

ESTERILIDADE INDUZIDA ATRAVÉS DE RADIAÇÕES
IONIZANTES DO COBALTO-60 NA TRAÇA
Plodia interpunctella (HÜBNER, 1813)
(LEPIDOPTERA - PYRALIDAE) EM DIETA ARTIFICIAL

MARIA LÚCIA BARBIERI

Bióloga

Orientador: FREDERICO MAXIMILIANO WIENDL

Dissertação apresentada à Faculdade
de Filosofia, Ciências e Letras de
Ribeirão Preto, Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Ciências Biológicas,
área de concentração: Entomologia.

Ribeirão Preto

Estado de São Paulo - Brasil

Dezembro - 1988³

Homenagem *in memoriam* à
Maria Mercedes de Arruda Barbieri,
minha mãe

Ao meu pai e irmãos
pelo carinho, incentivo e apoio

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. *Frederico Maximiliano Wiendl*, pela orientação, apoio, amizade e incentivo.
- Ao Prof. Dr. *Valter Arthur*, pela co-orientação, sugestões, críticas e amizade.
- A *Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto*, USP e aos seus professores do Curso de Pós-Graduação pelos conhecimentos transmitidos.
- Ao *Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA)*, pelas facilidades na realização deste trabalho.
- A *Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES*, pelas bolsas concedidas.
- A Prof. Dra. *Regina Teresa Rosim Monteiro*, pela versão para o inglês.
- A *Eliane Zaidan Silvestre* pela confecção das figuras, tabelas e digitação deste trabalho.

- Aos técnicos de Laboratório da Seção de Entomologia do CENA, *Luis Anselmo Lopes* e *Clarice Matraia*, pela irradiação e manutenção da criação dos insetos.

- A srta. *Silvana Regina Vicino*, pela amizade e auxílios prestados no início dos trabalhos.

- As amigas, *Georgina Maria de Faria*, *Glaucia Maria Cavasin de Oliveira*, *Sílvia Helena Sofia* e *Yvone Midori Yamamoto* pelo carinho e apoio constantes.

- Aos colegas da Seção de Entomologia do CENA e da F.F.C.L.R.P., pela amizade e incentivo.

- A todos que, direta ou indiretamente, embora não citados, colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

- A Deus, por ser meu conselheiro nos momentos de dúvida.

INDICE

	Página
RESUMO	vii
SUMMARY	ix
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	06
2.1 Aspectos Gerais da <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner, 1813) (Lepidoptera - Pyralidae)...	06
2.2 Aspectos biológicos da praga	09
2.3 Efeito das radiações em <i>Plodia</i> <i>interpunctella</i>	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Ensaio com lagartas	24
3.2 Ensaio com crisálidas	25
3.3 Ensaio com adultos	26
4. RESULTADOS	28
4.1. Determinação das doses esterilizante e letal para lagartas	28
4.2. Determinação da dose esterilizante para crisálidas	28
4.3 Determinação da dose esterilizante para adultos	29

	Página
5. DISCUSSÃO	30
5.1 Determinação da dose esterilizante e letal para lagartas	31
5.2 Determinação da dose esterilizante para crisálidas	31
5.3. Determinação da dose esterilizante para adultos	32
6. CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
APÊNDICE	50

ESTERILIDADE INDUZIDA ATRAVÉS DE RADIAÇÕES
IONIZANTES DO COBALTO-60 NA TRAÇA
Plodia interpunctella (HÜBNER, 1813)
(LEPIDOPTERA - PYRALIDAE) EM DIETA ARTIFICIAL

Autora: MARIA LÚCIA BARBIERI

Orientador: FREDERICO MAXIMILIANO WIENDL

RESUMO

No presente trabalho, estudou-se a determinação das doses esterilizantes para as fases do ciclo evolutivo da *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera, Pyralidae) através de doses crescentes de radiação gama.

Em todos os tratamentos com radiação gama, foi utilizada uma fonte de Cobalto-60, sob uma taxa de dose aproximadamente 3,00 kGy/hora.

Após os tratamentos, os insetos foram mantidos em salas de ambiente controlado a uma temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 5\%$.

Observou-se que a dose esterilizante para a

geração paterna (P) proveniente de lagartas irradiadas foi de 100 Gy. A dose de 125 Gy impediu a transformação em adultos de lagartas irradiadas. Para os adultos emergidos de crisálidas irradiadas a dose esterilizante foi de 200 Gy. A esterilização de adultos, tanto machos como fêmeas, foi obtida quando estes foram irradiados com a dose de 550 Gy.

INDUCED STERILITY THROUGH COBALT-60 IONIZING
RADIATION ON THE INDIAN MEAL MOTH, *Plodia interpunctella*
(HÜBNER, 1813)(LEPIDOPTERA-PYRALIDAE)

Author: MARIA LÚCIA BARBIERI

Adviser: FREDERICO MAXIMILIANO WIENDL

SUMMARY

The experiments carried out for determination of the sterilizing doses of gamma radiations were realized under laboratory conditions. The insect studied was *Plodia interpunctella* (Hüb., 1813). The last three evolutionary phases of its life cycle were irradiated under a dose rate of approximately 3000 Gy per hour. During the experiments all insects were kept under controlled environmental conditions of $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of $70 \pm 5\%$. As results obtained, the sterilizing doses of adult irradiated at the larval phase were 100 Gy. The inhibitions doses for pupal transformation into adults were 150 Gy. The sterilizing doses for adults irradiated as pupae was 200 Gy. The sterilizing dose for irradiated adult males and females was 550 Gy.

1. INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, os danos causados pelos insetos aos grãos e produtos armazenados têm sido grandes e de graves consequências, gerando problemas de ordem econômica¹ social, podendo inclusive resultar na perda total dos alimentos básicos. Os países tropicais e subtropicais, pelas suas próprias condições ecológicas, de elevada temperatura e umidade relativa, são os que mais se ressentem do ataque de insetos, uma vez que o ambiente é favorável ao seu rápido desenvolvimento (WIENDL, 1975).

Segundo estimativas do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a produção mundial de grãos referentes à safra de 1989/90, deve crescer em torno de 10,47% (AGROPECUARIO, 1989). Tal estimativa pode ser comprovada na Tabela 1.

No Brasil, a produção de grãos pode alcançar o volume de mais de 70 milhões de toneladas de cereais (JORNAL AGROCERES, 1989 e DIRIGENTE RURAL, 1989b).

De toda essa produção, estima-se que a perda

mundial e a brasileira estão em torno de 10,5% e 34,44%, respectivamente (ANDEF, 1987). Essas perdas são bastante

Tabela 1 - Produção mundial de grãos referentes à safra de 1989/90.

ESTIMATIVA MUNDIAL DE GRÃOS (em milhões de toneladas)						
	Produção			Estoque final		
	Safra 1989/90 (A)	Safra 1988/89 (B)	% A/B	Safra 1989/90 (C)	Safra 1988/89 (D)	% C/D
Trigo	532,60	501,50	6,16	109,50	112,10	-2,32
Arroz (beneficiado)	325,00	322,70	0,71	41,80	43,28	-3,42
Grãos Forrageiros	823,90	723,82	13,8	139,30	135,20	3,03
Milho	476,30	393,22	21,12	88,40	79,08	11,78
Soja		93,49			13,73	
Farelo de Soja		65,75			2,99	
Óleo de Soja		14,90			2,20	

Fonte: Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), 1989.

expressivas, levando-se em conta que diariamente nascem no mundo cerca de 200.000 pessoas a serem alimentadas, que grande parte da necessidade diária de proteínas para o consumo humano é de origem vegetal e que a população mundial dobra a cada 30 anos (FAO, 1986).

Os prejuízos causados à produção de grãos são decorrentes principalmente do ataque de insetos pragas e da má condição de armazenamento. Nos Estados Unidos, por exemplo, a capacidade de armazenamento é duas vezes e meia superior às safras normais, enquanto que no Brasil, a capacidade total de armazenamento de grãos equivale aos volumes colhidos nos últimos anos, ou seja, cerca de 65 milhões de toneladas (DIRIGENTE RURAL, 1989a).

Além de insuficientes, a estrutura brasileira de armazenagem é mal distribuída, o que contribui para justificar uma perda de mais de 30% da produção nacional de grãos.

Devido à necessidade do alimento ter que ser armazenado para servir ao consumo humano, criaram-se condições ótimas para o desenvolvimento dos insetos pragas que são trazidos acidentalmente do campo. Esses insetos precisam ser controlados para que as perdas dos produtos agrícolas não sejam mais elevadas, o que acarretaria problemas sérios para a economia mundial.

O tratamento contínuo de pesticidas, como único método de controle de insetos pragas, implica em algumas desvantagens, como por exemplo, o aumento de resistência dos insetos aos produtos químicos utilizados, a contaminação gradual, mas contínua do ambiente e os riscos dos aplicadores que ficam expostos aos produtos tóxicos.

O emprego de radiações ionizantes surgiu como uma maneira alternativa de se controlar alguns insetos pragas de importância econômica, com a grande vantagem de ser um método que não deixa resíduos tóxicos, ou poluentes, no ambiente e também por apresentar absoluta eficiência. Porém, foi somente a partir de 1950 que as pesquisas realmente avançaram neste campo (WIENDL, 1975).

As radiações ionizantes não têm local de ação específico, agindo sobre todas as células. As células em divisão, como as do aparelho reprodutor, são muito mais susceptíveis que as somáticas. As radiações induzem mudanças, tanto ao nível molecular, como ao nível cromossômico, causando desta forma, mutações genéticas. A recombinação dos cromossomas normalmente é afetada, pois a deleção ou a translocação dos genes podem dificultar o pareamento. Assim sendo, ocorre uma demora na divisão celular, induzindo distúrbios fisiológicos (WIENDL, 1975).

Doses baixas de radiação causam esterilização pela indução de dominantes letais, tanto nos óvulos, como nos espermatozoides, inibindo a formação normal do ovo ou divisões celulares subsequentes. As doses elevadas causam a morte das células somáticas, na proporção da dose administrada. Deve-se salientar que existe uma ampla variação de valores das doses ministradas para uma mesma espécie de insetos, sobretudo quando se consideram suas diferentes fases, tais como: ovos, larvas (em

diferentes estágios de desenvolvimento), pupas ou adultos (WIENDL, 1975; WIENDL & WALDER, 1986).

O uso de radiações ionizantes para esterilizar insetos pragas, constitui-se num método promissor de controle, conhecido como T.I.E. (Técnica do Inseto Estéril). Basicamente, este método consiste em se criar um grande número de insetos no laboratório, os quais são esterilizados por meio de radiação gama. Na forma de adultos, eles são liberados no campo, onde competirão com os insetos selvagens, de modo que haja um menor número de acasalamentos que resulte em um menor número de descendentes (WIENDL & WALDER, 1986).

Esta pesquisa teve por objetivo determinar as doses esterilizantes para diferentes fases do ciclo evolutivo da traça *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera - Pyralidae), para um possível programa de controle deste inseto, através da técnica mencionada acima.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos Gerais da *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera - Pyralidae).

Muitos autores são unânimes em concordar que a *Plodia interpunctella* (Hüb.) é uma das pragas mais importantes em todo o mundo, devido aos prejuízos que causa infestando diversos produtos armazenados (RICHARDS & THOMSON, 1932; ARTHUR, 1956; WILLIAMS, 1964; U.S.D.A., 1966; JOUBERT, 1967; REYES, 1969; BAKER & MABIE, 1973; BENSON, 1973; BELL *et alii*, 1979; ARBOGAST, 1981 & COGBURN & VICK, 1981).

ROSSETO (1966) considera a *Plodia interpunctella* como uma das sete espécies de insetos que maiores danos causam aos grãos armazenados no Brasil. Na sua opinião, trata-se de um inseto pantófago, pois ataca uma grande variedade de produtos.

Nos Estados Unidos, a *Plodia interpunctella* constitui-se numa das pragas mais difundidas e persistentes

de produtos alimentícios armazenados (ARTHUR, 1956; U.S.D.A., 1966; McGAUGHEY *et alii*, 1978; BROWER, 1979; ARBOGAST, 1981; BARAK & HAREIN, 1981; COGBURN & VICK, 1981; STOREY *et alii*, 1982; MADRID *et alii*, 1983; KEEVER *et alii*, 1986; OLSEN *et alii*, 1987).

Na literatura, a *Plodia interpunctella* recebe diferentes nomes de acordo com o local ou região em que é encontrada. Segundo TZANAKAKIS (1959), esta traça pode receber vários nomes comuns como: "Indian meal moth", "pantry moth", "meal-worm moth", "peach worm", "cloaked knothorn", "compressed vegetable moth", "Kupferfarbige Dorrobstmotte" e "Dorrobstmotte". Nos Estados Unidos, a denominação aceita oficialmente pela "Entomological Society of America" é "Indian meal moth" (ANDERSON, 1975), enquanto que no Brasil, o nome comum foi traduzido por SILVA *et alii* (1968) como "traça indiana da farinha".

Este inseto provavelmente é originário do Velho Mundo, sendo que a sua difusão para outras partes do mundo ocorreu através da comercialização de produtos, principalmente grãos, farelos e farinhas. Hoje este inseto é considerado cosmopolita, tendo sido encontrado em diversas partes das Américas (Norte, Central e Sul), Europa, África, Austrália, Nova Zelândia e muitas ilhas (TZANAKAKIS, 1969; WILLIAMS, 1964). No Brasil, este inseto

ocorre nos Estados do Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraíba, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (SILVA *et alii*, 1968).

A traça *Plodia interpunctella* é um inseto que já foi detectado em 83 tipos diferentes de alimentos (RICHARDS & THOMSON, 1932). Dentre os produtos atacados por este inseto estão: sementes de hortaliças, vegetais secos, diversos grãos como arroz, feijão, soja, milho, trigo e sub-produtos, frutos secos, espécimes de herbários, insetos mortos, remédios, macarrão, conteúdo de ninhos de abelhas melíferas e mamangavas, nozes, amêndoas, chocolates, leite em pó, feijão branco, fava, gergelin, amendoim, algodão (torta), batatinha (tubérculos), peras, feijão-de-lima, "lab-lab" (*Dolichos lablab*), "cowpea" (*Vigna sinensis*), *Vigna sesquipedalis* e *Phaseolus calcaratus* (RICHARDS & THOMSON, 1932; LIMA, 1949; METCALF & FLINT, 1951; SILVA *et alii*, 1968; REYES, 1969; GUERRA & SANTOS, 1977; GALLO *et alii*, 1978 e OLSEN *et alii*, 1987).

A *Plodia interpunctella* é uma praga de superfície que não causa grandes prejuízos nos produtos armazenados a granel, pois seus danos ficam restritos à superfície exposta (GALLO *et alii*, 1978). Nos produtos ensacados, os danos têm maior importância e esta praga apresenta a característica de alimentar-se preferencialmente do embrião dos grãos (GALLO *et alii*, 1978; COGBURN & VICK, 1981 e MADRID & SINHA, 1982).

2.2 Aspectos biológicos da praga

Uma das características mais comuns às pragas de produtos armazenados, é a de possuir um alto potencial de reprodução em um curto período de tempo, em relação aos outros insetos pragas de modo geral, como é o caso da traça, *Plodia interpunctella* (MENTEN, 1982).

O ciclo biológico destas pragas pode sofrer alterações na sua amplitude, dependendo do alimento recebido e das condições do ambiente a que são submetidas. As alterações sofridas pelo inseto durante o seu desenvolvimento, podem ocasionar problemas relacionados com o seu potencial de reprodução. Quando o inseto é submetido a condições desfavoráveis ao seu desenvolvimento, ocorrerá provavelmente uma diminuição na sua capacidade reprodutiva que poderá também afetar a capacidade de seus descendentes (MENTEN, 1982).

A amplitude do ciclo biológico da *Plodia interpunctella*, dependendo das condições mencionadas no parágrafo anterior, pode variar de 28 a 300 dias (DEAN, 1913; HAMLIN *et alii*, 1931; RICHARDS & THOMSON, 1932; LIMA, 1949; HASSAN *et alii*, 1963; WILLIAMS, 1964; BOLES & MARSKE, 1966; GENEL, 1966 e MORÈRE & LE BERRE, 1967; SOUZA, 1976; MBATA & OSUJI, 1983 e WALDER & MENTEN, 1984).

DEAN (1913), encontrou que a temperatura

favorável ao desenvolvimento deste inseto é de 29,4 a 32,2°C, sendo que podem ocorrer de 6 a 7 gerações por ano desta praga.

LIMA (1949), observou que o ciclo evolutivo desta espécie é de um mês, em condições favoráveis e a fêmea pode colocar de 100 a 400 ovos.

Estudando o desenvolvimento da *Plodia interpunctella* em dieta artificial, BOLES & MARSKE (1966), observaram que o período de ovo a adulto foi de 23 a 30 dias, com a emergência máxima ocorrendo entre 23 e 27 dias, sob 26°C de temperatura e 60% de umidade relativa.

SOUZA (1976), estudando a biologia desta traça em soja e arroz, determinou que o período de ovo até a morte do adulto em soja é de 39,57 e 39,32 dias respectivamente, quando os adultos receberam ou não alimento. Em arroz, esse ciclo foi de 41,44 e 50,53 dias respectivamente, para adultos recebendo ou não alimentação. Também obteve uma razão sexual aproximada de 1 fêmea:2 machos, ocorrendo de 7 a 8 gerações por ano.

Segundo HOWE (1965) e LUM (1977), a traça *Plodia interpunctella* desenvolve-se em climas temperado quente e subtropical, sendo que a temperatura para o seu desenvolvimento varia entre 18 e 34°C, contudo, este inseto estabelece-se em climas temperado frio, especialmente onde

a temperatura não é tão baixa. Os indivíduos que sobrevivem por longos períodos de frio, são as lagartas em diapausa, a qual é facultativa e controlada primeiramente, pelo fotoperíodo e em menor extensão, pela temperatura (BELL, 1976; BELL *et alii*, 1979).

GALLO *et alii* (1978), consideram que os adultos da *Plodia interpunctella* são mariposas de 20 mm de envergadura, sendo a cabeça e o tórax pardo avermelhados. As asas anteriores apresentam dois terços distais também avermelhados e com o terço basal de coloração acizentada, com alguns pontos escuros muito nítidos. As lagartas são de coloração branca, podendo apresentar tonalidade rosada em algumas partes do corpo. Essas lagartas, quando completamente desenvolvidas, tecem um casulo de seda branca no interior do qual se forma a crisálida, principalmente, nas fendas e frestas de paredes ou nos pontos de contato da sacaria. A fêmea põe os ovos isoladamente, ou em grupos sobre os grãos.

De acordo com SOUZA (1976) esta praga não ataca grãos inteiros. Trata-se de uma praga secundária por atacar apenas grãos trincados ou quebrados. Também salienta ser fácil perceber os danos dessa traça, pela presença dos fios de seda unindo os grãos atacados.

MBATA & OSUJI (1983), combinando variações

de temperatura e umidade relativa, determinaram que para esta traça, o período de ovo a adulto, a 25°C e 60% de umidade relativa foi de 50,9 dias e a 30°C e 80% de umidade relativa, o ciclo evolutivo levou 34,6 dias.

AMARAL FILHO & PRAÇA NETO (1984), criaram a *Plodia interpunctella* em dieta artificial sob uma temperatura de 25 ± 2°C e umidade relativa de 70 ± 10%, obtendo um período de incubação do ovo de 4,51 dias, com 63,20% de viabilidade. O estágio de lagarta durou em média 24 dias, compreendido de 5 instares, determinados através de medidas da cápsula cefálica.

WALDER & MENTEN (1984), estudaram o desenvolvimento deste inseto em dieta artificial, sob 27 ± 2°C de temperatura e 70 ± 10% de umidade relativa. Determinaram uma longevidade média de 9 dias para machos e de 9,8 dias para fêmeas. O número de descendentes por fêmeas variou de 180 a 320, com média de 265. O período larval foi de 18 dias em média, o período de crisálida foi de 7 dias. O ciclo evolutivo de adulto a adulto, foi de 28 a 32 dias.

2.3 Efeito das radiações em *Plodia interpunctella*

O primeiro experimento com radiação em entomologia foi idealizado por HUNTER (1912). Utilizando um

equipamento de Raios-X para tentar esterilizar insetos da espécie *Sitophilus oryzae* (L.), o autor não obteve êxito porque sua ampola emitia radiações de pouca energia.

RUNNER (1916), experimentando uma nova ampola de Raios-X, irradiou o caruncho do fumo, *Lasioderma serricornis* (F.), obtendo resultados satisfatórios, ou seja, insetos estéreis. A partir desse trabalho, surgiram vários outros nesta área de pesquisa, com ênfase para diferentes espécies de insetos pragas.

No Brasil, GALLO (1960), foi o primeiro a trabalhar com irradiação de insetos, visando a esterilização de *Ceratitidis capitata* (Wied.) e *Diatraea saccharalis* (Fabr.). Devido à fonte de irradiação de baixa atividade, o autor não obteve resultados positivos.

Vários tipos de radiações continuam sendo estudadas para serem empregadas no controle de pragas, como: radiação gama, infravermelho, elétrons acelerados, raios-X, ou a combinação das diferentes radiações.

Existem vários trabalhos de pesquisas com *Plodia interpunctella* empregando radiações e tendo como objetivo o seu controle e a observação dos efeitos que as mesmas causam.

PENDLEBURY et alii (1962), observaram alguns

efeitos da radiação gama na *Plodia interpunctella*. Em crisálidas irradiadas com 36.000 rad¹, houve uma redução de 60 a 70% na emergência dos adultos quando comparadas com a testemunha. Não houve diferença na sensibilidade de ambos os sexos. Quanto maior a dose de radiação nas crisálidas, maior o número de deformações alares nos adultos.

COGBURN et alii (1966), desenvolveram experimentos onde todas as fases de *Plodia interpunctella* foram submetidas a doses de: 13,2; 17,5; 25,0; 40,0 e 100,0 krad². Com o aumento das doses, ocorria um decréscimo na eclosão de lagartas e, muitas lagartas provenientes de ovos tratados com doses de 13,2 e 17,5 krad, quando comparadas à testemunha, perdiam a agilidade e morriam logo. As lagartas que conseguiram atingir o estágio adulto, não conseguiam voar ou coordenar seus movimentos, devido à deformação alar, morrendo logo após a emergência. A longevidade dos adultos provenientes de crisálidas irradiadas, comparada com a testemunha, não mostrou nenhuma diferença acentuada, exceto nos casos de deformação alar. Outros efeitos foram a esterilidade e a redução em sua fecundidade.

¹rad = (dose absorvida de radiação) - esta unidade expressa a absorção de energia em qualquer meio e não depende nem do tipo nem da energia de radiação ou material absorvido. Por definição, 1 rad é a absorção de 100 erg de energia por grama.

²krad = dose absorvida de radiação. 1 krad = 10³rad.

ASHRAF *et alii* (1971), estudaram os efeitos da radiação gama no intestino médio da *Plodia interpunctella*. Lagartas de 5^o instar foram tratadas com doses de 5, 10, 25 e 50 krad. As lagartas irradiadas reduziram ou abandonaram a atividade alimentar e geralmente tornaram-se letárgicas. Adultos foram obtidos somente nas doses de 5 e 10 krad e em número reduzido. O efeito mais pronunciado da radiação no intestino médio, consistiu na histólise do epitélio, com a destruição das células regenerativas.

ASHRAFI *et alii* (1972), submeteram lagartas de 5^o instar da *Plodia interpunctella* a uma dose de 3,5 krad e verificaram que houve uma redução de 72% na geração filial (F₁). Os machos provenientes deste tratamento, quando acasalados com fêmeas não tratadas, reduziram em 89% a geração F₂. Além disso, a sua competitividade com os machos nativos, só foi reduzida quando tratados com doses superiores a 25 krad.

BROWER (1972), observou dois tipos de mutações causadas pelas radiações gama em *Plodia interpunctella*: a descamação e alteração na melanina das asas.

ASHRAFI & ROPPEL (1973), irradiaram lagartas de 12 dias de *Plodia interpunctella* num irradiador de

Cobalto-60 a uma taxa de dose de 2,1 krad/minuto e constataram que os adultos emergidos apresentavam ruptura e desagregação da massa espermática, bem como anomalia no esperma eupirene. BECZNER & FARKAS (1974), citados por TAMBORLIN (1988), observaram que a dose de 35 krad é suficiente para desinfestar produtos que contêm ovos e lagartas de *Plodia interpunctella*, mas para a desinfestação de todos os estágios, a dose de 70 krad foi a mais indicada.

Em um experimento com ovos da *Plodia interpunctella* com idade de 1 a 72 horas, submetidos a doses de 0,5 a 50,0 krad de radiação gama, BROWER (1974), considerou que os ovos de 24 horas seriam os mais indicados para serem irradiados com uma baixa dose de radiação, a fim de induzir esterilidade em adultos.

Adultos de 24 horas de idade da *Plodia interpunctella* foram irradiados com doses de 0 a 100 krad (com intervalos de 5 krad) para se observar os efeitos na sua capacidade reprodutiva. Não houve decréscimo na capacidade de acasalamento de ambos os sexos, exceto nas doses de 75 - 100 krad, mas a frequência de acasalamentos aumentou em fêmeas tratadas com 20 - 50 krad. As doses necessárias para esterilizar 50% dos machos e fêmeas foram de 42,5 e 27,0 krad, respectivamente. As doses necessárias

para se obter 99% de esterilidade foi de 67,0 krad para machos e 45,0 krad para fêmea. Embora os machos pareçam ser muito mais radioresistentes do que as fêmeas, o decréscimo proporcional na capacidade reprodutiva foi quase idêntico nas mesmas doses. Assim, os espermatozóides e oócitos foram igualmente sensíveis à indução de mutações letais dominantes, mas um número muito maior de gametas masculinos, impediram a esterilização dos machos, exceto nas doses mais altas (BROWER, 1975).

AHMED *et alii* (1976a), observaram os efeitos da radiação em crisálidas de 7-8 dias de idade da *Plodia interpunctella* que foram irradiadas com a dose de 50 krad. O experimento mostrou que tanto machos como fêmeas irradiados na fase de crisálidas a 50 krad, foram completamente estéreis. As fêmeas irradiadas acasalaram-se mais que as normais, porém, colocaram um menor número de ovos. Os machos irradiados foram menos competitivos que os machos não irradiados.

AHMED *et alii* (1976b), irradiaram adultos de 24 horas de idade da *Plodia interpunctella* com doses de 25, 35, 50 e 75 krad. Observaram que os machos irradiados com doses de até 50 krad, foram sexualmente competitivos com machos não tratados, mas que doses maiores podem causar decréscimos no grau de competição. As fêmeas tratadas com

50 krad, também mostraram-se competitivas e os autores acreditam que a liberação de fêmeas estéreis com machos estéreis pode dar bons resultados num programa de controle autocida de população da praga, observando que, desta forma, a separação dos sexos antes da liberação é provavelmente desnecessária.

Crisálidas de 4 - 5 dias de idade de *Plodia interpunctella*, tratadas com 35 e 50 Krad, resultaram em fêmeas estéreis e machos com a capacidade reprodutiva reduzida. Tal resultado parece ser promissor para a aplicação da Técnica do Inseto Estéril para esta espécie, pelo fato de que o tratamento de crisálidas minimiza o problema de coleta e irradiação de um grande número de adultos, elimina a necessidade de se manusear, separar os sexos e segregar os adultos, além de que facilita a liberação dos insetos tratados (BROWER, 1976a).

BROWER (1976b), tratou machos adultos de 24 horas de idade da *Plodia interpunctella* com 0, 25, 35 e 50 krad, os quais posteriormente acasalaram-se com fêmeas virgens. Os machos foram subesterilizados com a dose de 25 a 35 krad e esterilizados com a dose de 50 krad. No entanto, após vários acasalamentos sucessivos, constatou-se uma recuperação na sua capacidade reprodutiva, com a produção de um novo esperma. Tal fato poderá ter um pequeno

efeito na técnica do inseto estéril, uma vez que na sua atividade normal, os machos acasalam-se uma ou duas vezes.

Todas as fases do ciclo evolutivo da *Plodia interpunctella* foram tratadas com radiação gama por GROSU (1977). A dose de 25 krad inibiu completamente a eclosão das lagartas; 40 krad esterilizou as lagartas; a dose para a completa esterilidade das crisálidas foi de 30 e 40 krad para fêmeas e machos respectivamente. A dose de 40 krad foi também esterilizante para os adultos.

AHMED *et alii* (1978), trataram crisálidas de 4 - 5 dias de idade da *Plodia interpunctella* com 35 krad de radiação gama e observaram que os machos emergidos das crisálidas tratadas, foram parcialmente estéreis, porém menos competitivos sexualmente que os machos não irradiados. As fêmeas provenientes das crisálidas irradiadas, foram completamente estéreis e sexualmente atrativas para os machos não irradiados. Desta forma, as fêmeas irradiadas foram mais efetivas em reduzir a porcentagem de emergência dos ovos do que os machos irradiados. Tais resultados mostram que seria possível irradiar crisálidas não sexadas em massa, com uma única dose, para cruzar com machos parcialmente estéreis e fêmeas completamente estéreis, as quais poderiam ser usadas numa tentativa de supressão de população.

Adultos de 24 horas de idade de *Plodia interpunctella* foram irradiados com 35 krad (uma dose parcialmente esterilizante) e 50 krad (uma dose esterilizante) e combinados com adultos não tratados em número de 1, 5, 10, 15 ou 25 machos ou fêmeas tratados por casal de adultos não tratados. Tanto machos quanto fêmeas foram mais competitivos após o tratamento com 35 krad, o que já era esperado, uma vez que haveria menor dano fisiológico com uma dose menor (BROWER, 1978).

BROWER (1981), tratou fêmeas de 24 horas de idade de *Plodia interpunctella* com 0, 5, 10, 15 e 20 krad de radiação gama as quais acasalaram-se com machos tratados nas mesmas doses e machos não tratados. Durante 3 gerações a progênie foi avaliada, sendo que todas as combinações de acasalamentos, em todas as doses, mostraram recuperação parcial da capacidade reprodutiva na geração filial (F₂).

ARTHUR *et alii* (1984a), irradiando lagartas de último instar de *Plodia interpunctella*, criadas em dieta artificial, determinaram que a dose de 150 Gy foi letal para as lagartas e a dose de 50 Gy foi esterilizante para adultos da geração filial (F₁).

ARTHUR *et alii* (1984b), trataram adultos de *Plodia interpunctella* com a idade de 0 a 24 horas, utilizando doses de 0 a 1.200 Gy, com intervalos de 100 Gy.

A dose esterilizante pelo método de perda de peso em arroz integral foi de 600 Gy.

ARTHUR *et alii* (1984c), irradiaram adultos de *Plodia interpunctella*, criados em dieta artificial, com 0, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 e 500 Gy. Observaram que as doses de 100 e 150 Gy foram esterilizantes na geração filial (F₁) e com a dose de 200 Gy, houve indução de esterilizante na geração irradiada.

JOHNSON & VAIL (1987), trataram crisálidas de *Plodia interpunctella*, criadas em uvas secas, amêndoas e nozes, com doses entre 14,4 e 92,1 krad. Os efeitos da radiação na emergência de adultos foram similares para todos os produtos. As fêmeas irradiadas com 26,9 - 31,9 krad foram completamente estéreis, enquanto que estas doses causaram apenas esterilização parcial nos machos. As doses mais altas reduziram a emergência de adultos. Os adultos que emergiram apresentavam deformação alar e inabilidade para o acasalamento.

TAMBORLIN (1988), tratou a *Plodia interpunctella* com doses crescentes de radiação gama e observou que a dose esterilizante para lagartas e crisálidas foi de 160 Gy e 250 Gy, respectivamente. As fêmeas adultas foram esterilizadas com 250 Gy e os machos adultos com 300 Gy. A autora determinou também a dose letal

para as lagartas irradiadas como sendo de 250 Gy.

Além do emprego de radiações ionizantes, visando o controle da traça *Plodia interpunctella*, outros trabalhos mostram recursos alternativos que têm sido pesquisados para este mesmo fim, como:

- utilização de gases tóxicos, como o dióxido de carbono (CO₂) e Nitrogênio (N₂) (PRESS & HAREIN, 1966; LUM & FLAHERTY, 1972).
- exposição a atmosferas deficientes de Oxigênio (O₂) (STOREY, 1973 e STOREY, 1975).
- tratamento com radiação infravermelho (MENTEN, 1982).
- aplicação de produtos químicos (ZETTLER *et alii*, 1973), ARMSTRONG & SODERSTROM, 1975 e MADRID *et alii*, 1983).
- utilização de patógenos (NWANZE *et alii*, 1975 e McGAUGHEY, 1976 e 1978).
- exposição a altas temperaturas (LUM, 1977 e ARBOGAST, 1981).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida nos laboratórios da Seção de Entomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), USP, Piracicaba - S.P.

A fonte de radiação gama utilizada foi uma de Cobalto-60, tipo Gammabeam-650, da Atomic Energy of Canada Ltd., Ottawa, Canadá, com uma atividade de $1,82 \times 10^{14}$ Bq³ (4.912 Ci⁴), no início dos trabalhos. A taxa de dose foi de aproximadamente 3,00 kGy/hora⁵ para todos os ensaios.

Os insetos da espécie *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera - Pyralidae), utilizados neste

³Bq (Bequerel) = Unidade que expressa atividade de qualquer material radioativo. 1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ Bq

⁴Ci (Curie) = Unidade que expressa a atividade de qualquer material radioativo. 1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ Bq.

⁵kGy/hora (taxa de dose) = Quantidade de radiação por um determinado espaço de tempo.

trabalho, foram provenientes de uma criação estoque da própria Seção, criados em dieta artificial CENA-PI, desenvolvida por WALDER & MENTEN (1984), composta de: farinha de trigo, 23,08%; farinha de milho, 19,23%; germen de trigo, 3,20%, alimento para cão, 16,03%; aveia, 6,41%; glucose de milho (Karo), 32,05%. Adicionava-se também 20 gr. de Nipagin (fungicida). Os insetos eram mantidos em salas de criação, a uma temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 5\%$.

Para a criação e multiplicação dos insetos para realização dos ensaios, a dieta era colocada em vidros transparentes de boca larga com capacidade para 3.000 ml, até no máximo de $1/3$ do volume, deixando o restante do espaço para vôo e cópula dos insetos. Os vidros eram vedados com tampas adaptadas contendo tela fina de metal, revestidas com lenço de papel, para permitir as trocas gasosas e evitar a penetração de ácaros.

3.1 Ensaio com lagartas

Para a realização deste ensaio, coletou-se lagartas de último instar e estas foram irradiadas em vidros transparentes de 3,5 cm de altura por 4,0 cm de diâmetro, com tampas plásticas perfuradas.

As doses de radiação gama utilizadas foram: 0 (testemunha), 25, 50, 75, 100, 125 e 150 Gy. Cada dose constou de 5 repetições com 10 lagartas por dose

administrada.

Após a irradiação, adicionou-se uma pequena quantidade de dieta aos vidros irradiados (cerca de $1/3$ do volume dos vidros), os quais foram mantidos na sala de criação até a emergência total dos adultos. Estes adultos foram transferidos para vidros transparentes maiores, de 11,5 cm de altura por 7,5 cm de diâmetro, com tampas rosqueáveis adaptadas contendo tela metálica fina e lenço de papel, sendo $1/3$ do seu volume preenchido com dieta.

A determinação da dose letal foi feita pela contagem posterior dos adultos emergidos. A dose esterilizante foi determinada pelo número de insetos emergidos na geração filial (F₁).

3.2 Ensaio com crisálidas

Para a realização deste ensaio, foram coletadas lagartas de último instar e transferidas para pequenas bandejas plásticas transparentes de 18,5 cm de comprimento x 12 cm de largura x 3,0 cm de altura. Essas bandejas continham cerca de $1/3$ do seu volume com dieta e eram recobertas com bandejas de iguais medidas, perfuradas e adaptadas com filó. Essa metodologia facilitava a coleta de um grande número de crisálidas com idades aproximadas.

As crisálidas coletadas com 4 a 5 dias de idade, foram colocadas em tubos transparentes de vidro de 8,5 cm de altura por 2,5 cm de diâmetro, os quais continham

tampões de algodão envolvidos em lenços de papel. Após a transferência para os vidros, as crisálidas foram irradiadas com as seguintes doses: 0 (testemunha), 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 325, 350, 375, 400, 425, 450, 475 e 500 Gy. Cada dose constou de 5 repetições com 10 crisálidas por repetição, totalizando 50 crisálidas por tratamento.

Após a irradiação, as crisálidas foram transferidas para vidros transparentes maiores contendo dieta (cerca de 1/3 do seu volume). Os vidros mediam 11,5 cm de altura por 7,5 cm de diâmetro, cujas tampas eram rosqueáveis e adaptadas com tela fina de metal e revestidas com lenço de papel. Estes vidros foram mantidos na sala de criação até a emergência dos adultos e posterior geração filial (F₁).

A dose esterilizante foi determinada pelo número de indivíduos emergidos na geração filial (F₁).

3.3 Ensaio com Adultos

Para este ensaio, coletou-se adultos de *Plodia interpunctella* dos vidros de criação, com idade de 0 a 24 horas.

Os adultos foram transferidos para tubos transparentes de vidro de 2,5 cm de altura por 2,0 cm de diâmetro, contendo tampões de algodão, envolvidos em lenço de papel e irradiados com doses crescentes de radiação

gama.

As doses administradas foram: 0 (testemunha), 50 - 700 Gy (com intervalos de 50 Gy). Cada dose constou de 5 repetições e o número de adultos por repetição foi 10 (5 machos e 5 fêmeas), portanto, 50 adultos por tratamento.

Após a irradiação, esses adultos foram transferidos para vidros de 11,5 cm de altura por 7,4 cm de diâmetro, com tampas rosqueáveis contendo tela metálica e lenço de papel. Cada vidro continha 1/3 de seu volume preenchido com dieta. Esses vidros foram mantidos na sala de criação até que se pudesse contar o número de insetos emergidos na geração filial (F₁) para se determinar a dose esterilizante.

4. RESULTADOS

4.1 Determinação das doses esterilizante e letal para lagartas:

Na Tabela 2 temos o número de adultos emergidos por repetição, média e porcentagem das lagartas irradiadas com doses crescentes de radiação gama. Com estes dados, construiu-se a Figura 1 onde consta as médias dos adultos emergidos de *Plodia interpunctella*, irradiadas com doses crescentes de radiação gama na fase de lagarta.

Na Tabela 3 observa-se a média de adultos da geração paterna (P) e sua respectiva geração filial (F₁), a partir destes dados, construiu-se a Figura 2 a qual representa a média de todos os tratamentos da geração paterna e F₁ para lagartas irradiadas.

4.2 Determinação da dose esterilizante para crisálidas:

Na Tabela 4 temos a média de crisálidas irradiadas com doses crescentes de radiação gama e a média

em porcentagem de adultos emergidos para cada tratamento. A partir desta Tabela, construiu-se a Figura 3, onde temos as médias e variações do número de adultos emergidos da *Plodia interpunctella*, provenientes de crisálidas irradiadas com doses crescentes de radiação gama.

As médias de adultos de *Plodia interpunctella* (geração paternal (P), provenientes de crisálidas irradiadas e sua respectiva geração filial (F₁), estão na Tabela 5. Com os dados desta Tabela, construiu-se a Figura 4, onde consta o número de adultos obtidos em cada dose de radiação gama e sua geração filial (F₁).

4.3 Determinação da dose esterilizante para adultos

Na Tabela 6, está representada o número de adultos de *Plodia interpunctella* irradiados com doses crescentes de radiação gama e sua respectiva geração filial (F₁).

A partir dos dados da Tabela 6, construiu-se a Figura 5, a qual representa o número de adultos irradiados para cada dose e sua correspondente geração filial (F₁).

5. DISCUSSÃO

Segundo a literatura consultada, pode-se observar que existem variações nos resultados obtidos por diversos autores que pesquisaram o emprego da radiação gama, como possível método de controle da *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera - Pyralidae). Com relação às doses esterilizantes obtidas por esses autores, para as fases do ciclo evolutivo deste inseto, observa-se que ocorrem variações numéricas nos valores obtidos, o que pode ser explicado pelos diferentes métodos e materiais utilizados, pela linhagem da espécie e as diferentes idades das fases do seu ciclo evolutivo quando ocorreu a irradiação, pela intensidade da fonte radioativa, pelo tipo de radiação, pela taxa de irradiação administrada, pelas variações de temperatura e umidade relativas, enfim, estes são alguns dos fatores que contribuem para que haja variações nas doses esterilizantes

obtidas para uma mesma espécie de inseto.

5.1 Determinação da dose esterilizante e letal para lagartas

Através da irradiação de lagartas observou-se que a dose de 100 Gy foi a esterilizante para a geração paterna. Este valor está um pouco acima do obtido por ARTHUR *et alii* (1984 a) e é inferior aos valores obtidos por GROSU (1977) e TAMBORLIN (1988).

Já a dose de 125 Gy foi suficiente para induzir a letalidade total nas lagartas irradiadas. Esta dose está bem próxima da obtida por ARTHUR *et alii* (1984 a) e é um pouco menor da obtida por TAMBORLIN (1988).

5.2 Determinação da dose esterilizante para crisálidas

A dose esterilizante para a geração paterna (P), proveniente de crisálidas irradiadas, 200 Gy, está próxima da obtida por TAMBORLIN (1988), no entanto, valores diferentes foram encontrados por AHMED *et alii* (1976 a), BROWER (1976 a), GROSU (1977), AHMED *et alii* (1978), JOHNSON & VAIL (1987), a diferença nos valores encontrados por estes autores é proveniente principalmente da idade diferente das crisálidas irradiadas, da taxa de dose administrada, da alimentação que os insetos receberam ainda

como lagartas e por variações de temperatura e umidade relativa.

5.3 Determinação da dose esterilizante para adultos

A dose esterilizante obtida para os adultos irradiados, 550 Gy, está próxima do valor encontrado por BROWER (1977), BROWER (1976 b), GROSU (1977), ARTHUR (1984 b) e está um pouco acima do valor determinado por ARTHUR (1984 c) e TAMBORLIN (1988).

6. CONCLUSSES

Em vista dos resultados obtidos com a aplicação de radiação gama para a traça *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera - Pyralidae), concluiu-se que:

- A dose de 100 Gy foi suficiente para esterilizar a geração paternal (P), proveniente de lagartas irradiadas e a de 125 Gy foi a que induziu a letalidade nas lagartas.

- Para a fase de crisálida, a dose esterilizante foi a de 200 Gy.

- A dose esterilizante para adultos de ambos os sexos foi a de 550 Gy.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROPECUARIO. 1989. Año VI. n^o 70.

AHMED, M. Y. Y.; BROWER, J. H.; TILTON, E. W. 1976 a.
Sexual competitiveness of adult Indian Meal Moths
irradiated as mature pupae. *Jour. of Econ. Ent.*
69(6):719-21.

AHMED, M. Y. Y.; TILTON, E. W.; BROWER, J. H. 1976 b.
Competitiveness of irradiated adults of the Indian Meal
Moth. *Jour. of Econ. Ent.* 69(3):349-52.

AHMED, M. Y. Y.; BROWER, J. H.; TILTON, E. W. 1978.
Sterilization of 4-5 day-old pupae of the Indian Meal
Moth with gamma radiation and its effect on mating
competitiveness. *Int. J. Appl. Radiat. and Isot.*,
29:55-57.

AMARAL FILHO, B. F. & PRAÇA NETO, W. L. 1984. Estudos sobre o ciclo biológico de *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepdoptera - Phycitidae) sob condições de laboratório. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 9, Londrina, Pr., 1984. Anais, p. 24.

ANDEF. Defesa Vegetal. São Paulo, S.P., 1987. 19:05-08.

ANDERSON, D. M. 1975. Common names of insects. Entomol. Soc. America. 37p. (Special Publication - 75-1).

ARBOGAST, R. T. 1981. Mortality and reproduction of *Ephestia cautella* and *Plodia interpunctella* exposed as pupae to high temperatures. Environ. Entomol., 10(5):708-11.

ARMSTRONG, J. W. & SODERSTROM, E. L. 1975. Malathion resistance in some populations of the Indian Meal Moth infesting dried fruits and tree nuts in California, *Jour. of Econ. Ent.*:68(4):505-7.

ARTHUR, B. W. 1956. Insects in Stored Peanuts and their Seasonal Abundance. *Jour. of Econ. Ent.* 49(1):119-21.

- ARTHUR, V., LOPES, L. A.; WIENDL, F. M. WALDER, J. M. M.
1984a. Determinação da dose letal e esterilizante para
traça *Plodia interpunctella* (Hüb., 1813) (Lepidoptera -
Pyralidae). *Cienc. e Cult.*, São Paulo, 36(7
suplemento):802; ref. 129.
- ARTHUR, V.; CONSOLMAGNO, C.; WIENDL, F. M. 1984b. Indução
de esterilidade por radiação gama do Cobalto-60 em
imagos da traça *Plodia interpunctella* (Hüb., 1813)
(Lepidoptera, Pyralidae) provenientes de arroz. *Cienc. e
Cult.*, São Paulo, 36(7 suplemento):802, ref. 128
- ARTHUR, V. LOPES, L. AL.; WIENDL, F. M.; WALDER, J. M. M
1984c. Indução de esterilidade por radiação gama do
Cobalto-60 em imagos da traça *Plodia interpunctella*
(Hüb., 1813) (Lepidoptera - Pyralidae) em dieta
artificial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 9.
Londrina, SEB, 1984. Anais. p. 316.
- ASHRAF, M.; BROWER, J. H. TILTON, E. W. 1971. Effects of
gamma radiation on the larval midgut of the Indian Meal
Moth, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera, Phycitidae).
Radiat. Res. 45(2):349-54.

- ASHRAFI, S. H.; TILTON, E. W. BROWER, J. H. 1972. Inheritance of radiation-induced partial sterility in the Indian Meal Moth. *Jour. of Econ. Ent.* 65(5):1265-68.
- ASHRAFI, S. H. & ROPPEL, R. M. 1973. Radiation-induced partial sterility related to structurally abnormal sperms of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera, Plycitidae). *Ann. Ent. Soc. Amer.* 66(6):1309-14.
- BAKER, J. E. & MAX^BIE, J. A. 1973. Feeding behavior of larvae of *Plodia interpunctella*. *Environ. Entomol.* 2(4):627-32.
- BARAK, A. V. & HAREIN, P. K. 1981. Insect infestation of farm-stored shelled corn and wheat in Minnesota. *Jour. of Econ. Ent.* 74(2):197-202.
- BELL, C. H. 1976. Factors governing the induction of diapause in *Ephestia elutella* and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera). *Physiol. Ent.* 1, 83-91.

- BELL, C. H.; BOWLEY, C. R.; COGAN, P. M. SHARMA, S. 1979. Diapause in twenty-three populations of *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lep., Pyralidae) from different parts of the world. *Ecolog. Ent.* 4(3):193-97.
- BENSON, J. F. 1973. The biology of Lepidoptera infesting stored products, with special reference to population dynamics. *Biol. Rev.* 48:1-26.
- BOLES, H. P. & MARSKE, F. O. 1966. Lepidoptera infesting stored products. In: SMITH, C. N. Ed. Insect colonization and mass production. New York, *Academic Press*. p. 260-70.
- BROWER, J. H. 1972. "Scaleless" and "melanic" two undescribed mutations in *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Phycitidae). *Jour. Kansas Ent. Soc.*, 45(4):421-26.
- BROWER, J. H. 1974. Age as a factor in determining radiosensitivity of eggs *Plodia interpunctella* *Environ. Entomol.*, 3(6):945-46.

- BROWER, J. H. 1975. Gamma irradiation of adult *Plodia interpunctella*: Effects on mating, sterility and number of progeny. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 68(6):1086-90.
- BROWER, J. H. 1976a. Irradiation of pupae of the Indian Meal Moth to induce sterility or partial sterility in adults. *Jour. of Econ. Ent.*, 69(2):277-81.
- BROWER, J. H. 1976b. Recovery of fertility by irradiated males of the Indian Meal Moth. *Jour. of Econ. Ent.*, 69(2):273-76.
- BROWER, J. H. 1978. Mating competitiveness of irradiated males and females of the Indian Meal Moth (Lepidoptera: Pyralidae). *Can. Ent.*, 110:37-42.
- BROWER, J. H. 1979. Substerilizing irradiation of *Plodia interpunctella* males: Effects on three filial generations. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 72(6):716-20.
- BROWER, J. H. 1981. Reproductive performance of inbred or outbred F₁ and F₂ progeny of adult Indian Meal Moth females or males x females partially sterilized by gamma irradiation. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 74(1):108-13.

- COGBURN, R. R.; TILTON, E. W.; BURKHOLDER, W. E. 1966. Gross effects of gamma radiation on the Indian Meal Moth and The Angoumois Grain Moth. *Jour. of Econ. Ent.*, 59(3):682-86.
- COGBURN, R. R.; VICK, K. W. 1981. Distribution of Angoumois Grain Moth, Almond Moth, and Indian Meal Moth in rice fields and rice storages in Texas as indicated by pheromone baited adhesive traps. *Environ. Entomol.*, 10(6):1003-7.
- DEAN, G. A. 1913. Mill and stored - grain insects. *Kansas Agr. Exp. Sta. Bull.*, 189:139-236.
- DIRIGENTE RURAL. 1989 a. 28(1):28-30.
- DIRIGENTE RURAL. 1989 b. 28(3):11.
- FAO. 1986. Production yearbook, 76(40):306p.
- GALLO, D. 1960. Radioisótopos no controle de pragas. O *Solo*, Piracicaba, 1:30-1.

- GALLO, D.; NAKANO, O; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTO FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B. 1978. Manual de Entomologia Agrícola. São Paulo. Ed. Agron. "Ceres", 532p.
- GENEL, M. R. 1966. Descripción de los mas importantes insectos nocivos. México. Companhia Editorial Continental S.A.; p. 157-197.
- GROSU, S. 1977. Influence of γ radiation on the development of different stages of *Plodia interpunctella* Hb. (Lepidoptera, Phycitidae). *Stud. cercet. Biol., Romania*, 28(2):145-8, 1978 *Apud Entomology Abstract*, London, 8(4):83, 1977. (Resumo).
- GUERRA, M. S. & SANTOS, S. M. 1977. Ocorrência de insetos em frutos dissecados no Rio Grande do Sul. *Anais da Soc. Ent. do Brasil*, Jaboticabal, 6(2):306-11.
- HAMLIN, J. C.; REED, W. D.; PHILLIPS, M. E. 1931. Biology of the Indian Meal Moth on dried fruits in California. U.S.D.A. Tech Bull, 242p.

- HASSAN, A. A. G.; HASSANEIN; KAMEL A. H. 1963. Biological studies on the Indian Meal Moth, *Plodia interpunctella* Hbn. (Lepidoptera - Phycitidae). *Bull. Soc. Ent. Egypti*, Cairo, 46:233-52.
- HOWE, R. W. 1965. A summary of estimates of optimal and minimal conditions for populations increase of some stored product insects. *J. Stored Prod. Res.*, 1:177-84.
- HUNTER, W. D. 1912. Results of experiments to determine the effects of roentgen rays upon insects. *Jour. of Econ. Ent.*, 5:118.
- JOHNSON, J. A.; VAIL, P. V. 1987. Adult emergence and sterility of Indian Meal Moth (Lepidoptera: Pyralidae) irradiated as pupae in dried fruits and nuts. *Jour. of Econ. Ent.*, 80(2):497-501.
- JORNAL AGROCERES, 1989, 18(191):4.
- JOUBERT, P. C. 1967. Reproduction in the Pyralidae (Lepidoptera). 1- Post-embryonic development and structure of the male reproductive systems of *Cadra cautella* and *Plodia interpunctella*. *S. Afr. J. Agric.*

Sci., 10:707-22.

- KEEVER, D. W.; MULLEN, M. A.; PRESS, J. W. ARBOGAST, R. T.
1986. Augmentation of Natural Enemies for Suppressing
Two Major Insect Pests in Stored Farmers Stock Peanuts.
Environ. Entomol., 15(3): 767-70.
- LIMA, A. M. C. 1949. Insetos do Brasil. Lepidópteros (2^a
parte, 6^o volume). Escola Nacional de Agronomia, Série
Didática, n^o8. 420p.
- LUM, P. T. M. 1977. High temperature inhibition of
development of eupyrene sperm and of reproduction in
Plodia interpunctella and *Ephestia cautella*. *J. GA. Ent.
Soc.*, 12, 199-203.
- LUM, P. T. M. & FLAHERTY, B. R. 1972. Effect of Carbon
Dioxide on Production and Hatchability of Eggs of
Plodia interpunctella (Lepidoptera: Phycitidae). *Ann.
Ent. Soc. Amer.*, 65(4):976-7.
- MADRID, F. J. & SINHA, R. N. 1982. Feeding damage of three
stored - product moths (Lepidoptera: Pyralidae) on
wheat. *Jour. of Econ. Ent.*, 75(6):1017-20.

- MADRID, F. J. WHITE, N. D. G.; SINHA, R. N. 1983. Effects of Malathion Dust on Indian Meal Moth and Almond Moth (Lepidoptera: Phycitidae) infestation of stored wheat. *Jour. of Econ. Ent.*, 76(1):1401-4.
- MBATA, G. N.; OSUJI, F. N. 1983. Some aspects of the biology of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera - Pyralidae), a pest of stored ground nuts in Nigeria. *Jour. of Stored. Prod.*, 19(3):141-51.
- McGAUGHEY, W. H. 1976. *Bacillus thuringiensis* for controlling three species of moths in stored grain. *Can. Entomol.*, 108:105-72.
- McGAUGHEY, W. H. 1978. Effects of Larval Age on the Susceptibility of Almond Moths and Indian Meal Moths to *Bacillus thuringiensis*. *Jour. of Econ. Ent.*, 71(6):923-5.
- McGAUGHEY, W. H.; DICKE, E. B.; SCHESSER, J. H. 1978. Indian meal moth infestation of farm stored wheat in Kansas. *Jour. of Econ. Ent.* 71(3):503-6.

- MENTEN, L. A. S. 1982. Efeitos da radiação infravermelho em *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera - Pyralidae). Piracicaba, 85p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- METCAF, C. L. FLINT, W. P. 1951. Destructive and useful insects. 3^a ed.; New-York, McGraw-Hill, 1071p.
- MORÈRE, J. L. & LE BERRE. 1967. Étude au laboratoire du développement de la pyrale *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera - Phycitidae). *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 72(5-6):157-66.
- NWANZE, K. F.; PARTIDA, G. J.; McGAUGHEY, W. H. 1975. Susceptibility of *Cadra cautella* and *Plodia interpunctella* to *Bacillus thuringiensis* on wheat. *Jour. of Econ. Ent.* 68(6):751-52.
- OLSEN, A. R.; BRYCE, J. R.; LARA, J. R.; MADENJIAN, J. J., POTTER, R. W.; REYNOLDS, G. M.; ZIMMERMAN, M. L. 1987. Survey of stored - product and other economic pests in import Warehouses in Los Angeles. *Jour. of Econ. Ent.* 80(2):455-9.

- PENDLEBURY, J. B.; JEFFERIES, D. J.; BANHAM, E. J.; BULL, J. O. 1962. Some effects of gamma radiation on the lesser grain borer, tropical warehouse moth, indian meal moth and the cigarette beetle. Wantage Research Laboratory (A.E.R.E.). 23p.
- PRESS, A. F. & HAREIN, P. K. 1966. Mortality of red flour beetle adults and Indian Meal Moth larvae in nitrogen and carbon dioxide. *J. GA. Ent. Soc.*, 1(2):15-17.
- REYES, A. V. 1969. Biology and host range of *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera - Pyralidae). *Phillip Entomol.*, 1(4):301-11.
- RICHARDS, O. W. & THOMSON, W. S. 1932. A contribution to the study of the genera *Ephestia*, Gn. (including *Stryma*^x, Dyar) and *Plodia*, Gn. (Lepidoptera - Phycitidae), with notes on parasites of the larvae. *Entomol. Soc. London.* 80(2):169-248.
- ROSSETO, C. J. 1966. Sugestões para o armazenamento de grãos no Brasil. *O Agronomico.* Campinas, 18(9-10):38-51.

- RUNNER, G. A. 1916. Effect of roentgen rays on the tabaco cigarette and results of experiments with new roentgen tube. *J. Agric. Res.*, 6(11):383-8.
- SILVA, A. G.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. N.; SIMONI, I. 1968. Quarto catálogo dos Insetos do Brasil. Parte II - 1^o tomo: Insetos, Hospedeiros, Inimigos Naturais. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 622p.
- SOUZA, L. A. 1976. Biologia comparada de *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera - Phycitidae) em soja *Glycine max* (L.) Merr. e arroz *Oryza sativa* L. Piracicaba, 90p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- STOREY, C. L. 1973. Exothermic inert atmosphere generators for control of insects in stored wheat. *Ibid.*, 65:511-4.
- STOREY, C. L. 1975. Mortality of three Stored Product Moths in Atmospheres Produced by an Exothermic Inert. Atmosphere Generator, *Jour. of Econ. Ent.*, 68(6):736-8.

- STOREY, C. L. SAUER, D. B.; ECKER, O.; FULK, D. W. 1982. Insect infestations in wheat and corn exported from the United States. *Jour of Econ. Ent.*, 75(5):827-32.
- TAMBORLIN, M. J. 1988. Efeitos da radiação gama nas fases do ciclo evolutivo da *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera - Pyralidae) em dieta artificial. Piracicaba, 92p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- TZANAKAKIS, M. E. 1959. An ecological study of the Indian Meal Moth *Plodia interpunctella* (Hübner) with emphasis on diapause. *Hilgardia*, 29(5):205-46.
- U.S.D.A. 1966. Control of Insects that Attack Dry Beans and Peas in Storage. *Agriculture Information Bulletin*. n^o 303.
- WALDER, J. M. M.; MENTEN, L. A. S. 1984. Dieta artificial (CENA - P.I.) para criação de *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera, Pyralidae). *Ecossistema*, 9:92-94.

- WIENDL, F. M. 1975. A desinfestação de grãos e produtos armazenados por meio de radiações ionizantes. Piracicaba, CENA, 26p. (*Boletim Didatico*, 018).
- WIENDL, F. M.; WALDER, J. M. M. 1986. A ação de radiações ionizantes sobre insetos *Inf. Agropec.* 12(140):48-51.
- WILLIAMS, G. C. 1964. The life history of the Indian Meal Moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera - Phycitidae) in a warehouse in Britain and on different foods. *Ann. Appl. Biol.*, 53(3):459-75 (Resumo).
- ZETTLER, J. L.; McDONALD, L. L.; REDLINGER, L. M.; JONES, R. D. 1973. *Plodia interpunctella* and *Cadra cautella* resistance in strains to malathion and synergized pyrethrins. *Ibid*, 66:1049-50.

APÊNDICE

Tabela 2 - Viabilidade das lagartas de *Plodia interpunctella* (Hüb.) irradiadas com doses crescentes de radiação gama, criadas em dieta artificial (média = \bar{m}).

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	LAGARTAS IRRADIADAS	ADULTOS EMERGIDOS n^c	%
0	1	10	8	
	2	10	9	
	3	10	9	
	4	10	10	
	5	10	7	
(\bar{m})		10	8,6	86,0
25	1	10	10	
	2	10	9	
	3	10	8	
	4	10	10	
	5	10	7	
(\bar{m})		10	8,8	88,0
50	1	10	8	
	2	10	8	
	3	10	9	
	4	10	8	
	5	10	7	
(\bar{m})		10	8,0	80,0
75	1	10	6	
	2	10	6	
	3	10	7	
	4	10	8	
	5	10	6	
(\bar{m})		10	6,6	66,0

(continuação da Tabela 2)

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	LAGARTAS IRRADIADAS	ADULTOS EMERGIDOS n ^o	%
100	1	10	1	
	2	10	1	
	3	10	0	
	4	10	4	
	5	10	1	
(\bar{m})		10	1,4	14,0
125	1	10	0	
	2	10	0	
	3	10	0	
	4	10	0	
	5	10	0	
(\bar{m})		10	0,0	0,0
150	1	10	0	
	2	10	0	
	3	10	0	
	4	10	0	
	5	10	0	
(\bar{m})		10	0,0	0,0

Tabela 3 - Número de adultos de *Plodia interpunctella* (Hüb.), provenientes de lagartas irradiadas com doses crescentes de radiação gama, geração paternal (P), geração filial (F₁).
(Total = Σ , média = \bar{m})

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	P	F ₁ (n ^o DE LAGARTAS)
0	1	8	383
	2	9	409
	3	9	406
	4	10	704
	5	7	363
Σ (\bar{m})		43 (8,6)	2.265 (453)
25	1	10	487
	2	9	130
	3	8	166
	4	10	122
	5	7	213
Σ (\bar{m})		44 (8,8)	1.188 (223,6)
50	1	8	1
	2	8	0
	3	9	4
	4	8	2
	5	7	1
Σ (\bar{m})		40 (8,0)	7 (1,4)
75	1	6	0
	2	6	2
	3	7	1
	4	8	3
	5	6	0
Σ (\bar{m})		33 (6,6)	6 (1,2)

(continuação da Tabela 3)

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	P	F ₁ (n° DE LAGARTAS)
100	1	1	0
	2	1	0
	3	0	0
	4	4	0
	5	1	0
$\sum (\bar{m})$		7 (1,4)	0 (0,0)
125	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
	5	0	0
$\sum (\bar{m})$		0 (0,0)	0 (0,0)
150	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
	5	0	0
$\sum (\bar{m})$		0 (0,0)	0 (0,0)

Tabela 4 - Viabilidade de crisálidas de *Plodia interpunctella* (Hüb.) irradiadas com doses crescentes de radiação gama, criadas em dieta artificial (média = \bar{m}).

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	CRISALIDAS IRRADIADAS	ADULTOS EMERGIDOS n ^o	EMERGIDOS %
0	1	10	10	
	2	10	8	
	3	10	8	
	4	10	9	
	5	10	8	
\bar{m}		10	8,6	86,0
25	1	10	9	
	2	10	10	
	3	10	10	
	4	10	8	
	5	10	8	
\bar{m}		10	9,0	90,0
50	1	10	9	
	2	10	6	
	3	10	9	
	4	10	8	
	5	10	10	
\bar{m}		10	8,4	84,0
75	1	10	10	
	2	10	10	
	3	10	10	
	4	10	8	
	5	10	8	
\bar{m}		10	9,2	92,0

(continuação da Tabela 4)

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	CRISALIDAS IRRADIADAS	ADULTOS EMERGIDOS n ^c	%
100	1	10	6	
	2	10	8	
	3	10	10	
	4	10	7	
	5	10	8	
(\bar{m})		10	7,8	78,0
125	1	10	9	
	2	10	8	
	3	10	10	
	4	10	7	
	5	10	7	
(\bar{m})		10	8,2	82,0
150	1	10	8	
	2	10	7	
	3	10	8	
	4	10	8	
	5	10	9	
(\bar{m})		10	8,0	80,0
175	1	10	7	
	2	10	7	
	3	10	8	
	4	10	8	
	5	10	7	
(\bar{m})		10	7,4	74,0

(continuação da Tabela 4)

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	CRISALIDAS IRRADIADAS	ADULTOS EMERGIDOS n ^c	EMERGIDOS %
200	1	10	8	
	2	10	8	
	3	10	7	
	4	10	7	
	5	10	6	
(\bar{m})		10	7,2	72,0
225	1	10	6	
	2	10	6	
	3	10	8	
	4	10	8	
	5	10	6	
(\bar{m})		10	6,8	68,0
250	1	10	7	
	2	10	7	
	3	10	8	
	4	10	7	
	5	10	8	
(\bar{m})		10	7,4	74,0
275	1	10	5	
	2	10	6	
	3	10	6	
	4	10	7	
	5	10	6	
(\bar{m})		10	6,0	60,0

(continuação da Tabela 4)

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	CRISALIDAS IRRADIADAS	ADULTOS EMERGIDOS n ^c	%
300	1	10	7	
	2	10	8	
	3	10	8	
	4	10	7	
	5	10	6	
(\bar{m})		10	7,2	72,0
325	1	10	4	
	2	10	8	
	3	10	7	
	4	10	5	
	5	10	5	
(\bar{m})		10	5,8	58,0
350	1	10	4	
	2	10	4	
	3	10	5	
	4	10	5	
	5	10	3	
(\bar{m})		10	4,2	42,0
375	1	10	3	
	2	10	5	
	3	10	4	
	4	10	3	
	5	10	5	
(\bar{m})		10	4,0	40,0

(continuação da Tabela 4)

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	CRISALIDAS IRRADIADAS	ADULTOS EMERGIDOS n°	%
400	1	10	2	
	2	10	4	
	3	10	3	
	4	10	3	
	5	10	2	
(\bar{m})		10	2,8	28,0
425	1	10	3	
	2	10	5	
	3	10	5	
	4	10	6	
	5	10	5	
(\bar{m})		10	4,8	48,0
450	1	10	2	
	2	10	3	
	3	10	4	
	4	10	3	
	5	10	3	
(\bar{m})		10	3,0	30,0
475	1	10	5	
	2	10	6	
	3	10	6	
	4	10	5	
	5	10	6	
(\bar{m})		10	5,6	56,0
500	1	10	5	
	2	10	4	
	3	10	4	
	4	10	6	
	5	10	5	
(\bar{m})		10	4,8	48,0

Tabela 5 - Número de adultos de *Plodia interpunctella* (Hüb.) provenientes de crisálidas irradiadas com doses crescentes de radiação gama, geração paternal (P) e sua geração filial (F₁).

(Total = \sum ; média = \bar{m})

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	P	F ₁ (n° DE LAGARTAS)
0	1	10	762
	2	8	673
	3	8	647
	4	9	718
	5	8	612
\sum (\bar{m})		43 (8,6)	3.412 (682,4)
25	1	9	543
	2	10	538
	3	10	547
	4	8	533
	5	8	514
\sum (\bar{m})		45 (9,0)	2.675 (535,0)
50	1	9	254
	2	6	196
	3	9	273
	4	8	248
	5	10	287
\sum (\bar{m})		42 (8,4)	1.258 (251,6)
75	1	10	54
	2	10	2
	3	10	32
	4	8	0
	5	8	0
\sum (\bar{m})		46 (9,2)	88 (17,6)

(continuação da Tabela 5)

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	P	F ₁ (n° DE LAGARTAS)
100	1	6	13
	2	8	0
	3	10	2
	4	7	0
	5	8	0
\sum (\bar{m})		39 (7,8)	15 (3,0)
125	1	9	11
	2	8	1
	3	10	0
	4	7	0
	5	7	0
\sum (\bar{m})		41 (8,2)	12 (2,4)
150	1	8	21
	2	7	0
	3	8	13
	4	8	0
	5	9	0
\sum (\bar{m})		40 (8,0)	34 (6,8)
175	1	7	0
	2	7	0
	3	8	0
	4	8	1
	5	7	0
\sum (\bar{m})		37 (7,4)	1 (0,2)

(continuação da Tabela 5)

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	P	F ₁ (n ^o DE LAGARTAS)
200	1	8	0
	2	8	0
	3	7	0
	4	7	0
	5	6	0
$\sum (\bar{m})$		36 (7,2)	0 (0,0)
225	1	6	0
	2	6	0
	3	8	0
	4	8	0
	5	6	0
$\sum (\bar{m})$		34 (6,8)	0 (0,0)
250	1	7	0
	2	7	0
	3	8	0
	4	7	0
	5	8	0
$\sum (\bar{m})$		37 (7,4)	0 (0,0)
275	1	5	0
	2	6	0
	3	6	0
	4	7	0
	5	6	0
$\sum (\bar{m})$		30 (6,0)	0 (0,0)

(continuação da Tabela 5)

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	P	F ₁ (n° DE LAGARTAS)
300	1	7	0
	2	8	0
	3	8	0
	4	7	0
	5	6	0
\sum (\bar{m})		36 (7,2)	0 (0,0)
325	1	4	0
	2	8	0
	3	7	0
	4	5	0
	5	5	0
\sum (\bar{m})		28 (5,8)	0 (0,0)
350	1	4	0
	2	4	0
	3	5	0
	4	5	0
	5	3	0
\sum (\bar{m})		21 (4,2)	0 (0,0)
375	1	3	0
	2	5	0
	3	4	0
	4	3	0
	5	5	0
\sum (\bar{m})		20 (4,0)	0 (0,0)

(continuação da Tabela 5)

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	P	F ₁ (n ^o DE LAGARTAS)
400	1	2	0
	2	4	0
	3	3	0
	4	3	0
	5	2	0
\sum (\bar{m})		14 (2,8)	0 (0,0)
425	1	3	0
	2	5	0
	3	5	0
	4	6	0
	5	5	0
\sum (\bar{m})		24 (4,8)	0 (0,0)
450	1	2	0
	2	3	0
	3	4	0
	4	3	0
	5	3	0
\sum (\bar{m})		15 (3,0)	0 (0,0)
475	1	5	0
	2	6	0
	3	6	0
	4	5	0
	5	6	0
\sum (\bar{m})		28 (5,6)	0 (0,0)
500	1	5	0
	2	4	0
	3	4	0
	4	6	0
	5	5	0
\sum (\bar{m})		24 (4,8)	0 (0,0)

Tabela 6 - Adultos de *Plodia interpunctella* (Hüb.),
 provenientes da criação em dieta artificial,
 irradiados com doses crescentes de radiação
 gama e sua geração filial (F₁)
 (Total = \sum , média = \bar{m})

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	P	F ₁ (n° DE LAGARTAS)
0	1	10	168
	2	10	21
	3	10	128
	4	10	56
	5	10	285
\sum (\bar{m})		50 (10)	658 (131,6)
50	1	10	95
	2	10	28
	3	10	52
	4	10	117
	5	10	1
\sum (\bar{m})		50 (10)	293 (58,6)
100	1	10	21
	2	10	8
	3	10	0
	4	10	64
	5	10	1
\sum (\bar{m})		50 (10)	94 (18,8)
150	1	10	1
	2	10	15
	3	10	1
	4	10	2
	5	10	5
\sum (\bar{m})		50 (10)	24 (4,8)

(continuação da Tabela 6)

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	P	F ₁ (n ^o DE LAGARTAS)
200	1	10	5
	2	10	3
	3	10	2
	4	10	3
	5	10	6
\sum (\bar{m})		50 (10)	19 (3,8)
250	1	10	0
	2	10	2
	3	10	5
	4	10	2
	5	10	2
\sum (\bar{m})		50 (10)	11 (2,2)
300	1	10	4
	2	10	4
	3	10	2
	4	10	0
	5	10	1
\sum (\bar{m})		50 (10)	11 (2,2)
350	1	10	4
	2	10	2
	3	10	6
	4	10	1
	5	10	2
\sum (\bar{m})		50 (10)	15 (3,0)

(continuação da Tabela 6)

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	P	F ₁ (n° DE LAGARTAS)
400	1	10	1
	2	10	0
	3	10	3
	4	10	1
	5	10	0
$\sum (\bar{m})$		5 (10)	5 (1,0)
450	1	10	1
	2	10	0
	3	10	1
	4	10	2
	5	10	2
$\sum (\bar{m})$		50 (10)	6 (1,2)
500	1	10	1
	2	10	2
	3	10	0
	4	10	1
	5	10	0
$\sum (\bar{m})$		50 (10)	4 (0,8)
550	1	10	0
	2	10	0
	3	10	0
	4	10	0
	5	10	0
$\sum (\bar{m})$		50 (10)	0 (0,0)

(continuação da Tabela 6)

DOSES (Gy)	REPETIÇÕES	P	F ₁ (n° DE LAGARTAS)
600	1	10	0
	2	10	0
	3	10	0
	4	10	0
	5	10	0
\sum (\bar{m})		50 (10)	0 (0,0)
650	1	10	0
	2	10	0
	3	10	0
	4	10	0
	5	10	0
\sum (\bar{m})		50 (10)	0 (0,0)
700	1	10	0
	2	10	0
	3	10	0
	4	10	0
	5	10	0
\sum (\bar{m})		50 (10)	0 (0,0)

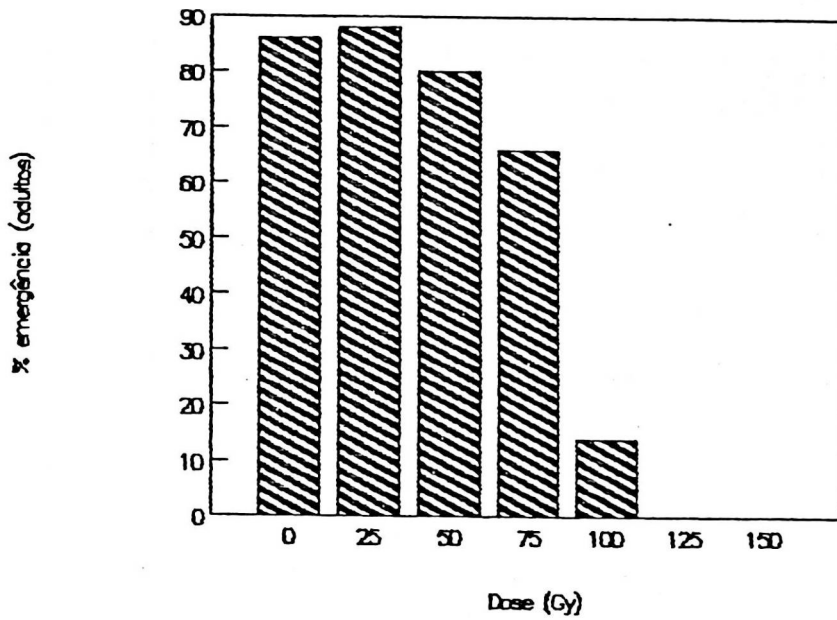


Figura 1 - Porcentagem de adultos emergidos da *Plodia interpunctella* (Hüb.), provenientes de lagartas irradiadas com doses crescentes de radiação gama.

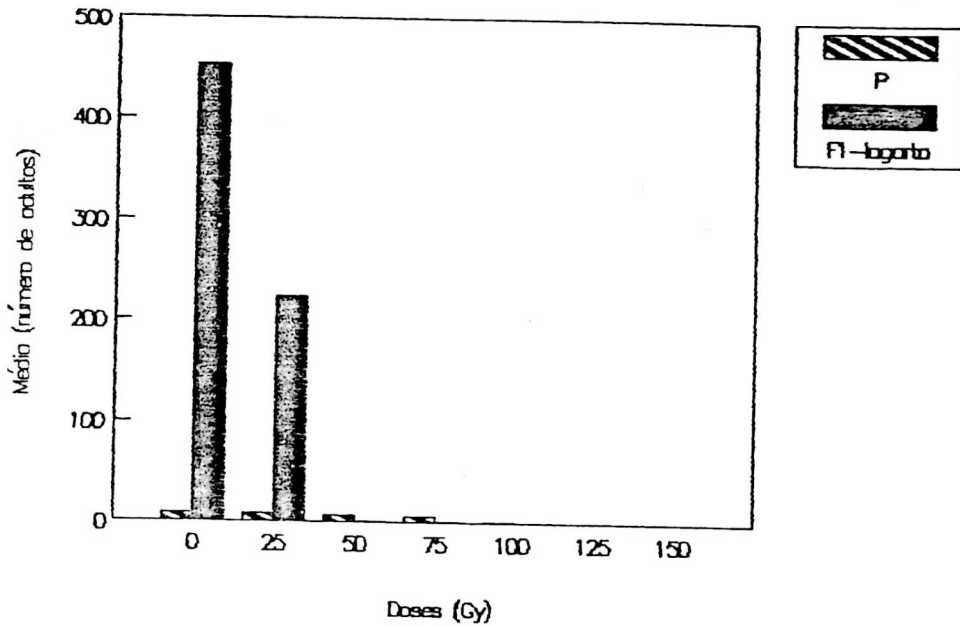


Figura 2 - Médias do número de adultos de *Plodia interpunctella* (Hüb.), provenientes de lagartas irradiadas com doses crescentes de radiação gama e sua geração filial (F₁).

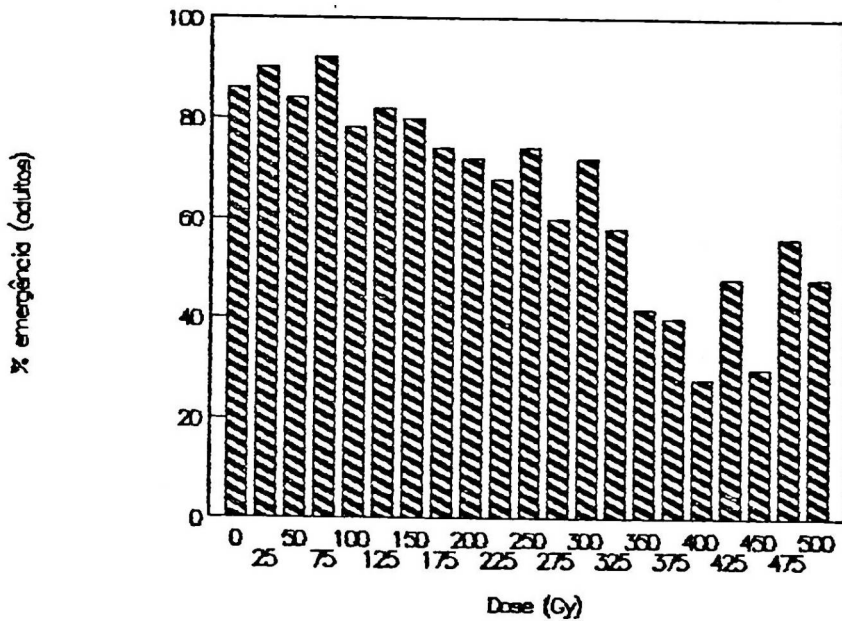


Figura 3 - Porcentagem de adultos emergidos da *Plodia interpunctella* (Hüb.), provenientes de crisálidas irradiadas com doses crescentes de radiação gama.

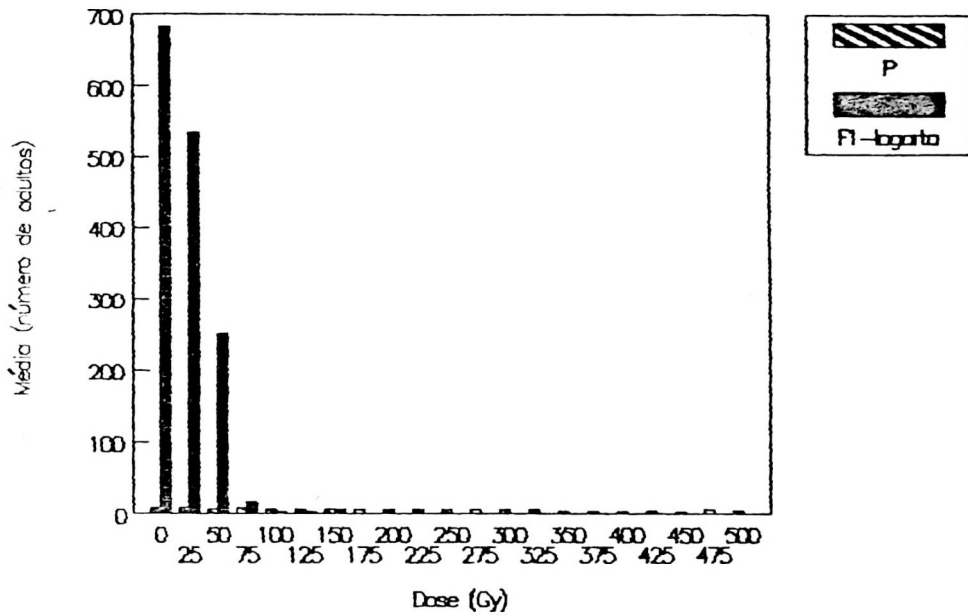


Figura 4 - Médias do número de adultos da *Plodia interpunctella* (Hüb.), provenientes de crisálidas irradiadas com doses crescentes de radiação gama e sua geração filial (F₁).

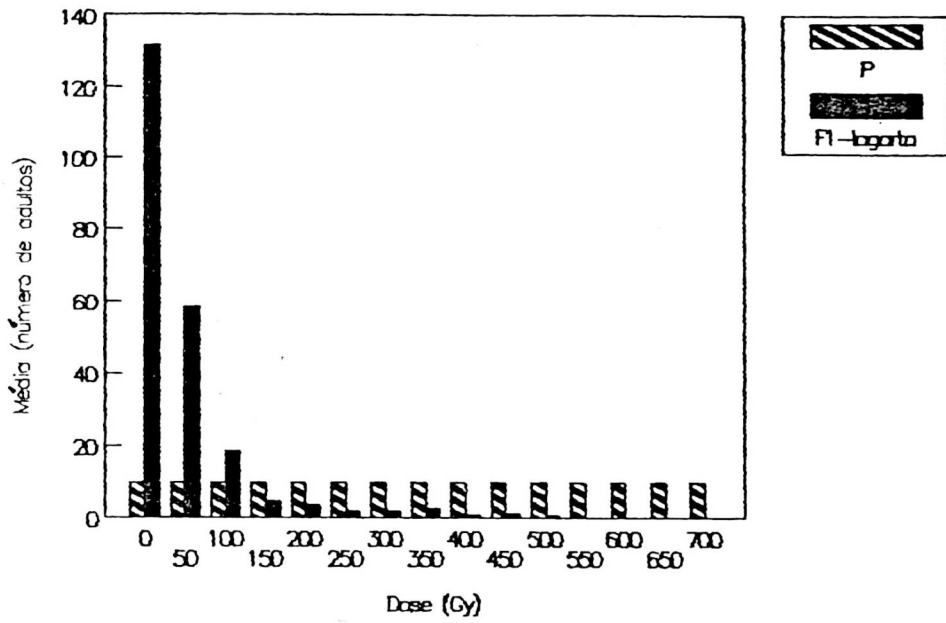


Figura 5 - Médias do número de adultos de *Plodia interpunctella* (Hüb.), irradiados com doses crescentes de radiação gama e sua geração filial (F₁).