987.
- KADER, A. A. Potential applications of ionizing radiation in postharvest handling of fresh fruits and vegetables. **Food Technology**, v. 40, p. 117-121, 1986.
- LABANOWSKI, G.S.; SOKOLOWSKI, R. J.; SUSKI, Z. W. Mating activity of gamma irradiated codling moth, *Laspeyresia pomonella* (L.). **Ekologia Polska**, v. 27, n. 1, p. 171-184, 1979.
- MAC DOUGALL, R.S. *Pseudococcus comstocki* Kuw., as an enemy of the banana (*Musa cavendishii*). **Bulletin of Entomological Research**, v. 17, n. 1, p. 85-90, 1926.
- MACHADO, L.A. & BATISTA FILHIO, A. Criação da lagarta da soja - *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 - em dieta artificial para estudos com *Baculovirus anticarsia*. **O Biológico**, v. 53, n. 7/12, p. 71-73, 1987.
- MANICA, I. Importância da bananicultura no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 10, n. 1, p. 17-31, 1988.
- MOREIRA, R.S. **Banana: Teoria e Prática de Cultivo**. Campinas, Fundação Cargill, 1987, 335 p.

- MOURIKIS, P.A. & VASSILAINA-ALEXOPOLOU, P., 1981. Data on the biology of the *Opogona sacchari* (Bojer, 1856), a new pest of ornamental plants in Greece. **Annales de L' Institut Phytopathologique Benaki**, v. 13, n. 1, p. 59-64.
- MOY, J. H. Radurization and radication: fruits and vegetables. IN: Josephson, E.S., Peterson, M.S., eds. *Preservation of food by ionizing radiation*, Vol. 1. Boca Raton, CRC Press, p. 83-108. 1983.
- 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 Economic Entomology**, v. 48, p. 928-34, 1983.
- NOVO, J.P.S.; REPILLA, J.A. da S. Traça-da-banana. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Boletim Técnico, 28. 1978. 12 p.
- OIEA. Preservation of fruits and vegetables by radiation. Proceedings of the Joint FAO/IAEA Panel, Vienna, 1966. Viena (Publicacion STI/PUB/149). 1968.
- OLDHAM, J.N. *Hieroxestis subcervinella*, Wlk., an enemy of the banana in the Canary Islands. **Bulletin of Entomological Research**, v. 19, n. 2, p. 147-166, 1928/29.
- OMS. Inocuidade e idoneidad nutricional de los alimentos irradiados. 1995. 172 p.
- OUYE, M.T.; GARCIA, R.S.; MARTIN, D. F. Determination of the optimum sterilizing dosage for pink bollworms treated as pupae with gamma radiation. **Journal of Economic Entomology**, v. 57, p. 387-390, 1964.
- PAPADOPOULOU, C.P. Desinfestation of dried figs by gamma radiation. In: RADIOISOTOPES AND RADIATION IN ENTOMOLOGY. Vienna, 1960. Proceedings. IAEA/FAO. p. 485-491.
- PAULL, R.E. Radiation effects on tropical flower vase life. In: WORKSHOP ON THE USE OF IRRADIATION AS A QUARANTINE TREATMENT OF FOOD & AGRICULTURAL COMMODITIES. Hawaii: 1997. Abstract... Hawaii, Department of Agriculture State of Hawaii.
- PEREZ, L.H. Exportações brasileiras de banana: situação e perspectivas. **Informações econômicas**, v. 23, n. 4, p. 39-45, 1993.
- PEREZ PADRON, F. & CARNERO, H.A. An introduction to current knowledge of the species *Opogona sacchari* (Bojer) (Lepidoptera-Tineidae). **Bol. Soc. Portuguesa Entomol.** v. II, n. 47, p. 185-194, 1984
- POTENZA, M.R.; YASUOKA, S.T.; GIORDANO, R.B.; RAGA, A. Irradiação de frutos de laranjas infestados com larvas de moscas-das-frutas *Ceratitidis capitata*

- (Wied., 1824) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12. Belo Horizonte, 1989. **Resumos...** Belo Horizonte, Sociedade Entomológica do Brasil, 1989. p. 529.
- POTENZA, M.R.; SATO, M.E.; GIORDANO, R.P.B.; RAGA, A. & MASTRO, N.L. del. Uso da radiação gama na desinfestação de goiabas (*Psidium guajava* L.) contendo larvas de *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Diptera:Tephritidae). I: REUNIÃO ANUAL DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 5. São Paulo, 1992. **Resumos...** São Paulo, 1992. p. 18.
- PROYERBS, M.D.; NEWTON, J. R.; CAMPBELL, C. J. Codling moth: A pilot program of control by sterile insect release in British Columbia. **Canadian Entomologist**, v. 114, p. 363-376, 1982.
- QURESHI, A.Z. Effects of sub-lethal gamma radiation on the biology behavior of the angoumois grain moth *Sitotroga cerealella* (Olivier). Kansas, 1966. [Dissertation – University of Kansas State].
- RAGA, A. Uso da radiação gama na desinfestação de mangas destinadas à exportação em relação à *Ceratitis capitata* (Wied.,1824), *Anastrepha fraterculus* (Wied.,1830) e *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (Diptera:Tephritidae). Piracicaba: 1990, 134p. [Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP].
- ROTUNDO, G. & TREMBLAY, E. Osservazioni preliminari sul feromone sessuale di *Opogona sacchari* (Bojer) (Lepidoptera:Histeridae). **Bolletino del Laboratorio de Entomologia Agrária Felippo Silvestri**, v. 39, p. 123-132, 1982.
- SHARP, J.L. Potential of using irradiation to control quarantine pests in several border states in the U.S. In: WORKSHOP ON THE USE OF IRRADIATION AS A QUARANTINE TREATMENT OF FOOD & AGRICULTURAL COMMODITIES. Hawaii: 1997. **Abstract...** Hawaii, Department of Agriculture State of Hawaii.
- SALLAM, H.A. Inherited sterility in progeny of gamma irradiated male cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.). 1. Effect on fecundity, fertility and mating. **Isotope and Radiation Research**, 23(1): 49-57, 1991. Apud. **Review of Agricultural Entomology**, v. 81, n. 11, p. 832, 1993 (resumo).

- SETH, R.K. & REYNOLDS, S.E. Induction of inherited sterility in the tobacco hornworm *Manduca sexta* (Lepidoptera: Sphingidae) by substerilizing doses of ionizing radiation. **Bulletin of Entomological Research**, v. 83, p. 227-235, 1993.
- SOLANAS, J. & DARDER, A. Food irradiation program in Venezuela. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Preservation of fruit and vegetables by radiation. Vienna. 1968. P. 13-27.
- SOMMER, N.F. & MITCHELL, F.G. Gamma radiation - A quarantine treatment for fresh fruits and vegetables? **Hort Science**, Alexandria, v. 21, n. 3, p. 356-360, 1986.
- SREENIVASAN, A.; THOMAS, S. D.; DHARKAR, S.D. Physiological effects of gamma radiation on some tropical fruits. Desinfestation of fruit by irradiation. Vienna, IAEA, 1971. p. 65-91.
- STRYDOM, G. J.; STADEN, J.V.; SMITH, M.T. The effect of gamma radiation on ethylene sensitivity and postharvest ripening banana fruit. **Scientia Horticulturae**, v. 31, n. 41., p. 293-4., 1990.
- SUPLICY FILHO, N.; CALZA, R.; PAIVA, J.A.A.; GLORIA, M.B.; OLIVEIRA, D.A. & RAGA, A. Avaliação da eficiência de tratamento com radiação ionizante no controle de "moscas-das-frutas" (*Ceratitidis capitata* (Wied., 1824) (Diptera: Tephritidae). **Biológico**, v. 54, n. ¼, p. 49-55, 1987.
- TAMBORLIN, M.J. **Efeitos das radiações gama nas fases do ciclo evolutivo de *Plodia interpunctella* (Hub, 1813) (Lep. Pyralidae) em dieta artificial.** Piracicaba: 1988, 91 p. [Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" - USP].
- TASK FORCE MEETING ON IRRADIATION AS A QUARANTINE TREATMENT, Chiang mai, Thailand, 1986. Vienna, International Consultive Group on Food Irradiation, Joint FAO/IAEA Division, 1986. 20p.
- THOMAS, P. Radiation preservation of foods of plant origin. Part III. Bananas, mangoes and papayas. **CRC critical reviews in food science and nutrition**, v. 23, p. 147-205, 1986.
- TILTON, E. W. & BROWER, J.H. Ionizing radiation for insect control in grain and grain products. **Cereal foods world**. v. 32, p. 330-335, 1987.

- TOBA, H.H. & BURDITT Jr, A.K. Gamma irradiation of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) eggs as a quarantine treatment. **Journal of Economic Entomology**, v. 85, n. 2, p. 464-467, 1992.
- TSVETKOV, D.; ATANASOV, K.H. Possibilities to use radiation desinfection in the control of the Mediterranean meal moth. **Rastenievdydni Nauki Bulgaria**, v. 20, n. 5, p. 51-59, 1983.
- VICENTE, J.R. *et al.* Previsões e estimativas das safras agrícolas no Estado de São Paulo: ano agrícola 1993/94 - 4º levantamento, abril de 1994. **Informações econômicas**, v. 24, n. 7, p. 107-117, 1994.
- VIEIRA, J. O. **Efeitos da radiação gama em banana "prata" (*Musa sp.*, Grupo ABB) irradiada em diferentes graus de maturidade e armazenada em condição ambiente e em câmara fria.** Piracicaba: 1995, 112 p. [Dissertação (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA].
- VILARDEBO, A. Le bananier aux îles Canaries v les insectes et acariens parasites. **Fruits**, v. 17, n. 8, p. 357-370, 1962.
- VILAS BOAS, E.V. de B.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. Modificações pós-colheita de banana "prata" γ irradiada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 9, p. 599-607, 1996.
- WIENDL, F.M. & BERTI FILHO, E. Influência da radiação gama na longevidade de *Sitotroga cerealella* (Oliv.). In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA. **Resumos...** 1968. p. 22.
- WIENDL, F.M., O. A. BOVI, ARTHUR, V. Esterilização e efeitos letais de radiação gama em adultos e ovos de *Sitotroga cerealella* (Oliv.) Piracicaba, CENA. 41 p., 1975 (Boletim Científico, 28).
- WIENDL, F.M.; ARTHUR, V.; SARRIÉS, S.R.V.; SILVA, A.C. da; FARIA, J.T. & WIENDL, F.W. Irradiação de laranjas pera infestadas com lagartas de *Gymnandrosoma aurantianum* Lima, 1927 com radiações gama do Cobalto-60 para fins quarentenários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14. Piracicaba, 1993. **Resumos...** Piracicaba, Sociedade Entomológica do Brasil, 1993. p. 599.
- YOUNG, F. E. & BOWEN, O.R. Irradiation in the production, processing and handling of food: final hule. **Federal Register** v. 51, p. 13376-13399, 1986.