

EFEITOS DA RADIAÇÃO INFRAVERMELHO E DA
TEMPERATURA EM *Plodia interpunctella* (HÜBNER, 1813)
(LEPIDOPTERA, PYRALIDAE)

LINDAUREA ALVES DE SOUZA MENTEN

Orientador: PROF. DR. EVÔNEO BERTI FILHO

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de Doutor em
Ciências biológicas. Área de Concentração:
Entomologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1982

À minha "neguinha"

Raimunda A. Souza

pelo imenso amor que me deu,

D E D I C O

Ao meu esposo,

J.O.M. Menten

com muito carinho

O F E R E Ç O

-: AGRADECIMENTOS :-

● À *Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ)*, pela oportunidade concedida.

● Ao *Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA)*, na realização desta pesquisa.

● À *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)*, pelo suporte financeiro.

● Ao *Dr. José Otávio M. Menten*, pelas críticas, sugestões e incentivo, o meu agradecimento especial.

● Aos *Drs. Evôneo Berti Filho e Frederico M. Wiendl*, pela orientação neste trabalho.

● Aos amigos *Drs. Ricardo B. Sgrillo e Júlio Marcos M. Walder*, pelas sugestões, atenção e amizade.

● À *Dra. Clarice G.B. Demetrio* e ao *M.S. Henrique Mattioli*, pelas sugestões nas análises estatísticas.

● Ao *Dr. Sinval Silveira Neto*, pelas críticas e sugestões.

● Aos *colegas e amigos da Seção de Entomologia do CENA*, pela amizade e espírito de colaboração.

● À *todos que de alguma forma contribuíram para o êxito deste trabalho.*

I N D I C E

	<u>Página</u>
RESUMO	v
SUMMARY	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.	3
2.1. Aspectos gerais sobre <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner, 1813) (Lepidoptera-Pyralidae)	3
2.2. Controle de <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner, 1813) por vá- rios tipos de radiações.	6
2.3. Controle de pragas de grãos armazenados por radiação in- fravermelho	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Efeitos da radiação infravermelho em <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner, 1813) (Lepidoptera-Pyralidae).	19
3.2. Efeitos da temperatura em <i>Plodia interpunctella</i> (Hübner, 1813) (Lepidoptera-Pyralidae).	25
4. RESULTADOS.	29
5. DISCUSSÃO.	40
6. CONCLUSÕES	48
7. LITERATURA CITADA.	51
8. APÊNDICE	60
9. FIGURAS.	81

EFEITOS DA RADIAÇÃO INFRAVERMELHO E DA TEMPERATURA EM *Plodia
interpunctella* (HÜBNER, 1813) (LEPIDOPTERA-PYRALIDAE)

LINDAUREA ALVES DE SOUZA MENTEN

Prof. Dr. EVÔNEO BERTI FILHO

- Orientador -

RESUMO

Esta pesquisa foi desenvolvida nos laboratórios da Seção de Entomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), da Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil. Teve por objetivo verificar os efeitos que causam a radiação infravermelho (RIV), em *Plodia interpunctella* (Hüb., 1813). Esta "traça" foi criada e mantida na dieta artificial CENA-P.I., sob condições controladas de $27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ de temperatura e $70\% \pm 10\%$ de umidade relativa. A fonte de RIV, utilizada, tinha uma taxa de energia de 3.456 BTU/h, com pico de emissão de $1,33 \mu$, distando 39 cm do material irradiado. Estudaram-se os efeitos da RIV, em estádios imaturos e adulto de *P. interpunctella*, a uma temperatura de 40°C , em exposições de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Verificou-se também os efeitos da temperatura de 40°C , independente da RIV, nos mesmos períodos de exposições e nos mesmos estádios biológico desse inseto. Determinaram-se os efeitos desses tratamentos na eclosão, emergência e fertilidade provenientes de ovos tratados; emergência e fertilidade provenientes de lagartas tratadas; emergência e fertilidade provenientes de pupas tratadas; fertilidade em F_1 de adultos tratados. Verificou-se que dependendo do estágio de desenvolvimento e do tratamento recebido, *P. interpunctella* (Hüb.) pode ser controlada na faixa de 23% a 74%. Deduziu-se que é possível controlar este inseto em produtos armazenados como frutas se-

cas, farinhas e grãos, pelo uso da RIV. A aplicação deste método necessita de informações mais precisas, a respeito dos tempos de exposição e temperaturas necessárias ao controle desse inseto, sob condições naturais de infestação.

EFFECTS OF INFRA-RED RADIATION AND TEMPERATURE ON *Plodia
interpunctella* (HÜBNER, 1813) (LEPIDOPTERA, PYRALIDAE)

LINDAUREA ALVES DE SOUZA MENTEN

Prof. Dr. EVÔNEO BERTI FILHO

- Adviser -

SUMMARY

This research deals with the effects of infra-red radiation on *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera, Pyralidae). The experiment was set in the laboratory of the Entomology Section at the Nuclear Energy for Agriculture Center ("Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA"), in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. The insect was reared in an artificial diet (CENA-P.I.) under laboratory condition ($27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ and $70\% \pm 10\% \text{RH}$). The energy rate of the infra-red source was 3.456 BTU/h, with an emission peak of 1.33μ , 39 cm apart from the material irradiated. The effects of the infra-red radiation on the immature and adult stages of *P. interpunctella* (Hub.) at a temperature of 40°C for 0; 1; 2; 3; 4 and 5 minutes were studied. Also the effects of the temperature (40°C) in the absence of infra-red radiation in the same periods of exposition and same biological stages of the insect were studied. The effects of these treatments on hatching, emergence and fertility in the generation resultant from treated eggs, emergence and fertility of adults from treated caterpillars, emergence and fertility of adults from treated pupae and F_1 fertility from treated adults were studied as well. One can conclude that depending on the stage of development and the treatment, *P. interpunctella* (Hüb.) can be controlled from 23 to 74%. Moreover it is possible to control *P. interpunctella* (Hüb.) on stored

products like grains, dry fruits and meals, by exposing these products to infra-red radiation. However when applying this method one should have more information about the natural conditions of an infestation.

1. INTRODUÇÃO

Os problemas que surgem na agricultura causados por insetos, tanto no campo como nos armazéns, são bastante consideráveis, existindo uma diversidade muito grande de insetos pragas que danificam os produtos armazenados.

As "*traças*" e os "*carunchos*", são os insetos apontados como os principais responsáveis pelas grandes perdas causadas aos grãos armazenados, principalmente aqueles considerados gênero de primeira necessidade, como feijão, arroz, soja, café, trigo e sub-produtos (farinhas, farelos e fubás).

Nas pesquisas realizadas por RICHARDS e THOMSON (1932), há uma lista de 83 espécies de diferentes produtos que são atacados pela lagarta de *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813), sendo esta encontrada em frutos secos, nozes, sementes de hortaliças, diversos grãos e sub-produtos, vegetais secos, espécimes de herbário, insetos mortos, leite em pó, especiarias, cacau, chocolate, biscoitos, remédios, etc.

P. interpunctella é assinalada nos trabalhos científicos, como importante praga de produtos armazenados. Nas Américas (Norte, Central e Sul), Europa, Ásia, Japão, Nova Zelândia e muitos outros lugares (TZNAKAKIS, 1959).

No Brasil *P. interpunctella* é assinalada por SILVA *et alii* (1968) como praga de diversos produtos armazenados. Esta "traça" vem sendo observada em armazéns de soja e está situada, segundo ROSSETTO (1966), entre os sete insetos que causam os maiores prejuízos em grãos armazenados no Brasil.

Dado a grande importância dessa praga para os produtos armazenados, a presente pesquisa teve como objetivo, verificar os efeitos do calor e da radiação infra-vermelha nas formas jovens e adulta de *P. interpunctella*, na sua sobrevivência e fertilidade, visando uma forma de controle físico e não poluidor, em grãos e outros produtos armazenados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais sobre *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera-Pyralidae)

Plodia interpunctella (Hüb., 1813) é considerada uma praga importante para diversos produtos armazenados, principalmente farinhas, frutas secas e amêndoas.

Esta "traça" foi descrita pela primeira vez por Hübner em data não determinada, num período de 1811 a 1817 como *Tinea interpunctella*. Depois surgiram muitas controvérsias a respeito do gênero e a espécie desse inseto; TZNAKAKIS (1959) fez um estudo a respeito deste assunto mostrando a diversidade existente sobre a sinonímia, como *Elucita interpunctalis* (Hübner, 1825), *Phycita interpunctella* (Treitchke, 1932), *Phycis interpunctella* (Duponchel, 1836), *Myelolis interpunctella* (Zeller, 1839), *Plodia interpunctella* (Guënée, 1845), *Ephestia interpunctella* (Herrich-Schäffer, 1849), *Plodia interpunctalis* (Butler, 1879), *Ephestia interpunctalis* (Druce, 1896), *Ephestia elutella* (Frogatt, 1896), *Ephestia glycinivora* (Matsumura, 1917). A sistemática desta espécie foi também revista por RICHARDS e TOMSON (1932) e HEINRICH (1956), tendo como correta a denominação *P. interpunctella*.

Plodia interpunctella é encontrada na literatura com di-

versos nomes comuns, de acordo com o local ou região. Ainda no mesmo trabalho, TZANAKAKIS (1959) citou várias denominações dadas a este inseto como: "*Indian-meal-moth*", "*pantry moth*", "*meal-worm moth*", "*peach worm*", "*cloacked knothorn*", "*compressed vegetable moth*" e "*kupferfarbige Dorrobstmotte*". Esta espécie é mais conhecida por "*Indian-meal-moth*" nos Estados Unidos, cuja denominação foi aceita oficialmente pela "Entomological Society of America" (ANDERSON, 1975). No Brasil o nome comum foi traduzido por SILVA *et alii* (1968) como "*traça indiana da farinha*".

Esta "*traça*" é encontrada em quase todo o mundo e já foi observada em várias partes das Américas (Norte, Central e Sul), Europa, África, Austrália, Nova Zelândia e muitas ilhas segundo TZANAKAKIS (1959) e WILLIAMS (1964). É um inseto polífono, capaz de atacar os mais diversos produtos armazenados como frutos secos, nozes, sementes de hortaliças, diversos grãos e sub-produtos, vegetais secos, espécimes de herbários, insetos mortos, remédios, conteúdo de ninhos de abelhas melíferas e mamangavas, amêndoas, chocolates, leite em pó, farinhas, fubás, feijão branco, fava, gergelim, algodão (torta), batatinha (tubérculo), peras, "*lab-lab*" (*Dolichoslablab*), "*cow-pea*" (*Vigna sinensis*); *Vigna sesquipedalis* e *Phaseolus calcaratus* (RICHARDS e THOMSON, 1932; LIMA, 1949; METCALF e FLINT, 1951; SILVA *et alii*, 1968; GALLO *et alii*, 1970; REYES, 1969).

Dentre as características comuns das pragas de produtos armazenados, uma das mais importantes é a de possuir um alto potencial de reprodução em um curto espaço de tempo, em relação aos outros insetos-pragas de modo geral, como é o caso da "*traça*" *P. interpunctella*.

Apesar destas pragas apresentarem essa importante característica, estão sujeitas a sofrerem grandes alterações na amplitude de seu ciclo biológico, dependendo do alimento que recebam e das condições do meio ambiente sob as quais são submetidas. No caso de *P. interpunctella* a amplitude do seu ciclo biológico pode variar de 28 a 300 dias dependendo dessas condições (BOLES e MARZAKE, 1966; DEAN, 1913; GENEL, 1966;

HAMLIN *et alii*, 1931; LIMA, 1949; MICHELbacher e ORTEGA, 1958; MORÈRE e LE BERRE, 1967; REYES, 1969; RICHARDS e THOMSON, 1932; HASSAN *et alii* (1963); WILLIAMS, 1964).

Essas alterações que sofre o inseto para completar seu ciclo biológico, podem ser observadas em uma só fase de seu desenvolvimento, em várias fases, ou durante todo o seu ciclo biológico. Além destas modificações, podem ocorrer outros problemas relacionados com o potencial de reprodução do inseto, quando submetidos a condições desfavoráveis ao seu desenvolvimento, normalmente ocorre uma diminuição na sua capacidade reprodutiva, influenciando também a capacidade de seus descendentes.

Quando o inseto encontra-se em uma determinada fase em que não está se alimentando, e ocorrem alterações apenas nas condições do meio ambiente, o inseto além de sofrer alterações quanto a viabilidade daquela fase, pode sofrer também modificações internas e externas, propiciando normalmente uma diminuição em seu potencial biótico.

A viabilidade de uma determinada fase do inseto pode ser alterada, quando modificadas apenas as condições de alimento, mantendo-se constantes as do meio ambiente. MENTEN e PARRA (1978) ao estudarem modificações desta natureza, observaram que *P. interpunctella* quando submetida às mesmas condições do meio ambiente, alterando apenas o alimento dos pais, a viabilidade de seus descendentes na fase de lagarta foi de 53,33%, quando os pais receberam solução de água e mel a 10%, e de 82,22% quando não receberam alimento, o mesmo já não ocorreu na fase de crisálida, cuja viabilidade foi de 100%.

SOUZA (1976) observou que, sob as mesmas condições de um meio ambiente, a viabilidade dos ovos de *P. interpunctella* pode ser igual para todas as posturas ou maior na 1.^a postura, dependendo do alimento recebido durante seu desenvolvimento e idade adulta, podendo sofrer uma variação na viabilidade de 47,90% a 71,53%.

2.2. Controle de *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) por vários tipos de radiações

Constatada a importância e a distribuição da "traça" *P.interpunctella* em produtos armazenados, através de trabalhos científicos, observa-se também pesquisas que visam o controle de pragas de produtos armazenados através de métodos físicos, uma vez que estes apresentam a grande vantagem de não serem poluentes.

O método de controle físico através de radiações em insetos, pode ser indicado como um dos melhores quando comparado com outros métodos, como é o caso do emprego de produtos químicos. O uso da radiação como uma forma de controle de pragas de produtos armazenados, é uma das técnicas que vem sendo cada vez mais empregada em vários locais do mundo, por se tratar de um método físico capaz de controlar uma determinada praga sem perigo de deixar resíduos nos grãos.

O controle de insetos como "traças" e "carunchos" de produtos armazenados através de radiações, tem despertado grande interesse, principalmente nos países desenvolvidos, onde pesquisas em diferentes ramos mostram as conseqüências que um controle químico é capaz de trazer para a população que consome alimentos tratados com produtos químicos.

Vários tipos de radiações continuam sendo estudadas para serem empregadas no controle de pragas, como radiações infravermelho, gama, micro-ondas, raios-X ou ainda a combinação de diferentes radiações.

Existem trabalhos de pesquisas com *P. interpunctella* e o emprego dessas radiações visando o controle desta praga, como a pesquisa realizada por PENDLEBURY *et alii* (1962) sobre alguns efeitos que causa a radiação gama nesta espécie e em mais três insetos pragas de produtos armazenados. No caso de *P. interpunctella* os autores trataram pupas com 36.000 rad e obtiveram uma redução na emergência de adul

tos de 60 a 70% em relação a testemunha; não houve diferença entre a sensibilidade de machos e fêmeas; quanto maior a dose de radiação em pupas, maior foi a deformação nas asas dos adultos emergidos. Além dessas alterações causou ainda efeitos negativos tanto na atividade sexual como na progênie.

BAROUGH-BONAG (1965) estudando os efeitos das radiações ionizantes em lagartas do piralídeo *Ephestia kuhniella* Z., observou que quando expostas a doses de 2.000 e 14.000 rad, as lagartas do último instar retardaram seu desenvolvimento pupal por um período que variou de 9 a 31 dias, causando ainda a mortalidade em 25% das lagartas expostas a 6.000 rad e se elevando a 72% com 14.000 rad, atingindo 100% de mortalidade com a dose de 15.000 rad. Observou ainda alterações nos ovários e ovogênese da referida "traça".

GORESLINE (1965) mostrou a importância da utilização de radiações ionizantes, como uma forma de controle de pragas de grãos armazenados, fazendo considerações a respeito da fonte e do pessoal que seria necessário para formar uma equipe piloto, capaz de atuar em uma unidade de irradiação.

A radiação gama pode causar efeitos negativos sobre o desenvolvimento de *P. interpunctella*, como indicou o trabalho de COGBURN *et alii* (1966). Segundo estes autores, quando ovos, lagartas, pupas e adultos de *P. interpunctella* são submetidos a doses de $13,2 \pm 10\%$; 17,5; 25; 40 e 100 krad ocorre um decréscimo na eclosão, à medida que se aumenta a dose; além disso, muitas larvas provenientes de ovos tratados com $13,2 \pm 10\%$ e 17,5 krad se movimentavam pouco e morriam logo; as lagartas provenientes do primeiro tratamento que sobreviveram atingiram o estágio adulto, mas não foram capazes de voar ou coordenar os movimentos, devido a má formação das asas, morrendo logo após a emergência; das larvas irradiadas nenhuma atingiu o estágio adulto; das pupas tratadas algumas atingiram a fase de adulto; a longevidade dos adultos provenientes de pupas

irradiadas, quando comparada com a dos adultos não irradiados, não mostrou muita diferença, exceto em alguns casos em que a radiação causou deformação das asas; outros efeitos foram esterilidade e redução na fecundidade, e quando cruzados com adultos não irradiados, ocorreu aumento no índice de esterilidade em F_1 e redução na progênie. Além destes efeitos causados, esses autores observaram, ainda, que a progênie de fêmeas tratadas sofreram mais dano genético do que os machos.

Existem trabalhos de pesquisas mostrando que o controle de muitas espécies de pragas de grãos armazenados são capazes de serem controladas com radiação gama. WATTERS e MacQUEEN (1967) mostraram que este tipo de radiação é capaz de controlar cinco espécies de pragas de grãos armazenados com doses variando de 6.250 rad a 150.000 rad e que existe grande diferença na sensibilidade das espécies; o tempo de sobrevivência é uma função da dose, e nenhuma dose usada causou efeitos adversos sobre o trigo que continha os insetos por ocasião da irradiação.

Referindo-se ainda sobre os efeitos que a radiação gama pode causar nas progênies dos insetos, AHMED *et alii* (1970) realizaram cruzamentos da "traça" *E. cautella*, proveniente de pais irradiados, com espécies nativas, concluindo que algumas progênies descendentes deste cruzamento podem demonstrar um vigor híbrido ou heteroze.

HOLT e NORTH (1970) estudaram os efeitos que podem causar a radiação gama, no mecanismo da transferência do esperma em *Trichoplusia ni* (Hüb.), verificando algumas causas que contribuem para a redução total ou parcial da fertilidade, tais como: intumescência do bulbo espermatóforo; alteração no bulbo; esperma eupirene sem mobilidade para chegar a espermateca e vias que levam o esperma até a espermateca obstruídas.

Os insetos são mais resistentes à radiação quando comparados com os vertebrados, e isto é normalmente atribuído à lenta divisão celular no inseto adulto. Mesmo nos estádios imaturos, com exceção das

células embrionárias, as atividades mitóticas são restritas a curtos períodos. As células diferenciadas dos insetos exibem alto grau de resistência em relação às células indiferenciadas em divisão. Entretanto a divisão celular pode ocorrer no intestino médio e nas gônadas dos insetos, fazendo com que esses tecidos sejam particularmente sensíveis aos danos da radiação (ASHRAF *et alii*, 1971).

A combinação de dois ou mais tipos de radiações pode ser empregada no controle de pragas de grãos armazenados. COGBURN *et alii* (1971) fizeram combinações de radiação gama com infravermelho para controlar a "traça" *Sitotogra cerealella* (Oliver, 1819), em todos estádios de desenvolvimento, usando quatro tipos de tratamentos: radiação gama; infravermelho; primeiro gama, depois infravermelho e infravermelho depois gama, obtendo uma redução na emergência de adultos de 52,2%; 55,3%; 93,0% e 92,8%, respectivamente; esses mesmos autores fazem ainda considerações sobre o uso dessas radiações como métodos de controle.

Além dos efeitos diretos que as radiações são capazes de causar sobre a biologia e a progênie de *P. interpunctella*, a radiação gama é capaz de causar outros tipos de mutações nesse inseto.

BROWER (1972) observou dois novos tipos de mutações causados pela radiação gama em *P. interpunctella*: a descamação e alteração na melanina das asas, cujas alterações podem ser usadas em pesquisas que visam estudos de populações, procedência de esperma para cruzamento múltiplo, dispersão de população e marcação de insetos.

Outro efeito da radiação gama em lagartas de *P. interpunctella* é a indução à esterilidade parcial, como mostraram as pesquisas de ASHRAFI *et alii* (1972) que submeteram lagartas do quinto instar a 3,5 krad, verificando uma redução de 72% na geração F₁, os machos provenientes deste tratamento quando cruzados com fêmeas não irradiadas, reduziu em 89% a progênie F₂; apesar disto, sua competitividade com machos

nativos só foi reduzida quando tratados com doses superiores a 25 krad.

ASHRAFI e ROPPEL (1973) irradiaram lagartas de doze dias de *P. interpunctella* com ^{60}Co , e observaram que os adultos emergiram com ruptura e desagregação da massa espermática, bem como anomalia no esperma eupirene. Esses adultos quando cruzados com fêmeas não tratadas, apresentaram maior frequência de anormalidade no esperma eupirene em relação aos adultos de P_1 .

Outros efeitos ainda podem ser causados pela radiação gama em *P. interpunctella* e *Cadra cautella* (Walker) tanto na biologia como em suas progênes, dependendo da dose e do tempo de exposição (COGBURN, 1973; BROWER, 1973, 1974, 1975, 1976b e 1980; AHMED *et alii*, 1976; AMOAKO-ATTA e MILLS, 1977).

KIRKPATRICK *et alii* (1973) empregaram radiações gama, infravermelho e micro onda no controle de *Rhyzopertha dominica* (F.) em trigo, que continha todas as formas imaturas deste inseto. A radiação gama (2,5 krad) controlou 54%, a infravermelho (29 segundos com temperatura de 56°C , distando 56 cm do trigo) controlou 55%, e a micro onda 42%. Esses autores estudaram combinações entre estes tipos de radiações e obtiveram os seguintes resultados: gama mais infravermelho 99% de controle, gama mais micro onda 96%; a redução para estas associações foram 95% e 89%, respectivamente.

Outro método capaz de controlar pragas de produtos armazenados é através de temperatura alta, desde que esta não interfira nas propriedades organoléticas do produto ou na sua aparência externa. Esse tipo de controle, além de não apresentar problemas de resíduos no produto tratado, é considerado mais econômico em relação ao químico.

TULI *et alii* (1966) observaram uma considerável redução na fecundidade de *C. cautella* criada na temperatura de 35°C e 90% de umi-

dade relativa, quando comparada com outras criadas na faixa de 15°C a 30°C, e umidade relativa variando de 45% a 90%. Aos 40°C não houve mais postura, tornando-se impossível o desenvolvimento deste inseto; verificou ainda que as condições ótimas para postura, são temperaturas de 25°C e 30°C, com 75% e 90% de umidade relativa. ABDEL-RAHMAN (1971) também observou que são um número pequeno desta "traça", completam seu desenvolvimento quando criadas à temperatura de 35°C, em comparação a outras que se desenvolveram à temperatura de 30°C.

A temperatura alta é capaz de controlar também "carunchos" de produtos armazenados, como pode ser visto pelos trabalhos realizados por KIRKPATRIK e TILTON (1973); eles usaram esse tipo de controle para *S. oryzae* e *R. dominica*, expondo estes insetos às temperaturas de $39^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $43^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$, com umidades relativas de 50%, 60% e 75%, obtendo um controle de 99% em relação a testemunha.

LUM (1977) submeteu *P. interpunctella* durante todo seu período pupal (6 dias) à temperatura de 36°C, e verificou 100% de mortalidade; expôs também pupas de *E. cautella* sob as mesmas condições, e dentre os poucos adultos que emergiram, todos eram deformados e não se reproduziam. O autor sugeriu a hipótese de que *E. cautella* é mais tolerante que *P. interpunctella*, quando submetidas as mesmas condições de temperatura elevada; ele observou que as pupas de ambas espécies submetidas à 34°C por 6 dias, apresentavam fertilidade de 60 a 80%, sendo reduzida para 5% na temperatura de 35°C. Mostrou ainda que essas injúrias causadas pelo calor, atuaram negativamente na produção de esperma eupirene, uma vez que os machos nos estádios de pré-pupa e pupa jovem, que foram tratados por 3 dias, possuíam pouca massa de esperma eupirene.

Outros efeitos da temperatura sobre a biologia e comportamento de *P. interpunctella*, poderão ser observados nas pesquisas realizadas por ARBOGAST (1981); este autor expôs pupas à temperatura de 40°C, 45°C e 50°C durante 2 e 4 horas, obtendo os seguintes resultados: a) per-

centagem de mortalidade de 40°C com 2 horas de exposição: 2% para machos e 3% para fêmeas, com 4 horas de exposição; 4% para machos e 14% para fêmeas; a 40°C e 45°C com 2 horas de exposição a mortalidade foi de 100% para ambos os sexos; b) percentagem de casamento a 40°C com 2 horas de exposição: 94% para machos e 87% para fêmeas; com 4 horas de exposição: 92% para machos e 79% para fêmeas; c) fecundidade a 40°C com 2 horas de exposição: não diferiu do controle para machos e fêmeas; com 4 horas de exposição: as fêmeas apresentaram menor fecundidade que os machos em relação ao controle; d) fertilidade a 40°C e 45°C: a eclosão foi pouco ou nada afetada, variando de 94% a 100%.

2.3. Controle de pragas de grãos armazenados por radiação infravermelho

O emprego dos raios infravermelhos está sendo cada vez mais estudado e difundido no mundo e sua aplicação se expande em diversos campos de ação. O uso deste tipo de radiação tem diversas finalidades, tanto na agricultura como na indústria.

Na agricultura vem sendo empregado na secagem de grãos, e na indústria nos produtos que vão ser armazenados como biscoitos, torradas, e outros produtos alimentícios em geral para controlar insetos-praga destes produtos.

Pesquisas realizadas por TABOADA (1953) demonstram que a radiação infravermelho a uma temperatura de 59°C, durante 2,5 minutos, é suficiente para causar a morte em adultos e ovos de *Tribolium confusum* Duv. e *Sitophilus granarius* (L.), tanto a temperatura como o tempo de exposição são fatores muito importantes para obtenção de resultados positivos.

SCHROEDER e TILTON (1961) estudaram os efeitos da radiação

infravermelho em *Sitophilus oryzae* (L.) e *Rhizopertha dominica*(F.), contidos em arroz. Esses autores submeteram as amostras infestadas durante uma semana à radiação infravermelho, verificando que *S. oryzae* e *R. dominica*, morriam nas temperaturas de 56°C e 68°C, respectivamente; discutiram ainda a possibilidade da secagem de arroz com infravermelho, trazendo um efeito benéfico adicional, que seria a eliminação das formas imaturas dessas pragas durante o processo de secagem dos grãos.

Os primeiros estudos sobre a técnica de secagem de grãos com infravermelho foram realizados por SCHROEDER e ROSBERG (1959) que realizaram alguns experimentos empregando esse tipo de radiação para secagem de arroz, chegando a conclusão que o uso deste método de secagem para certas variedades de arroz, é mais rápido do que os métodos convencionais usados na agricultura em geral, observaram que a umidade varia de 3,60 a 0,49% por minuto de exposição ao infravermelho com temperatura variando de 50° a 60°C. O poder germinativo diminui quando o teor de umidade retirada aumentou. Esses mesmos autores mostraram ainda a necessidade básica de informações sobre a umidade e a moagem dos grãos.

SCHROEDER e ROSBERG (1960) realizaram outros estudos visando ainda a secagem de 2 variedades de arroz tipo longo: Roxodoro e Bluebonnet 50, com radiações infravermelho. A perda de água através da irradiação durante 10 minutos, foi de 1,2 a 1,7 gramas/200 gramas e de 1,2 a 2,1 gramas/200 gramas, para essas variedades respectivamente, sendo que a variedade Bluebonnet 50 secou mais rápido que a Roxodoro. Os resultados mostraram que a temperatura do arroz durante a secagem, a taxa de secagem e a moagem produzida, são fatores que podem variar entre variedades de arroz.

A secagem de duas variedades de arroz do tipo grão pequeno e duas do tipo grão médio foram estudadas por SCHROEDER(1960 e 1961), usando radiação infravermelho, e comparadas com a secagem normalmente empregada na agricultura. Em todos os tipos de grãos, o método da irradiação in-

fravermelho foi superior ao convencional.

TILTON e SCHROEDER (1963) tomaram amostras de arroz contendo formas imaturas de *R. dominica*, *S. cerealella* e *S. oryzae* e submetem-nas a ação da radiação infravermelho por períodos que variaram de 5 a 45 segundos, com distâncias de 15 a 50 cm da fonte, e a temperatura do arroz também variando de 42,1° a 57,6°C. Observaram a emergência de adultos e concluíram que o "caruncho" do arroz *S. oryzae* é mais suscetível a radiação infravermelho, sendo *R. dominica* e *S. cerealella* os mais resistentes. Quanto menor a temperatura, maior foi a emergência. Nas temperaturas intermediárias e alta intensidade de radiação, a emergência dos insetos decresceu; quando as temperaturas foram altas e a intensidade de radiação baixa, as emergências das "traças" diminuíram. Por essa pesquisa observa-se que a combinação entre fatores como intensidade de radiação, tempo de exposição e temperatura do material, são fatores importantes que podem causar diferentes efeitos nos insetos. Daí a necessidade de melhores conhecimentos no emprego deste método de controle.

Por outro lado, COGBURN (1967) trabalhando com as mesmas pragas de grãos armazenados, *S. oryzae*, *R. dominica* e *S. cerealella*, observou que exposições desde 5 até 30 segundos aos raios infravermelhos à distâncias de 15 a 50 cm da fonte, não são suficientes para inibir a reprodução desses insetos, considerando-as como doses sub-letais.

COGBURN *et alii* (1971) estudaram os efeitos da radiação infravermelho em *S. cerealella*, expondo amostras de 200 g de trigo contendo fases imaturas desta "traça" (ovo, lagartas de vários estádios e pupa) sob a ação destes raios. As amostras de trigo foram espalhadas numa superfície de 210 cm², distantes da fonte 65 cm, permanecendo 15 segundos em exposição. Este autor chegou a conclusão que é perfeitamente possível controlar *S. cerealella* através da radiação infravermelho, uma vez que a redução na emergência de adultos foi da ordem de 55,3%.

Uma comparação de micro-ondas e infravermelho usada no controle de *S. oryzae* em trigo, foi realizada por KIRKPATRIK *et alii*, (1972). Estes autores observaram que amostras colocadas debaixo da fonte infravermelho, com temperatura de $54^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, durante 26 segundos, é capaz de reduzir em 95% a emergência de adultos e 82% quando tratados com micro-ondas. A progênie F_1 de adultos tratados com infravermelho foi reduzida em 98,2% e 42,5% quando tratados com micro-ondas. Isto mostra que o controle de *S. oryzae* com infravermelho foi 55,7% superior ao de micro-ondas.

Muitas pragas de produtos armazenados podem ser plenamente controladas pelo uso da radiação infravermelho, como mostram os trabalhos realizados por KIRKPATRIK e TILTON (1972). Esses autores irradiaram 12 pragas de grãos armazenados, incluindo "traças", "carunchos" e "brocas", contidas em amostras de 150 g de trigo, sendo que cada amostra continha 100 insetos de cada espécie. As amostras foram espalhadas em superfícies de 120 cm^2 , distando 65 cm da fonte. A temperatura dos grãos era superior a 26°C e as da fonte foram 49° , 57° e 65°C . Os tempos de exposição, correspondentes a estas temperaturas foram 20, 32 e 40 segundos. Depois de irradiadas, as amostras foram condicionadas numa temperatura de $27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $60\% \pm 5\%$ de umidade relativa. A mortalidade dos insetos tratados com 57°C foi de 93 a 100% e quando tratados com 65°C , tiveram uma mortalidade de 99,6% ou mais.

Os estudos da radiação infravermelho, como uma forma de controle de pragas de produtos armazenados, têm sido promissores e animadores. Os pesquisadores têm se empenhado na busca de respostas que possam ajudar a solucionar o problema dos prejuízos causados por insetos, principalmente pelas "traças" e os "carunchos".

KIRKPATRIK (1975) estudou os efeitos da radiação infravermelho, na exposição de 1 segundo à temperatura de $48,6^{\circ}\text{C}$, em *S. oryzae* e

R. dominica, contidos em amostras de arroz e trigo. A distância entre a fonte e o material que continha todas as formas desses insetos era de 3 cm. A redução na emergência após 24 e 48 horas foi de 99,9% e 93,1% para *S. oryzae*, e de 99,8% e 93,4% para *R. dominica*, respectivamente. Verificou ainda que as percentagens de mortalidade ocorridas em *S. oryzae* e *R. dominica* após 24 e 48 horas foram de 100% e 98,4%, e 100% e 97,7%, respectivamente. Ele concluiu que aumentando a temperatura do arroz e do trigo infestados para 48,6°C, e após 1 minuto transferir este material para 27° ± 2°C e 63 ± 3% de umidade relativa, a mortalidade após 24 horas é de 93% para *S. oryzae* e 99% para *R. dominica*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada nos laboratórios da seção de Entomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Piracicaba-SP., com a espécie *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera, Pyralidae), em condições de ambiente controlado de $27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ de temperatura e $70\% \pm 10\%$ de umidade relativa.

Utilizou-se uma sala com um regulador de umidade marca SATCHWELL BIRKA e outro de temperatura marca PENN. O registro diário das condições do meio, foi feito através de um termohigrógrafo tipo TZ-18, colocado próximo do material em estudo.

A colônia inicial de *P. interpunctella*, foi proveniente da Seção de Entomologia do CENA, criada em dieta artificial CENA-P.I., composta de: farinha de milho 13,5%; germe de trigo 2,7%; aveia 5,4%; glucose de milho 26,9%; alimento para cão 13,5%; farinha de trigo 16,2%; fermento seco biológico 21,5%.

Durante o desenvolvimento da pesquisa manteve-se a criação do referido inseto neste mesmo tipo de dieta, usando-se para tal, frascos de vidro transparentes com boca de 8 cm de diâmetro e capacidade para 3.000 ml, contendo cada um 300 g de dieta CENA P.I., frascos com capaci-

dades de 500 ml e 50 ml, e pequenos rolos de papel corrugado para facilitar o alojamento das lagartas na pupação. Esta metodologia é semelhante a usada por STRONG *et alii* (1968). Na tampa foi adaptada uma tela de metal revestida com lenço-papel, a fim de permitir trocas gasosas e evitar a penetração de ácaros (Figura A).



Figura A - Material usado na manutenção e acondicionamento de *P. interpunctella*.

3.1. Efeitos da radiação infravermelho em *Plodia interpunctella* (Hüb., 1813) (Lepidoptera, Pyralidae)

3.1.1. Eclosão de lagartas de *P. interpunctella* proveniente de ovos irradiados

A fonte de radiação infravermelho utilizada tinha a forma de um tetraedro de ferro 5/8", com aresta de 1 m de comprimento, contendo em cada vértice uma lâmpada infravermelho marca PHILIPS, modelo 13.352 E/44-220, com 250 Watts de potência. A distância dos vértices para o centro geométrico do tetraedro era de 39 cm; neste ponto havia um pequeno suporte para colocar o material a ser irradiado, onde a temperatura era de 40°C (Figura B). A taxa de energia da fonte era de 3.456 BTU/h com um pico de emissão de energia de 1,33 μm .

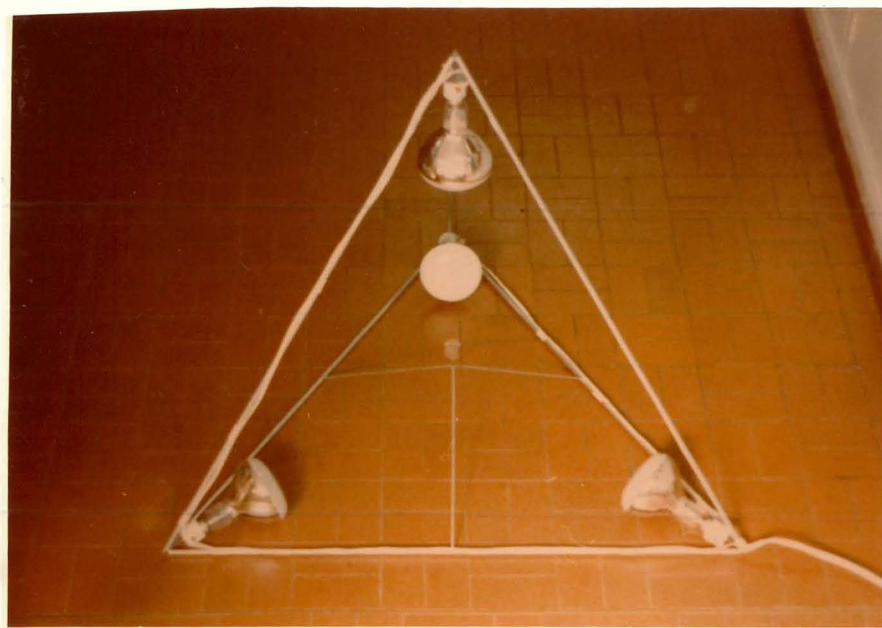


Figura B - Fonte de radiação infravermelho utilizada.

Irradiaram-se 240 ovos de *P. interpunctella*, com idade máxima de 48 horas. Os tempos de exposição foram 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos, atingindo uma temperatura de 40°C. Usaram-se 10 ovos para cada tempo de exposição com 4 repetições. Com auxílio de um pincel de pêlo de lontra, os ovos foram colocados em lâminulas de vidro de 0,2 mm de espessura e levados ao irradiador. Depois foram transferidos para vidros com capacidade de 50 ml cada um, com boca rosqueável e mantidos na câmara de criação de insetos, com temperatura controlada de $27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $70\% \pm 10\%$ de umidade relativa, até que ocorresse a eclosão das lagartas. A contagem destas lagartas foi feita através do número de ovos que estavam com o cório aberto, indicando a ocorrência de eclosão das lagartas.

3.1.2. Emergência de *P. interpunctella* provenientes de ovos irradiados

Para estudar este parâmetro, utilizaram-se 240 lagartas com idade máxima de 24 horas, provenientes de ovos irradiados com infravermelho e temperatura de 40°C, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Tanto o material como a metodologia usada na obtenção destas lagartas foram semelhantes aos usados na irradiação de ovos, descritos no item 3.1.1. As 240 lagartas foram distribuídas igualmente em 20 vidros transparentes, com capacidade para 500 ml cada um, contendo dieta CENA-P.I. e transferidos para uma câmara de criação de insetos, com temperatura controlada de $27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$, e umidade relativa de $70\% \pm 10\%$, sendo aí mantidos até que ocorresse a emergência dos adultos.

3.1.3. Emergência de *P. interpunctella* provenientes das lagartas irradiadas

Tomaram-se 240 lagartas (120 machos e 120 fêmeas) na fase

final do último ínstar, e colocaram-se em 12 gaiolas de formato cilíndrico, de "nylon trifil", medindo 2 cm de altura por 2,5 cm de diâmetro. A sexagem das lagartas foi feita através de uma mancha pequena, de coloração marrom, que o macho apresenta no quarto segmento abdominal, diferindo da fêmea que não apresenta esta mancha. Em cada gaiola foram colocados 10 casais de lagartas e levadas individualmente ao irradiador infravermelho, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos.

As lagartas, depois de irradiadas, foram transferidas para 24 vidros transparentes (5 casais/vidro), com capacidade para 500 ml cada um, com boca de 6 cm de diâmetro, contendo no seu interior pequenos rolos de papel corrugado, para alojar as lagartas por ocasião da pupação. Esses 24 vidros foram colocados em uma câmara com temperatura e umidade controladas de $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $70\% \pm 10\%$, respectivamente, e fotoperíodo de 12 horas luz e 12 horas escuro (12:12 L.D.), permanecendo aí até a emergência dos adultos.

3.1.4. Emergência de *P. interpunctella* provenientes de pupas irradiadas

Irradiaram-se com infravermelho 240 pupas de *P. interpunctella* de 3 e 4 dias de idade, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos, usando-se 10 pupas com 4 repetições para cada tempo de exposição. As pupas foram levadas ao irradiador sobre lâminas de vidro de 0,2 mm de espessura.

Após a irradiação, as pupas foram colocadas em vidros de boca larga, com capacidade para 500 ml cada um e mantidos em câmara de criação de insetos com temperatura de $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $70\% \pm 10\%$ de umidade relativa, com fotoperíodo (12:12 L.D.), permanecendo sob estas condições, até que ocorresse a emergência dos adultos. A contagem dos adultos foi feita considerando-se apenas os indivíduos que conseguiram voar.

3.1.5. Prolifidade de *P. interpunctella* provenientes de ovos irradiados

Para verificar a fertilidade dos adultos, submeteram-se a ação de raios infravermelho, ovos desse inseto, com idade máxima de 48 horas, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Os ovos foram colocados com auxílio de um pincel de pêlo de lontra, em lâminas de vidro de 0,2 mm de espessura e levados à fonte de radiação. Depois foram transferidos de acordo com o tempo de exposição, para vidros transparentes com capacidade para 3.000 ml, com boca de 8 cm de diâmetro e tampa rosqueável, contendo 250 g de dieta CENA-P.I. Estes frascos foram mantidos em câmara de criação com temperatura de $27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $70\% \pm 10\%$ de umidade relativa, com um fotoperíodo de 12 horas luz, até que ocorresse a emergência de adultos de *P. interpunctella*. Esses adultos com, no máximo, 24 horas de idade foram transferidos para frascos de 500 ml contendo 100 g de dieta CENA-P.I. Para cada tempo de exposição usaram-se 10 casais de adultos, sendo um casal por frasco, perfazendo um total de 60 casais. Estes permaneceram na mesma câmara, sob as mesmas condições de temperatura, umidade e luz, até o aparecimento de seus descendentes. Depois da emergência realizou-se a contagem dos insetos adultos.

3.1.6. Prolifidade de *P. interpunctella* provenientes de lagartas irradiadas

Submeteram-se à ação dos raios infravermelho, lagartas na fase final do último instar, usando-se para tal, material e condições do meio ambiente semelhantes aos citados no item 3.1.3.

As lagartas depois de irradiadas foram colocadas separadamente, de acordo com o tempo de exposição, ou seja: 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos, em 6 frascos com capacidade para 500 ml, contendo no seu interior

pequenos rolos de papel corrugado para alojar as lagartas que estavam prestes a pupar.

Esse 6 frascos foram mantidos na câmara de criação sob as mesmas condições de ambiente já citadas anteriormente, até que ocorresse a emergência dos adultos. À medida que emergiam, separavam-se 10 casais provenientes de cada tratamento, e transferiam-se para vidros de 500 ml sendo 1 casal por frasco, contendo 100 g de dieta CENA-P.I., procedendo-se deste modo para todos os tratamentos (tempos de exposição). Estes frascos permaneceram na câmara de criação, até a emergência de todos os descendentes de cada casal.

3.1.7. Prolificidade de *P. interpunctella* provenientes de pupas irradiadas

Usaram-se para obtenção de adultos de *P. interpunctella*, pupas com 3 e 4 dias de idade, irradiadas com infravermelho durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. O material, a metodologia e as condições do meio ambiente utilizados por ocasião da irradiação foram iguais aos descritos no item 3.1.4.

Depois de irradiadas, transferiram-se essas pupas para frascos com capacidade para 3.000 ml cada um, mantendo-se esses frascos em câmara de criação, sob condições controladas de $27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ de temperatura e $70\% \pm 10\%$ de umidade relativa, até a emergência dos adultos.

Para verificar a fertilidade desses adultos, separaram-se de cada tratamento (0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos de exposição), 10 casais com idade máxima de 24 horas, os quais foram colocados em 60 vidros de 500 ml (1 casal p/vidro), contendo 100 gramas de dieta CENA-P.I. Os vidros foram mantidos na câmara de criação sob condições controladas já mencionadas anteriormente, até o aparecimento dos descendentes de todos os casais.

3.1.8. Prolificidade em F₁ de *P. interpunctella* (Hüb.) descendentes de adultos irradiados

Tomaram-se, ao acaso, 30 casais da "traça" *P. interpunctella*, com idade máxima de 24 horas; colocaram-se em gaiolas (2 casais/gaiola), de forma cilíndrica, de "nylon trifil", com 2 cm de altura por 2,5 cm de diâmetro, expondo-se sob a ação dos raios infravermelhos durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos separadamente.

Os adultos depois de irradiados foram transferidos para vidros de 3.000 ml (5 casais/vidro), contendo 250 gramas de dieta CENA-P.I., permanecendo na câmara de criação com fotoperíodo de 12 horas, temperatura $27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $70\% \pm 10\%$ de umidade relativa, até o aparecimento dos descendentes.

Estudaram-se as fertilidades desses descendentes, usando-se 10 casais com morfologia externa aparentemente normal, provenientes de pais tratados (irradiados) com diferentes tempo de exposição (0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos), perfazendo um total de 60 casais. Cada casal foi colocado em um frasco de 500 ml, contendo 100 gramas da mesma dieta usada pelos pais, permanecendo na câmara de criação sob as mesmas condições de temperatura, umidade relativa e luz, até o aparecimento da nova geração.

Esta nova geração, era a progênie F₁ descendentes de pais submetidos a ação de raios infravermelhos.

3.2. Efeitos da temperatura em *Plodia interpunctella* (Hüb., 1813) (Lepidoptera-Pyralidae)

3.2.1. Emergência de *P. interpunctella* provenientes de ovos submetidos a ação de calor

Utilizou-se uma estufa marca Retilínea como fonte de calor, sob a qual foram submetidos adultos e formas imaturas da "traça", com temperatura de 40°C e umidade relativa de 70% ± 10%.

Utilizaram-se 240 ovos de *P. interpunctella* criadas na temperatura de 27° ± 2°C e umidade relativa de 70% ± 10%. Estes ovos estavam com idade máxima de 48 horas; foram submetidos à ação de 40°, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos, usando-se 10 ovos para cada tempo de exposição com 4 repetições. Estes ovos foram colocados, com auxílio de um pincel de pêlo de lontra, em lâminulas de vidro de 0,2 mm de espessura e levados à estufa, com temperatura de 40°C. Posteriormente os ovos foram transferidos separadamente para vidros de 50 ml com boca rosqueável e mantidos na câmara de criação de insetos com temperatura controlada de 27° ± 2°C e 70% ± 10% de umidade relativa, permanecendo aí até que ocorresse a eclosão das lagartas. A porcentagem de eclosão foi determinada pela contagem do número de ovos que estavam com o cório aberto.

3.2.2. Emergência de *P. interpunctella* provenientes de lagartas submetidos à ação de calor

No estudo deste parâmetro, utilizaram-se 240 lagartas (120 machos e 120 fêmeas) do referido inseto, que estavam no final do último instar.

As lagartas foram colocadas em gaiolas de formato cilín-

drico, de "nylon trifil", medindo 2 cm de altura por 2,5 cm de diâmetro, contendo 5 casais por gaiola. Estas foram submetidas a ação de 40°C na estufa, em diferentes tempos de exposição, ou seja: 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos.

As lagartas, depois de receberam estes tratamentos, foram transferidas para 24 vidros com capacidade para 500 ml (5 casais/vidro), contendo no seu interior pequenos rolos de papel corrugado, para abrigar as lagartas no momento da pupação. Em seguida estes vidros foram colocados na câmara de criação de insetos, com temperatura de $27^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\% \pm 10\%$ e 12 horas luz, 12 horas escuro, permanecendo aí até a emergência dos adultos da "traça" *P. interpunctella* que posteriormente foram contados.

3.2.3. Emergência de *P. interpunctella* provenientes de pupas submetidas à ação de calor

Submeteram-se, à temperatura de 40°C 240 pupas de *P. interpunctella*, de 3 e 4 dias de idade que estavam numa temperatura de $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$. O tempo de exposição das pupas ao calor foi 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Para cada tempo de exposição usaram-se 10 pupas com 4 repetições, estas foram levadas à fonte de calor (estufa), em lâminas de vidro de 0,2 mm de espessura.

Depois de tratadas com o calor, as pupas foram transferidas para 24 vidros com capacidade para 500 ml (5 casais/vidro) e mantidas na câmara de criação, sob as mesmas condições de temperatura, umidade e luz, mencionadas no item 3.2.2., permanecendo sob estas condições até a emergência dos adultos da "traça", seguindo-se a contagem dos mesmos.

3.2.4. Prolificidade de *P. interpunctella*, provenientes de ovos submetidos à ação de calor

Submeteram-se à temperatura de 40°C, ovos de *P. interpunctella* com idade máxima de 48 horas, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos.

O material e a metodologia utilizados para o tratamento dos ovos e acondicionamento dos mesmos até a emergência dos adultos, foram semelhantes aos usados no ítem 3.1.5., diferindo apenas no tratamento recebido, que naquela foi radiação infravermelho e neste (3.2.4.) foi somente calor. Usando-se ainda material e metodologia do ítem 3.1.5., separaram-se os casais provenientes dos ovos que foram submetidos ao calor, para verificação de suas prolificidades.

3.2.5. Prolificidade de *P. interpunctella* provenientes de lagartas sob à ação do calor

No estudo deste parâmetro, utilizaram-se lagartas na fase final do último instar, as quais foram submetidas durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos, sob à ação de 40°C.

Tanto a metodologia como o material utilizado neste estudo, para obtenção dos adultos e verificação da prolificidade de seus descendentes, foram iguais aos utilizados no estudo do ítem 3.1.6., diferindo apenas no tratamento recebido, que naquele foi radiação infravermelho e neste (3.2.5.) foi somente calor.

3.2.6. Prolificidade de *P. interpunctella* provenientes de pupas submetidas à ação de calor

Para realização deste estudo, utilizaram-se metodologia e material semelhantes aos usados no ítem 3.1.7., diferindo apenas no tratamento dado as pupas, que neste caso foi calor (40°C).

Depois que as pupas foram submetidas a ação do calor, manteve-se a mesma seqüência de procedimento, metodologia e materiais usados no ítem 3.1.7., na obtenção dos adultos e no estudo de suas fertilidades.

3.2.7. Prolificidade em F₁ de *P. interpunctella* descendentes de adultos submetidos à ação de calor

No estudo deste parâmetro utilizaram-se metodologia e materiais iguais aos usados no parâmetro 3.1.8., com exceção do tratamento dado aos adultos que naquele foi radiação infravermelho e neste foi só calor a 40°C.

Para avaliar os resultados desta pesquisa, os dados obtidos foram submetidos a uma análise estatística do tipo fatorial, série mista 6 X 2 inteiramente casualizado. Só foram realizados desdobramentos nas análises cujos resultados das interações foram significativos.

4. RESULTADOS

Os efeitos do calor e da radiação infravermelho (RIV) em *Plodia interpunctella* (Hüb., 1813) estão apresentados nas diferentes fases de seu ciclo biológico.

4.1. Eclosão de lagartas de *P. interpunctella* provenientes de ovos submetidos à temperatura de 40°C com e sem RIV.

Os resultados relativos à eclosão desta "traça" e as porcentagens sobre a testemunha (Apêndices 1 e 2), foram transformados para percentagem e arc sen $\sqrt{x/100}$ e analisados estatisticamente, estando sumariados no Apêndice 3. A comparação entre as porcentagens médias (Tabela 1) e as oscilações que ocorreram na eclosão em relação à testemunha, quando se variou o tempo de exposição, estão representadas nas Figuras 1 e 2.

Tabela 1 - Percentagem de eclosão de *P. interpunctella* provenientes de ovos submetidos à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho (RIV) e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP., 1979.

Tratamentos (40°C)	Tempos de exposição (minutos)						\bar{m}
	0	1	2	3	4	5	
Por RIV	87,50	55,00	60,00	52,50	52,50	42,50	58,33a
Sem RIV	82,50	75,00	57,50	80,00	42,50	42,50	63,33a
\hat{m}	85,00a*	65,00abc	58,75bc	66,25ab	47,50 bc	42,25c	

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Nas condições do experimento, em média, não houve diferença significativa na eclosão ao nível de 5% de probabilidade para efeito da RIV, quando analisada independente dos tempos de exposição, havendo diferença significativa, em média, para tempos de exposição, quando analisados independentes da RIV. A interação do efeito de tempos de exposição dentro de cada tratamento, e efeito da radiação dentro de cada tempo de exposição, não foi significativa.

4.2. Emergência de adultos de *P. interpunctella* provenientes de ovos submetidos à temperatura de 40°C, por e sem RIV

Nos Apêndices 4 e 5 estão os resultados referentes às emergências do referido inseto, com suas respectivas percentagens sobre a testemunha. Estes dados foram transformados para percentagem e $\arcsin \sqrt{x/100}$, cuja análise estatística está resumida no Apêndice 6. Pela Tabela 2 pode ser observado a comparação entre as percentagens médias de emergência e nas Figuras 3 e 4 pode ser visto as oscilações que ocorreram na

emergência de adultos, quando se variou o tempo de exposição dos ovos.

Tabela 2 - Percentagem de emergência de adultos de *p. interpunctella*, provenientes de ovos submetidos à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho (RIV) e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, S.P., 1979.

Tratamentos (40°C)	Tempos de exposição (minutos)						\hat{m}
	0	1	2	3	4	5	
Por RIV	87,50	62,50	60,00	55,00	35,00	37,50	56,25a
Sem RIV	90,00	92,50	87,50	80,00	65,00	35,00	88,66b
\hat{m}	88,75a*	77,50a	73,75ab	67,50abc	50,00bc	36,25bc	

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pode-se observar, ainda, que houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, tanto para efeito da RIV como para tempos de exposição, quando analisados independentemente (Tabela 2). A interação não foi significativa (Apêndice 6).

4.3. Emergência de adultos de *P. interpunctella* provenientes de lagartas do último instar submetidos à temperatura de 40°C, por e sem RIV.

Os resultados referentes a este item, bem como as percentagens sobre a testemunha, encontram-se nos Apêndices 7 e 8. Estes dados foram transformados para percentagem e $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$, estando a análise estatística resumida no Apêndice 9. A análise de variância com as comparações das médias estão apresentadas na Tabela 3 e, anexo a esta, estão os desdobramentos da interação. No desdobramento 1, encontram-se os efei

tos de tempos de exposição dentro dos tratamentos (por RIV e sem RIV) e, no desdobramento 2, está o efeito da RIV, dentro dos tempos de exposição.

Tabela 3 - Percentagem de emergência de adultos de *P. interpunctella* provenientes de lagartas do último instar submetidos à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho (RIV) e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, S.P., 1980.

Tratamentos (40°C)	Tempos de exposição (minutos)						\hat{m}
	0	1	2	3	4	5	
Por RIV	90,00	67,50	55,00	40,00	55,00	45,00	58,75a
Sem RIV	90,00	75,00	77,50	80,00	82,50	87,50	82,08b
\hat{m}	90,00a*	71,25b	66,25b	60,00b	68,75b	66,25b	

DESDOBRAMENTO 1

Exposição (minutos)	Efeito de tempos de exposição dentro de cada tratamento	
	Por RIV	Sem RIV
0	90,00a	90,00a
1	67,50 b	75,00a
2	55,00 b	77,50a
3	40,00 b	80,00a
4	55,00 b	82,50a
5	45,00 b	87,50a

DESDOBRAMENTO 2

Tratamentos (40°C)	Efeito do tratamento dentro de tempos de exposição					
	0	1	2	3	4	5
Por RIV	90,00a	67,50a	55,00a	40,00a	55,00a	45,00a
Sem RIV	90,00a	75,00a	77,50b	80,00b	82,50b	87,50b

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.4. Emergência de adultos de *P. interpunctella* provenientes de pupas submetidas à temperatura de 40°C, por e sem RIV

Os dados de emergência desta "traça" referentes a este ítem, encontram-se nos Apêndices 10 e 11, acompanhado das percentagens de emergência em relação ao controle. As representações gráficas estão nas Figuras 7 e 8. Para realização da análise estatística (Apêndice 12) os dados originais foram transformados para percentagem e arc sen $\sqrt{x/100}$. A comparação entre as porcentagens médias de emergência, estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Percentagem de emergência de adultos de *P. interpunctella* provenientes de pupas submetidas à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho (RIV) e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, S.P., 1980.

Tratamentos (40°C)	Tempos de exposição (minutos)						\bar{m}
	0	1	2	3	4	5	
Por RIV	95,00	60,00	47,50	45,00	32,50	27,50	51,25a
Sem RIV	90,00	55,00	37,50	40,00	30,00	20,00	45,16a
\bar{m}	92,50a*	57,50b	42,50bc	42,50bc	31,25cd	23,75d	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A emergência, em média, não diferiu entre si, ao nível de 5% de probabilidade para efeito da RIV, quando analisada independente dos tempos de exposição (Tabela 4); entretanto, houve diferença significativa, na média, para efeito de tempos de exposição, independente do efeito da RIV. A análise da interação RIV e tempos de exposição não foi significativa.

4.5. Prolificidade de *P. interpunctella* proveniente de ovos submetidos à temperatura de 40°C, por e sem RIV

Os resultados referentes a este ítem encontram-se nos Apêndices 13 e 14, as percentagens sobre a testemunha, estão representadas graficamente nas Figuras 9 e 10. Os resultados originais foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$ e analisados estatisticamente, estando resumidos no Apêndice 15.

A comparação entre as médias de descendentes estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Descendentes de *P. interpunctella*, provenientes de ovos submetidos à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho (RIV) e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Tratamentos (40°C)	Tempos de exposição (minutos)						\hat{m}
	0	1	2	3	4	5	
Por RIV	282,50	176,60	142,30	112,30	102,10	144,70	160,08a
Sem RIV	306,80	216,50	180,80	202,70	269,90	319,50	249,36b
\hat{m}	294,65a*	196,55bc	161,55bc	157,50c	186,00bc	232,10ab	

DES DOBRAMENTO 1

Exposição (minutos)	Efeito de tempos de exposição dentro de cada tratamento	
	Por RIV	Sem RIV
0	282,50a	306,80ab
1	176,60ab	216,50abc
2	142,30 b	180,80 c
3	112,30 b	202,70 bc
4	102,10 b	269,90abc
5	144,70ab	319,50a

DES DOBRAMENTO 2

Tratamentos (40°C)	Efeito de tratamento dentro de cada tempo de exposição					
	0	1	2	3	4	5
Por RIV	282,50a	176,60a	142,30a	112,30a	102,10a	144,70a
Sem RIV	306,80a	216,50a	180,80a	202,70a	269,90b	319,50b

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pela análise estatística detectou-se uma diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, para efeito da RIV e tempos de exposição, quando analisados independentes. As interações também foram significativas; nos desdobramentos 1 e 2 (Tabela 5), estão as comparações para efeito de exposições dentro de cada tratamento, e para efeito da RIV dentro dos tempos de exposição.

4.6. Prolifidade de *P. interpunctella* provenientes de lagartas de último instar submetidas à temperatura de 40°C, por e sem RIV

Os dados referentes à fertilidade dessa "traça", e as percentagens sobre a testemunha (Apêndices 16 e 17) foram representadas graficamente (Figuras 11 e 12). A análise de variância está resumida no Apêndice 18 (dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$) e as comparações entre as médias de descendentes estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Descendentes de *P. interpunctella* provenientes de lagartas do último instar submetidas à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho (RIV) e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Tratamentos (40°C)	Tempos de exposição (minutos)						\hat{m}
	0	1	2	3	4	5	
Por RIV	280,40	192,10	180,40	269,55	249,60	272,20	240,79a
Sem RIV	279,20	208,40	196,70	273,60	202,50	226,80	231,20a
\hat{m}	279,80a*	200,25ab	188,80b	271,57ab	226,05ab	249,50ab	

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pelos resultados deste parâmetro (Tabela 6), o efeito da RIV quando analisado independente do efeito tempos de exposição, não apresentou, em média, diferença significativa na emergência de adultos. O efeito de tempo de exposição, em média, apresentou diferença significativa quando analisado independente da RIV. A interação não foi significativa.

4.7. Proliferação de *P. interpunctella* proveniente de pupas submetidas à temperatura de 40°C, com e sem RIV

Os resultados obtidos no estudo deste parâmetro encontram-se nos Apêndices 19 e 20, com representações nas Figuras 13 e 14. A análise de variância dos mesmos está resumida no Apêndice 21 (Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$). A comparação entre as médias obtidas estão na Tabela 7.

Tabela 7 - Descendentes de *P. interpunctella* provenientes de pupas submetidas à temperatura de 40°C, por radiação infravermelha (RIV) e sem radiação durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Tratamentos (40°C)	Tempos de exposição (minutos)						\hat{m}
	0	1	2	3	4	5	
Por RIV	275,60	198,30	124,70	132,60	171,40	231,90	189,08a
Sem RIV	225,70	185,50	166,70	184,90	155,10	177,60	182,58a
\hat{m}	250,65a*	185,40a	145,70a	158,75a	163,25a	204,75a	

*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ainda na Tabela 7 pode ser observado que não houve, em média, diferença significativa quanto ao número de descendentes, quan

do considerou-se o efeito de tempos de exposição e o efeito da RIV independentes, e conseqüentemente a interação também não foi significativa.

4.8. Prolificidade em F_1 de *P. interpunctella* proveniente de adultos submetidos à temperatura de 40°C por e sem RIV

Nos Apêndices 22 e 23 estão os dados relativos a descendência em F_1 desta "traça", bem como as percentagens sobre a testemunha. Estas percentagens estão representadas graficamente nas Figuras 15 e 16. O resumo da análise estatística encontra-se no Apêndice 24 (Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$).

Na Tabela 8 encontram-se as médias de descendentes e as comparações entre as mesmas. Por esta Tabela observa-se que houve diferença significativa para o efeito de tempos de exposição, quando analisado independente do efeito da RIV. Vê-se ainda que o efeito da RIV, quando analisado independente do efeito dos tempos de exposição, em média, não foi significativo. Entretanto a interação (Apêndice 24) apresentou significância quando desdobrada. Os desdobramentos efeito de tempos de exposição dentro de cada tratamento e efeito da RIV dentro de tempos de exposição estão anexos à Tabela 8.

Tabela 8 - Descendentes em F₁ de *P. interpunctella* provenientes de adultos submetidos à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho (RIV) e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, S.P., 1980.

Tratamentos (40°C)	Tempos de exposição (minutos)						\hat{m}
	0	1	2	3	4	5	
Por RIV	255,20	162,10	100,10	95,50	122,50	169,10	150,75a
Sem RIV	242,80	119,30	131,20	238,90	238,90	199,00	195,03a
\hat{m}	249,00a*	140,70b	115,65b	167,20ab	180,70ab	184,10ab	

DES DOBRAMENTO 1

Exposição (minutos)	Efeito de tempos de exposição dentro de cada tratamento	
	Por RIV	Sem RIV
0	255,20a	242,80a
1	162,10ab	119,30a
2	100,10 b	131,20a
3	95,50 b	238,90a
4	122,50ab	238,90a
5	169,10ab	199,00a

DES DOBRAMENTO 2

Tratamentos (40°C)	Efeito de tratamento dentro de cada tempo de exposição					
	0	1	2	3	4	5
Por RIV	255,20a	162,10a	100,10a	95,50a	122,50a	169,10a
Sem RIV	242,80a	119,30a	131,20a	238,90b	238,90a	199,00a

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5. DISCUSSÃO

Os efeitos do calor e da radiação infravermelho (RIV) em *Plodia interpunctella* (Hüb., 1813) estão discutidos em cada fase de seu ciclo biológico.

5.1. Eclosão de lagartas de *P. interpunctella* proveniente de ovos submetidos à temperatura de 40°C, por e sem RIV

Considerando-se o efeito dos tratamentos, observou-se que a RIV, nas presentes condições, não causou eclosão significativamente inferior ao emprego de apenas calor (Tabela 1) ficando portanto evidenciado que a RIV, na média, não atua na eclosão de lagartas de *P. interpunctella*. Considerando os resultados relativos aos tempos de exposições a RIV e sem RIV (40°C), verificou-se que na média destes tratamentos, as exposições mais prejudiciais foram aos 4 e 5 minutos, reduzindo a eclosão em 44,12% e 50,30%, respectivamente em relação a zero minuto de exposição.

O fato de os ovos expostos durante 3 minutos aos referidos tratamentos (Por RIV e Sem RIV), ter apresentado eclosão superior em relação a 2 minutos, certamente foi ao acaso, uma vez que as médias de

eclosão aos 2 e 3 minutos, não diferiram estatisticamente entre si. Como nesta fase de desenvolvimento existe pouco calor metabólico (HOWE, 1967), o aumento de 2 para 3 minutos de exposição provavelmente não tenha interferido no embrião.

5.2. Emergência de *P. interpunctella* provenientes de ovos submetidos à temperatura de 40°C, por e sem RIV

Quanto a emergência (Tabela 2), considerando-se apenas os resultados de tempos de exposição independente do tratamento, na média, tanto o controle (exposição zero) como 1 minuto não diferiram entre si, apresentando maiores emergências, seguida das exposições de 2 e 3 minutos. Entretanto posições de ovos por 4 e 5 minutos apresentaram emergências significativamente inferiores ao controle. Com isto, fica evidenciado que ovos de *P. interpunctella* expostos por 4 e 5 minutos a RIV ou apenas 40°C (Sem RIV), na média, diminuem significativamente a eclosão em 43,67% e 59,16%, respectivamente.

O efeito dos tratamentos independente dos tempos de exposição, pode ser visto ainda na Tabela 2, onde os ovos tratados com RIV apresentaram, na média, emergência significativamente menor (36,56%), em relação aos tratados com apenas 40°C (sem RIV). Essas alterações foram, provavelmente, provocadas por modificações ocorridas nas trocas metabólicas do embrião em desenvolvimento que possivelmente só se refletiram nas fases anteriores a emergência. Esta hipótese foi baseada no fato da RIV não ter causado diminuição significativa na eclosão, quando comparada com o emprego de apenas 40°C (sem RIV), vista no item anterior 5.1.1., Tabela 1.

5.3. Emergência de *P. interpunctella* provenientes de lagartas do último instar submetidas à temperatura de 40°C, por e sem RIV

Quando o fator tempos de exposição foi analisado independente dos tratamentos (com RIV e sem RIV), (Tabela 3), o controle (exposição zero) apresentou, na média, emergência significativamente maior em relação as demais exposições, apesar destas exposições não diferirem entre si, elas apresentaram uma redução na emergência que variou de 20,83% a 33,33%. Os tratamentos (Por RIV e Sem RIV) quando analisados independentes dos tempos de exposição apresentaram, na média, emergência significativamente menor 28,42%, em relação ao uso de apenas calor (40°C, sem RIV).

Como a interação entre tempos de exposição e RIV foi significativa, desdobrou-se a mesma para melhor compreensão. Considerando o efeito de tempos de exposição à RIV (Desdobramento 1), a exposição zero foi onde ocorreu maior emergência quando comparada com 1, 2, 3, 4 e 5 minutos, apesar destas exposições não diferirem estatisticamente entre si, a maior redução de emergência ocorreu com 3 minutos de exposição à RIV (53,34%), o que poderia ser puramente ao acaso, uma vez que o dano aos 4 e 5 minutos foi 38,89% e 50,00%, respectivamente. Daí, considerar-se as exposições de 4 e 5 minutos como as mais prejudiciais a emergência de *P. interpunctella*.

Ainda no Desdobramento 1 pode ser visto que não houve diferença estatística para tempos de exposição quando considerou-se o tratamento sem RIV.

Quanto ao efeito de tratamento (Desdobramento 2 da Tabela 3) é realizado uma comparação entre os tratamentos para cada um dos tempos de exposição (0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos) onde vê-se as diferenças estatísticas entre os tratamentos (Por RIV e Sem RIV). A RIV quando comparada com apenas 40°C durante 2, 3, 4 e 5 minutos de exposição, causou

uma redução na emergência de 29,03%, 50,00%, 33,33% e 48,57%, respectivamente. Observa-se que a redução cresceu a medida que aumentou-se os tempos de exposição exceto a de 3 minutos, isto poderia ter sido influenciado por algum fator diferente, não detectado na experimentação, ou foi puramente ao acaso, daí considerar-se apenas as exposições 4 e 5 minutos ãRIV como as duas mais prejudiciais.

É sabido que os efeitos de radiações como gama e infravermelho, sobre os insetos, dependem do tempo de exposição, da distância entre a fonte e o inseto, da dose aplicada e do estágio de desenvolvimento do mesmo. Entretanto nem sempre os efeitos negativos da radiação ocorrem no momento da irradiação, podendo se refletir nas fases subsequentes de desenvolvimento, ou em outras gerações conforme já relatadas e no trabalho de revisão realizado por GROSH (1962).

Considerando-se a fase de lagarta como uma fase de crescimento ativo, onde ocorrem intensas trocas metabólicas, principalmente por ocasião da transformação para pupa e depois para adulto, é de se supor que a RIV tenha causado alterações nas características dos aminoácidos, peptídeos ou proteínas, alterando o processo de metamorfose, causando inclusive sua morte.

5.4. Emergência de *P. interpunctella* proveniente de pupa submetida a temperatura de 40⁰C, por e sem RIV

No estudo deste parâmetro, apenas o efeito de tempos de exposição aos tratamentos foi significativo (Tabela 4). Pela média destes tratamentos, observa-se que a emergência de adultos provenientes de pupas expostas durante 1, 2, 3, 4 e 5 minutos, tiveram suas emergências significativamente reduzidas em relação ao controle (zero minuto), sendo as exposições de 4 e 5 minutos as que causaram maiores reduções (66,21% e 74,32%).

Ainda pela Tabela 4, observã-se que quando o efeito dos tratamentos é analisado independente dos tempos de exposição, não ocorre diferença significativa, mas na média, a RIV reduziu 11,88% a emergência em relação ao uso de apenas 40°C (Sem RIV).

5.5. Prolifidade de *P. interpunctella* proveniente de ovos submetidos a temperatura de 40°C, por e sem RIV

Pela Tabela 5, vê-se que o efeito de tempos de exposição, quando analisado independente de tratamento (Com RIV e Sem RIV) a exposição por 3 minutos, foi, na média, a que mais prejudicou a fertilidade de *P. interpunctella* (46,55%), em relação a zero minutos. No efeito de tratamentos independente de tempos de exposição, a RIV reduziu o número de descendentes em 35,80% em relação ao uso de apenas calor (40°C, sem RIV). Como houve interação entre tempos de exposição e tratamentos, fez-se o desdobramento da mesma para estudo mais detalhado. No Desdobramento 1 (Tabela 5) pode ser observado o efeito de tempos de exposição com RIV e sem RIV, onde vê-se que a medida que aumenta o tempo de exposição à RIV, diminui o número de descendentes com exceção da de 5 minutos, este resultado poderia ter sido influenciado por algum fator diferente não detectado por ocasião da experimentação, resultados semelhantes são observados para efeito de tempos de exposição sem RIV. Baseado nesta hipótese, qualquer discussão sobre o assunto, não seria segura.

No Desdobramento 2 é analisado o efeito dos tratamentos dentro de cada tempo de exposição separadamente. Aí constatou-se que existe interferência de um tratamento sobre o outro aos 4 e 5 minutos de exposição. A RIV durante 4 e 5 minutos diminuiu em 62,17% e 54,71%, respectivamente o número de descendentes, em relação ao uso de apenas calor (40°C sem RIV). Essas reduções são mais uma vez atribuídas a um possível desequilíbrio na cadeia metabólica, uma vez que este inseto estava na fase de ovos quando recebeu os tratamentos em questão.

5.6. Prolificidade de *P. interpunctella* proveniente de lagartas de último instar, submetidas à temperatura de 40°C, por e sem RIV

Considerando-se o efeito de tempos de exposição, independente do efeito de tratamento (Tabela 6), observa-se que exposições de 1, 2, 3, 4 e 5 minutos, na média, não diferiram estatisticamente entre si. A única que diferiu do controle foi a de 2 minutos com 32,52% de redução no número de descendentes, mas esta redução poderia ter sido ao acaso e não foi levada em consideração, daí estimou-se que exposições de até 5 minutos aos respectivos tratamentos, na média não interferem na prolificidade do referido inseto. Não existe diferença entre uso de RIV e apenas calor (40°C) com exposições de até 5 minutos.

5.7. Prolificidade de *P. interpunctella* provenientes de pupas submetidas à temperatura de 40°C, por e sem RIV

Quando o efeito de tempos de exposição é analisado independente de tratamentos (com RIV ou sem RIV), (Tabela 7), nas médias entre estes tratamentos não existe diferença significativa para as diferentes exposições, demonstrando que a descendência desta "traça" não é prejudicada quando as pupas são submetidas as referidas condições. Isto concorda, de certo modo, com os resultados obtidos por ARBOGAST (1981), uma vez que este autor também não observou redução significativa na fertilidade de *P. interpunctella* quando submeteu as pupas às temperaturas de 35°C e 40°C, por períodos de 2 e 4 horas.

Ainda pela Tabela 7, observa-se que, os tratamentos (Por e Sem RIV), quando analisados independentemente dos tempos de exposição, não apresentaram na média diferença significativa na emergência, isto demonstra que pupas submetidas a RIV ou apenas calor (40°C, sem RIV), nas presentes condições, não sofreu dano capaz de interferir na prolificidade dos adultos.

Como no estágio de pupa os espermatozoides já estão formados, o aumento da temperatura nas presentes condições, provavelmente não danificaram os mesmos, permitindo ao adulto comportamento normal quanto a sua prolificidade.

5.8. Prolificidade em F₁ de *P. interpunctella* descendente de adultos submetidos à temperatura de 40°C, com e sem RIV

Considerando o efeito de tempos de exposição, independente de tratamento (Tabela 8), verifica-se que, em média, exposições de 1, 2, 3, 4 e 5 minutos não diferiram entre si, mas quando comparadas com a testemunha (exposição zero), 1 e 2 minutos foram significativamente mais prejudiciais do que as demais exposições.

Quanto ao efeito do tratamento independente de tempos de exposição, na média não ocorre diferença significativa entre o uso de RIV e apenas calor (40°C, sem RIV).

Como ocorreu interação entre os tratamentos e tempos de exposição realizou-se o desdobramento da mesma. No Desdobramento 1, observa-se o efeito de tempos de exposição dentro de cada tratamento, onde o uso da RIV aos 2 e 3 minutos de exposição, foram os mais prejudiciais em relação as demais exposições, admite-se a possibilidade de que algum fator diferente não detectado, tenha ocorrido por ocasião deste experimentação, uma vez que as exposições de 4 e 5 minutos causaram menores danos em relação a 2 e 3 minutos.

Quando usou-se apenas calor (40°C, sem RIV), e variou-se os tempos de exposição não houve diferença estatística, isto demonstra que só o uso desta temperatura, nas presentes condições, não interfere significativamente nos adultos de *P. interpunctella*, ao ponto de prejudicar no número de descendentes da geração F₁. Essas reduções em F₁ devido

aos tempos de exposições à RIV foi, provavelmente, provocada por alguma alteração no aparelho genital deste inseto, uma vez que outros tipos de radiações como ionizantes, ultravioleta, micro-onda e determinados produtos químicos, causam alterações no trato genital do inseto, como podem ser vistas no trabalho de SMITH *et alii* (1964), onde realizaram uma revisão sobre pesquisas relacionadas com o assunto. Além desta revisão, existem outros trabalhos nesta área, realizados por OUYE *et alii* (1964), RAUN *et alii* (1967), FLINT e KRESSIN (1969), HOLT e NORTH (1970), PROSHOLD e BARTELL (1970), SNOW *et alii* (1972), ASHRAFI e ROPPEL (1973), BROWER (1976a) e AMAOKO-ATTA e MILLS (1977).

Baseado nas pesquisas desses autores e considerando os resultados do presente trabalho, é que aventou-se as hipóteses: a) a RIV também poderia alterar o aparelho genital do macho ou da fêmea, ou ainda de ambos; b) ocorrência de alguma alteração na transferência de esperma; c) aspermia; d) dano causado na estrutura do corpo, principalmente nas asas e pernas suficiente para interferir no comportamento normal deste inseto, tendo como consequência a redução do número de descendentes na geração F₁.

Ainda pela Tabela 8, no Desdobramento 2, observa-se o efeito dos tratamentos dentro de cada tempo de exposição, vê-se que a exposição de 3 minutos é a única que difere das demais, quando faz-se uma comparação entre o uso de RIV e apenas calor (40°C, sem RIV). Isto provavelmente foi devido ao acaso, uma vez que em nenhuma outra exposição ocorreu esta diferença.

Admite-se, entretanto, que o mecanismo preciso que envolve esse fatores é um complexo de interações biofísicas e bioquímicas que necessitaria um aprofundado estudo capaz de elucidar tais fenômenos. Não há dúvida de que importantes contribuições tem sido realizadas neste sentido, mas é de se esperar que haja um estímulo para que futuras contribuições sejam realizadas, com o objetivo de elucidar os fatores envolvidos no uso da RIV em insetos, sobretudo quando se visa uma medida de controle.

6. CONCLUSÕES

Baseando-se nos resultados analisados desta pesquisa é possível concluir-se que:

1) *Plodia interpunctella* (Hüb., 1813) é uma espécie que pode ter seu ciclo biológico significativamente afetado por tempos de exposição de 1 a 5 minutos, à temperatura de 40°C e pela RIV.

a) Eclosão proveniente de ovos tratados

Exposições de ovos por 4 e 5 minutos à temperatura de 40°C com e sem RIV, diminuem na média, a eclosão em 44% e 50%, respectivamente.

b) Emergência e prolificidade de adultos provenientes de ovos tratados

Exposições de ovos por 4 e 5 minutos à temperatura de 40°C com RIV e sem RIV, diminuem na média, a emergência em 43% e 59% respectivamente. Exposição de até 5 minutos à RIV, na média, reduz a emergência em 36% em relação ao calor (40°C).

Adultos provenientes de ovos tratados com 4 e 5 minutos de

exposição à RIV reduz em 62% e 54%, em relação ao calor (40°C).

c) Emergência e prolificidade de adultos provenientes de lagartas tratadas

Exposições de lagartas por 4 e 5 minutos à RIV diminuem a emergência em 38% e 50% respectivamente. O uso da RIV quando comparada com apenas calor (40°C), até 5 minutos, não interfere significativamente na emergência.

A prolificidade desses adultos que emergiram, não é afetada quando as lagartas foram expostas até 5 minutos à RIV ou apenas ao calor (40°C).

d) Emergência e prolificidade de adultos provenientes de pupas tratadas

Exposições de pupas por 4 e 5 minutos à temperatura de 40°C com e sem RIV diminuem, na média, a emergência em 66% e 74%, respectivamente. Não existe diferença entre o uso de RIV e apenas calor (40°C) com exposições de até 5 minutos.

A prolificidade desses adultos provenientes de pupas tratadas com RIV ou só calor (40°C) não é afetada quando expostas por períodos de até 5 minutos.

e) Prolificidade em F₁ de adultos tratados

Exposições à temperatura de 40°C com e sem RIV com exposições de até 5 minutos não reduz, na média, o número de descendentes. O efeito só do calor (40°C) com exposições de até 5 minutos, não diminui significativamente a prolificidade em F₁ desta "traça".

2) Há possibilidade de se realizar controle de *P. inter-punctella* em produtos armazenados como grãos, farinhas e frutas secas, expondo os mesmos a RIV. Entretanto para tal, torna-se necessário mais informações a respeito dos tempos de exposições e temperaturas necessárias ao controle deste inseto, sob condições naturais de infestação em produtos armazenados.

7. LITERATURA CITADA

ABDEL-RAHMAN, H.A., 1971. Some factors influencing the abundance of the Indian moth. *Plodia interpunctella* Hüb., on stored shelled corn. *Bull. Soc. Entomol.*, 55:321-330.

AHMED, M.S.H.; Z. AL-HAKKAK e A. AL-SAQUR, 1970. Inherited sterility in the fig moth (*Ephestia cautella*, Walker). Symposium on the sterility principle for insect control or eradication. Athens, September. Intern. Atomic Energy Agency - FAO.

AHMED, M.Y.Y.; E.W. TILTON e J.H. BROWER, 1976. Competitiveness of irradiated adults of the Indian meal moth. *Jour. Econ. Entomol.*, 69(3):349-352.

AMOAKO-ATTA, B. e R.B. MILLS, 1977. Gamma radiation effects on mating frequency and delayed mating of male *Cadra cautella* (Walker) (Lepidoptera:Pyralidae). *Jour. Stored Prod. Res.*, 13:139-143.

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. *Enviro. Entomol.*, 10(5):708-711.

- ASHRAF, M.; J.H. BROWER e E.W. TILTON, 1971. Effects of gamma radiation on the larval midgut of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Lepidoptera:Phycitidae). *Radiation Res.*, 45(2):349-354.
- ASHRAFI, S.H. e R.M. ROPPEL, 1973. Radiation-induced alteration of testes of larvae of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera:Phycitidae). *Ann. Entomol. America*, 66(6):1324-1328.
- ASHRAFI, S.H.; E.W. TILTON e J.H. BROWER, 1972. Inheritance of radiation-induced sterility in the Indian meal moth. *Jour. Econ. Entomol.*, 65(5):1266-1268.
- BAROUGH-BONAG, H., 1965. Étude du développement post-embryonnaire de l'avaise chez *Ephestia kukniella* Z. (Lepidoptera, Pyralidae). *Food Irrad.*, 6:14-15.
- BEAMENT, J.W.L.; J.E. TREHERNE e V.B. WIGGLESWORTH, 1966. *Advances in insects physiology*. vol.3. New York, Academic Press Inc. London, 382p.
- BOLES, H.P. e F.O. MARKE, 1966. Lepidoptera Infesting Stored Products. In: SMITH, C.N., Ed. *Insect colonization and mass production*. New York, Academic Press, p.260-270.
- BROWER, J.H., 1972. "Scaleless" and "melanic" two undescribed mutations in *Plodia interpunctella* (Lepidoptera-Phycitidae). *Jour. Kansas Entomol. Soc.*, 45(4):421-426.
- BROWER, J.H., 1973. Gamma radiation sensitivity of malathion-resistant strains of the Indian meal moth. *Jour. Econ. Entomol.*, 66(2):461-462.

- BROWER, J.H., 1974. Lack of radioresistance in *Plodia interpunctella* (Lepidoptera:Phycitidae) exposed to sublethal gamma irradiation for 30 generations. *Radiation Research*, 57:73-79.
- BROWER, J.H., 1976a. Irradiation of pupae of the Indian meal moth to induce sterility or partial sterility in adults. *Jour. Econ. Entomol.*, 69(2):277-281.
- BROWER, J.H., 1976b. Recovery of fertility by irradiated males of the Indian meal moth. *Journ. Econ. Entomol.*, 69(2):273-276.
- BROWER, J.N., 1975. Gamma irradiation of adult *Plodia interpunctella*: effects on mating, sterility, and number of progeny. *Ann. Entomol. Soc. America*, 68:1086-1090.
- BROWER, J.N., 1980. Irradiation of diapausing and non-diapausing larvae of *Plodia interpunctella*: Effects on larvae and pupae mortality and adult fertility. *Ann. Entomol. Soc. America*, 73(4):420-426.
- BURSELL, E., 1970. *An introduction to insect physiology*. New York, Academic Press, p.181-207.
- CHEN, P.S., 1966. Amino acid metabolism in insect development. In: BURSELL, E., Ed. *Advances in insects physiology*. vol.3. New York, Academic Press, p.53-131.
- COGBURN, R.R., 1967. Infrared radiation effect on reproduction by three species of stored-product insects. *Jour. Econ. Entomol.*, 60(2):548-550.
- COGBURN, R.R.; J.H. BROWER e E.W. TILTON, 1971. Combination of gamma and infrared radiation for control of the angoumois grain moth in wheat. *Jour. Econ. Entomol.*, 64(4):923-925.

- COGBURN, R.R.; E.W. TILTON e J.H. BROWER, 1973. Almond moth: Gamma radiation effects on the life stages. *Jour. Econ. Entomol.*, 66(3):745-751.
- COGBURN, R.R.; E.W. TILTON e W.E. BURKHOLDER, 1966. Gross effects of gamma radiation on the Indian meal moth and the angoumois grain moth. *Jour. Econ. Entomol.*, 59(3):682-685.
- DEAN, G.A., 1913. Mill and stored-grain insects. Kansas Agr. Exp. Sta. Bull., 189:139-236.
- FLINT, H.M. e E.L. KRESSIN, 1969. Transfer of sperm by irradiation *Heliothis virescens* (Lepidoptera:Noctuidae) and relationship to fecundity. *Can. Entomol.*, 101:500-507.
- GALLO, D.; O. NAKANO; F.M. WIENDL; S.S. NETO e P.R.L. CARVALHO, 1970. Manual de Entomologia. São Paulo, Editora Agronômica Ceres. 857p.
- GENEL, M.R., 1966. *Descripcion de los mas importantes insects nocivos.* México, Companhia Editorial Continental S.A. p.157-197.
- GOESLINE, H.E., 1965. Application des radiations ionizantes a la désinsectisation des grains. *Food Irrad.*, 6:11-13.
- GROSH, D.S., 1962. Entomological aspects of radiation as related to genetics and Physiology. *Ann. Rev. Entomol.*, 7:81-106.
- HAMLIN, J.C.; W.D. REED e M.E. PHILLIPS, 1931. Biology of the Indianmeal - moth on dried fruits in California. *U.S.D.A. Tech. Bull.*, 242. 26p.

- HASSAN, A.A.G., M.H. HASSANEIN e A.H. KAMEL, 1963. Biological studies on the Indian-meal moth *Plodia interpunctella* (Hüb.) (Lepidoptera-Phycitidae). *Bull. Soc. Ent. Egypti*, 46:233-252.
- HEINRICH, C., 1956. An American moths of the subfamily Phycitinae. *United States Nat. Mus. Bull.*, 207, Wash., D.C. 581p.
- HOLT, G.G. e D.T. NORTH, 1970. Effects of gamma irradiation on the mechanism of sperm transfer in *Trichoplusia ni*. *Jour. Insect Physiol.*, 16:2211-2222.
- HOUSE, H.L., 1962. Insect nutrition. *Ann. Rev. Biochem.*, 31:653-672.
- HOWE, R.W., 1967. Temperature effects on embryonic development in insects. *Ann. Rev. Entomol.*, 12:15-42.
- KIRKPATRICK, R.L., 1975. Infrared radiations for control of lesser grain borers and rice weelivs in bulk wheat (Coleoptera: Bostrichidae & Curculionidae). *Journ. Kansas Entomol. Soc.*, 48(1):100-104.
- KIRKPATRICK, R.L. e E.W. TILTON, 1972. Infrared radiation to control adult stored-product coleoptera. *Jour. Georgia Entomol. Soc.*, 7(1):73-75.
- KIRKPATRICK, R.L. e E.W. TILTON, 1973. Elevated temperature to control insect infestation in wheat. *Jour. Georgia Entomol. Soc.*, 8(4):264-268.
- KIRKPATRICK, R.L.; J.H. BROWER e E.W. TILTON, 1972. A comparison of microwave and infrared radiation to control rice weevils (Coleoptera:Curculionidae) in wheat. *Jour. Kansas Entomol. Soc.*, 45(4):434-438.

- KIRKPATRICK, R.L.; J.H. BROWER e E.W. TILTON, 1973. Gamma infrared and microwave radiation combinations for control of *Rhyzopertha dominica* in wheat. *Jour. Stored Prod. Res.*, 9:19-23.
- LIMA, A.M.C., 1949. *Insetos do Brasil. Lepidópteros* (2.^a parte, 6^o volume). Escola Nacional de Agronomia, Série Didática nº 8. 420p.
- LUM, P.T.M., 1977. High temperature inhibition of development of eupyrene sperm and of reproduction in *Plodia interpunctella* and *Euphestia cautella*. *Jour. Georgia Entomol. Soc.*, 12:199-203.
- MENTEN, L.A.S. e J.R.P. PARRA, 1978. Biologia de *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera-Phycitidae) em soja (*Glycine max* (L.) Merr.). *O solo*. Ano LXX 1:40-43.
- METCALF, C.L. e W.P. FLINT, 1951. *Destructive and useful insects*. 3.^a ed., New York, McGraw-Hill Book Co. Inc. 1071p.
- MICHELbacher, A.E. e J.C. ORTEGA, 1958. A technical study of insects and related pests attacking walnuts. *Bull. Calif. Agr. Exp. Sta.*, 764.
- MORÈRE, J.L. e LE BERRE, 1967. Étude au laboratoire du développement de la pyrale *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera-Phycitidae). *Bull. Soc. Entomol. Fr.*, 72(5-6):157-166.
- OUYE, M.T.; R.S. GARCIA e D.F. MARTIN, 1964. Determination of the optimum sterilizing dosage for pink bollworms treated as pupae with gamma radiation. *Jour. Econ. Entomol.*, 57(3):387-390.

- PENDLEBURY, J.B.; D.J. JEFFERIES; E.J. BANHAM e J.O. BULL, 1962. Some effects of gamma radiation on the lesser grain borer (*Rhizopertha dominica* F.), tropical warehouse moth (*Cadra cautella* Wlk.), Indian meal moth (*Plodia interpunctella*, Hübner.), and the cigarette beetle (*Lasioderma serricornis* F.). Wantage Research Laboratory (A.E.R.E.). Wantage, Berks. March.
- PROSHOLD, F.I. e J.A. BARTELL, 1970. Inherited sterility in progeny of irradiated male tobacco budworms: effects on reproduction, developmental time, and sex ratio. *Jour. Econ. Entomol.*, 63(1):280-285.
- RAUN, E.S.; L.C. LEWIS; J.C. PICKER Jr. e P.K. HOTCHKISS, 1967. Gamma irradiation of European corn borer larvae. *Jour. Econ. Entomol.*, 60(6):1724-1730.
- REYES, A.V., 1969. Biology and host range of *Plodia interpunctella* Hübner (*Pyralidae: Lepidoptera*). *Phillipp. Entol.*, 1(4):301-311.
- RICHARDS, O.W. e W.S. THOMSON, 1932. A contribution to the study of the genera *Ephesia*, Gn. (including *Strymax*, Dyar), and *Plodia* Gn. (*Lepidoptera-Phycitidae*), with notes on parasites of the larvae. *Entol. Soc. London. Trans.*, 80(2):169-248.
- ROSSETO, C.J., 1966. Sugestões para o armazenamento de grãos no Brasil. *O Agrônomo*. Campinas, 18(9-10):38-51.
- SCHROEDER, H.W., 1960. Infra-red drying of rough rice. II. Short-grain type Calrose e Caloro. *The Rice Jour.*, 63(13):6-8, 23-27.
- SCHROEDER, H.W., 1961. Infra-red drying of rough rice. III. Medium-grain type Nato and Magnolia. *The Rice Jour.*, 64(1):11-12, 23-27.
- SCHROEDER, H.W. e D.W. ROSBERG, 1959. Drying rough rice with infra-red radiation. *Texas Agric. Expt. Sta.* MP-354.

- SCHROEDER, H.W. e D.W. ROSBERG, 1960. Infra-red drying of rouge rice. I. Long-grain Type Rexoro and Bluebonnet 50. *The Rice Jour.*, 63(12):3-5, 23-27.
- SCHROEDER, H.W. e E.W. TILTON, 1961. Infrared radiation for the control of immature insects in kernels of rough rice. United States Departmente of Agriculture. Agric. Marketing Service. Market Quality Research Division. 10p.
- SILVA, A.G.; C.R. GONÇALVES, D.M. GALVÃO; A.J.L. GONÇALVES; J. GOMES; M.N. SILVA e L. SIMONI, 1968. *Quarto catálogo dos insetos do Brasil*. Parte II - 1ª tomo: insetos, hospedeiros, inimigos naturais. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. 622p.
- SMITH, C.N.; G.C. LABRECQUE e A.B. BORKOVEC, 1964. Insect chemosterilants. *Ann. Rev. Entomol.*, 9:269-284.
- SNOW, J.W.; J.R. YOUNG; W.J. LEWIS e R.L. JONES. 1972. Sterilization of adult fall armyworms by gamma irradiation and its effect on competitiveness. *Jour. Econ. Entomol.*, 65(5):1431-1433.
- SOUZA, L.A., 1976. Biologia de *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera-Phycitidae) em soja, *Glycine Max* (L.) Merr. e arroz (*Oryza sativa* L.). Piracicaba, ESALQ/USP. 90p. (Tese de Mestrado).
- STRONG, R.G.; G.J. PARTIDA e D.N. WARNER, 1968. Rearing stored product insects for laboratory studies: six species of moths. *Jour. Econ. Entomol.*, 61(5):1237-1249.
- TABOADA, O., 1953. Some effects of radiant energy on the beetles, *Tribolium confusum* Duv., *Sitophilus granarius* (L.), and *Acanthoscelides obtectus* (Say). Michigan, State College Agric. Appl. Science. (Tese of M. Sc.).

- TZANAKAKIS, M.E., 1959. An ecological study of the Indian-meal moth *Plodia interpunctella* (Hübner) with emphasis on diapause. *Hilgardia*, 29(5):205-246.
- TULI, S.P., P.B. MOKERJEE e G.C. SHARMA, 1966. Effect of temperature and humidity on the fecundity and development of *Cadra cautella* Wlk. in wheat. *Indian Journ. Entomol.*, 28:305-317.
- TILTON, E.W. e H.W. SCHROEDER, 1963. Some effects of infrared irradiation on the mortality of immature insects in kernels of rough rice. *Jour. Econ. Entomol.*, 56(6):727-730.
- WATTERS, F.L. e K.F. MacQUEEN, 1967. Effectiveness of gamma irradiation for control of five species of stored-product insects. *Jour. Stored Prod. Res.*, 3:223-234.
- WILLIAMS, G.C., 1964. The life history of the Indian-meal. *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera-Phycitidae) in a warehouse in Britain and on different foods. *Ann. Appl. Biol.*, 53(3):459-475.

8. APÉNDICE

APÊNDICE 1 - Eclosão de lagartas de *P. interpunctella*, provenientes de ovos irradiados com infravermelho à temperatura de 40°C, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1979.

Nº de ovos	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
10	8	4	7	6	7	4
10	9	6	3	5	6	3
10	9	5	9	3	3	5
10	9	7	5	7	5	5
% de eclosão sobre Test.	100,00	62,86	68,57	60,00	60,00	48,57

APÊNDICE 2 - Eclosão de lagartas de *P. interpunctella*, provenientes de ovos submetidos à temperatura de 40°C, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1979.

Nº de ovos	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
10	7	7	5	7	4	4
10	9	6	7	6	3	5
10	8	10	5	10	4	5
10	9	7	6	9	6	3
% de eclosão sobre Test.	100,00	90,91	69,70	96,97	51,51	51,51

APÊNDICE 3 - Análise de variância da eclosão de lagartas de *P. interpunctella* provenientes de ovos submetidos à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho (RIV) e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1979. (Dados transformados para % e arc sen $\sqrt{x/100}$).

Causa da variação	G.L.	Q.M.
RIV (A)	1	203,37 n.s.
Tempo de exposição (B)	5	777,78*
Interação (A x B)	5	251,94 n.s.
Resíduo	36	114,04

C.V. = 20,34%

APÊNDICE 4 - Emergência de adultos de *P. interpunctella*, provenientes de ovos irradiados com infravermelho à temperatura de 40°C, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1979.

Nº de ovos	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
10	9	8	7	7	2	2
10	8	3	4	7	6	5
10	8	10	10	3	3	5
10	10	4	3	5	3	3
% de eclosão sobre Test.	100,00	71,42	68,57	62,85	40,00	42,85

APÊNDICE 5 - Emergência de adultos de *P. interpunctella*, provenientes de ovos submetidos a temperatura de 40°C, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1979.

Nº de ovos	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
10	9	10	8	9	7	4
10	9	8	9	8	6	2
10	8	9	9	8	7	5
10	10	10	9	7	6	3
% de eclosão sobre Test.	100,00	102,78	97,22	88,88	72,22	38,88

APÊNDICE 6 - Análise de variância da emergência de *P. inter-punctella* provenientes de ovos submetidos à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho (RIV) e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980. (Dados transformados para % e arc sen $\sqrt{x/100}$).

Causa da variação	G.L.	Q.M.
RIV (A)	1	1694,29*
Tempo de exposição (B)	5	1533,91*
Interação (A x B)	5	176,82 n.s.
Resíduo	36	185,86

C.V. = 24,03%

APÊNDICE 7 - Emergência de adultos de *P. interpunctella*, provenientes de lagartas do último instar irradiadas com infravermelho à temperatura de 40°C, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Nº de lagartas	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
10	8	8	3	3	3	5
10	8	6	5	5	5	5
10	10	8	6	3	6	3
10	10	5	8	5	5	5
% de eclosão sobre Test.	100,00	75,00	61,11	44,44	52,77	50,00

APÊNDICE 8 - Emergência de adultos de *P. interpunctella*, provenientes de lagartas do último instar, submetidas à temperatura de 40°C durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Nº de lagartas	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
10	8	7	8	9	8	9
10	8	8	7	7	8	10
10	10	8	9	9	8	8
10	10	7	7	7	9	8
% de eclosão sobre Test.	100,00	83,33	86,11	88,88	91,66	97,22

APÊNDICE 9 - Análise de variância da emergência de adultos de *P. interpunctella* provenientes de lagartas do último instar, submetidas à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho (RIV), e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980. (Dados transformados para % e arc sen $\sqrt{x/100}$).

Causa da variação	G.L.	Q.M.
RIV (A)	1	3046,04*
Tempo de exposição (B)	5	653,17*
Interação (A x B)	5	283,47*
Resíduo	36	96,68

C.V. = 16,71%

APÊNDICE 10 - Emergência de adultos de *P. interpunctella*, provenientes de pupas irradiadas com infravermelho à temperatura de 40°C, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Nº de pupas	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
10	9	6	5	6	3	4
10	9	7	4	5	2	2
10	10	5	5	3	4	3
10	10	6	5	4	4	2
% de eclosão sobre Test.	100,00	63,15	50,00	47,36	34,21	28,94

APÊNDICE 11 - Emergência de adultos de *P. interpunctella*, provenientes de pupas submetidas à temperatura de 40°C durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Nº de pupas	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
10	9	7	5	4	5	3
10	9	7	3	4	2	2
10	8	5	2	4	3	2
10	10	3	5	4	2	1
% de eclosão sobre Test.	100,00	61,11	41,66	44,44	33,33	22,22

APÊNDICE 12 - Análise de variância da emergência de *P. inter-punctella* provenientes de pupas submetidas à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho (RIV) e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980. (Dados transformados para % e arc sen $\sqrt{x/100}$).

Causa da variação	Análise de variância	
	G.L.	Q.M.
RIV (A)	1	214,78 n.s.
Tempo de exposição (B)	5	2404,20*
Interação (A x B)	5	8,15 n.s.
Resíduo	36	60,39

C.V. = 17,23%

APÊNDICE 13 - Prolificidade de *P. interpunctella* proveniente de ovos irradiados com infravermelho (RIV) à temperatura de 40°C, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Nº dos casais	Nº de descendentes					
	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
1	275	142	137	94	111	107
2	290	250	159	164	77	156
3	281	190	110	227	166	118
4	299	150	122	173	83	168
5	286	229	242	60	108	97
6	253	203	126	0	87	162
7	279	160	123	15	166	150
8	330	165	145	196	91	190
9	246	105	117	116	114	154
10	286	172	142	78	18	145
\hat{m} de descendentes	282,50	176,60	142,30	112,30	102,10	144,70
% de fertilidade sobre Testemunha	100,00	62,51	50,37	39,75	36,14	51,22

APÊNDICE 14 - Prolificidade de *P. interpunctella* proveniente de ovos submetidos à temperatura de 40°C, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Nº dos casais	Nº de descendentes					
	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
1	301	269	311	210	310	299
2	295	0	6	0	307	358
3	199	325	4	250	220	269
4	345	10	6	334	213	382
5	309	214	339	0	260	368
6	299	315	146	293	313	252
7	367	243	255	233	329	362
8	308	244	290	223	184	265
9	294	233	319	291	243	350
10	351	312	132	193	320	290
\hat{m} de descendentes	306,80	216,50	180,80	202,70	269,90	319,50
% de fertilidade sobre Testemunha	100,00	70,56	58,93	66,06	87,97	104,13

APÊNDICE 15 - Análise de variância da prolificidade de *P.in terpunctella* proveniente de ovos submetidos à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho (RIV) e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980. (Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$).

Causa da variação	G.L.	Q.M.
RIV (A)	1	223,21*
Tempo de exposição (B)	5	91,78*
Interação (A x B)	5	42,32*
Resíduo	108	14,04

C.V. = 27,57%

APÊNDICE 16 - Prolificidade de *P. interpunctella* proveniente de lagartas do último instar irradiadas com infravermelho à temperatura de 40°C, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Nº dos casais	Nº de descendentes					
	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
1	313	171	0	375	229	162
2	324	154	172	232	275	263
3	263	246	0	223	0	272
4	292	280	313	195	188	313
5	300	268	0	273	318	229
6	247	225	347	251	323	360
7	261	328	275	328	379	184
8	298	249	264	303	338	268
9	247	0	198	246	199	313
10	259	0	240	0	247	358
\hat{m} de descendentes	280,40	192,10	180,90	269,55	249,60	272,20
% de fertilidade sobre Testemunha	100,00	68,50	66,90	64,51	89,01	97,07

APÊNDICE 17 - Prolificidade de *P. interpunctella* proveniente de lagartas do último instar submetidas à temperatura de 40°C durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Nº dos casais	Nº de descendentes					
	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
1	290	221	220	266	130	266
2	256	265	0	247	201	200
3	261	255	0	243	290	170
4	284	257	188	276	293	264
5	311	0	251	332	247	256
6	285	308	264	289	311	190
7	231	0	334	276	138	180
8	263	252	265	251	0	306
9	332	298	199	264	204	209
10	279	228	246	292	211	227
\hat{m} de descendentes	279,20	208,40	196,70	273,60	202,50	226,80
% de fertilidade sobre Testemunha	100,00	74,64	70,45	97,99	72,52	81,23

APÊNDICE 18 - Análise de variância da prolificidade de *P. in terpunctella* proveniente de lagartas do último instar submetidas à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho (RIV) e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980. (Dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$).

Causa da variação	G.L.	Q.M.
RIV (A)	1	0,32 n.s.
Tempo de exposição (B)	5	67,84*
Interação (A x B)	5	9,11 n.s.
Resíduo	108	22,60

C.V. = 32,75%

APÊNDICE 19 - Prolificidade de *P.interpunctella* proveniente de pupas irradiadas com infravermelho à temperatura de 40°C durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Nº dos casais	Nº de descendentes					
	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
1	289	202	40	5	4	372
2	142	230	188	281	256	312
3	292	354	241	9	223	373
4	295	280	96	65	235	306
5	293	237	155	168	273	243
6	298	0	293	264	247	238
7	341	312	77	244	74	225
8	322	142	157	254	210	250
9	192	226	0	36	192	0
10	292	0	0	0	0	0
\hat{m} de descendentes	275,60	198,30	124,70	132,60	171,40	231,90
% de fertilidade sobre Testemunha	100,00	71,95	45,24	48,11	62,19	84,14

APÊNDICE 20 - Prolificidade de *P.interpunctella* proveniente de pupas submetidas à temperatura de 40°C, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Nº dos casais	Nº de descendentes					
	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
1	306	159	246	251	153	17
2	288	152	146	0	0	0
3	248	381	0	282	276	36
4	158	37	105	231	215	225
5	214	154	224	0	0	186
6	171	178	218	255	197	200
7	225	267	188	233	238	319
8	257	191	195	191	0	211
9	175	150	163	220	256	276
10	215	186	182	186	216	306
\hat{m} de descendentes	225,70	185,50	166,70	184,90	155,10	177,60
% de fertilidade sobre Testemunha	100,00	82,18	73,86	81,95	68,71	78,68

APÊNDICE 21 - Análise de variância da prolificidade de *P. interpunctella* proveniente de pupas submetidas à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho (RIV) e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980. (Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$).

Causa da variação	G.L.	Q.M.
RIV (A)	1	1,03 n.s.
Tempos de exposição (B)	5	66,96 n.s.
Interação (A x B)	5	19,29 n.s.
Resíduo	108	30,17

C.V. = 44,04%

APÊNDICE 22 - Fertilidade em F₁ de *P. interpunctella*, descendente de adultos irradiados com infravermelho à temperatura de 40^o, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Nº dos casais	Nº de descendentes em F ₁					
	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
1	244	151	97	147	193	278
2	199	195	98	66	90	235
3	301	131	0	122	195	211
4	289	47	0	181	167	105
5	274	105	81	156	101	130
6	231	165	181	0	43	180
7	241	218	226	79	94	105
8	238	196	175	7	104	152
9	246	251	0	95	123	175
10	289	162	143	102	115	120
̄m de descendentes	255,20	162,10	100,10	95,50	122,50	169,10
% de fertilidade sobre Testemunha	100,00	63,51	39,22	37,42	48,00	66,26

APÊNDICE 23 - Fertilidade em F_1 de *P. interpunctella* descendente de adultos submetidos à temperatura de 40°C , durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

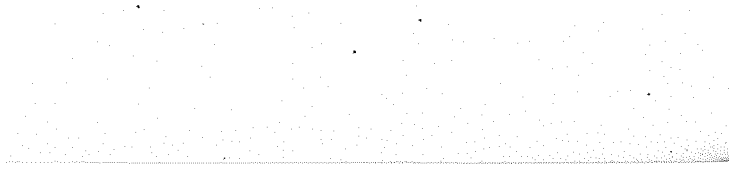
Nº dos casais	Nº de descendentes em F_1					
	Tempo de exposição (minutos)					
	0	1	2	3	4	5
1	232	0	91	327	237	248
2	235	0	238	371	290	229
3	291	275	122	215	0	63
4	208	71	213	171	298	207
5	289	266	105	280	184	0
6	227	86	0	395	284	363
7	214	297	153	262	307	338
8	0	199	244	0	229	387
9	405	0	146	132	291	0
10	327	0	0	236	265	155
\hat{m} de descendentes	242,80	119,30	131,20	238,90	238,90	199,00
% de fertilidade sobre Testemunha	100,00	49,13	54,03	98,39	98,39	81,96

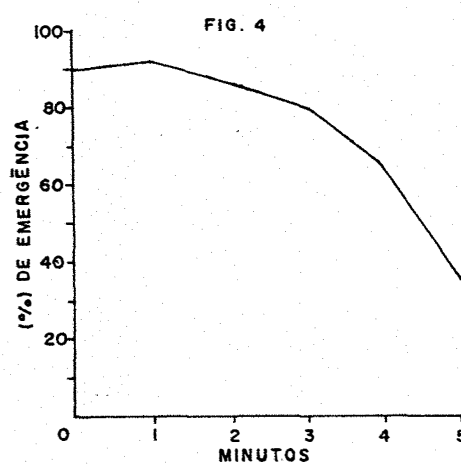
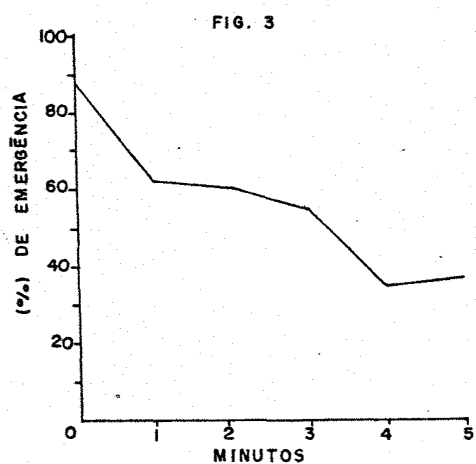
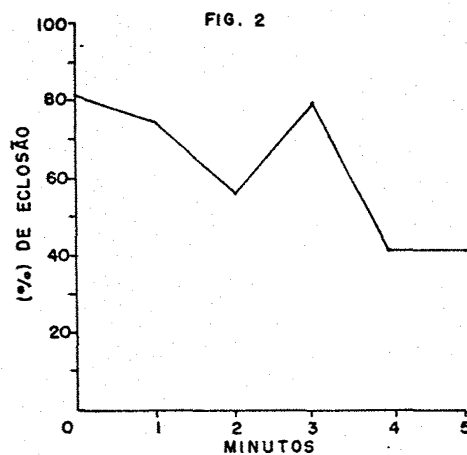
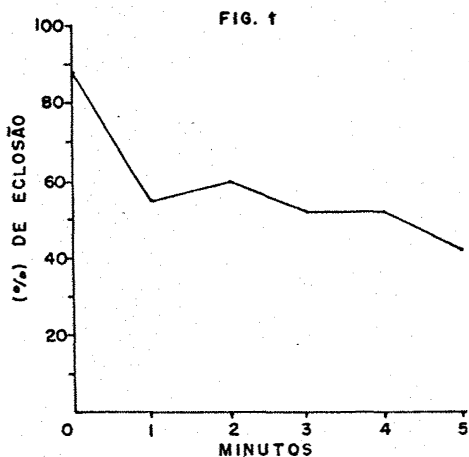
APÊNDICE 24 - Análise de variância da fertilidade em F_1 de *P. interpunctella* descendente de adultos submetidos à temperatura de 40°C por radiação infravermelho (RIV) e sem radiação, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980. (Dados transformados em $\sqrt{x + 0,5}$).

Causa da variação	G.L.	Q.M.
RIV (A)	1	25,69 n.s.
Tempos de exposição (B)	5	86,53*
Interação (A x B)	5	61,72*
Resíduo	108	23,62

C.V. = 40,26%

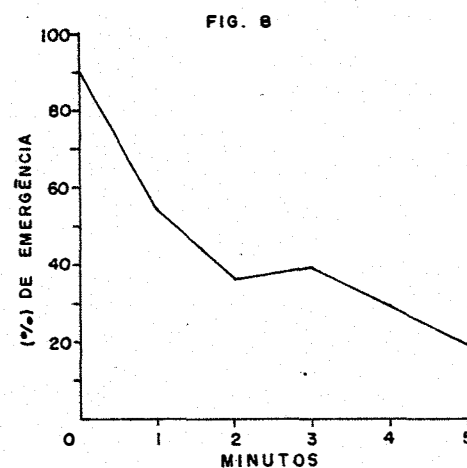
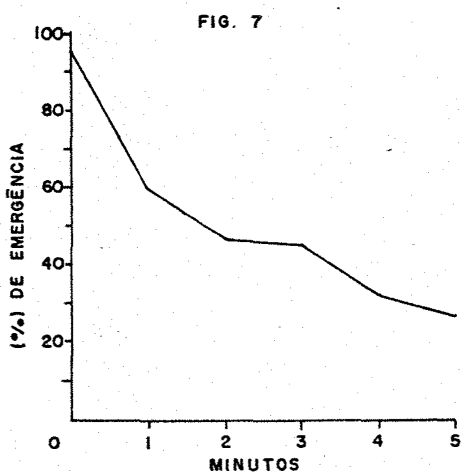
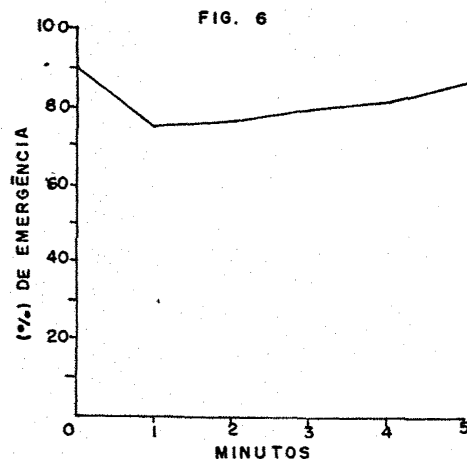
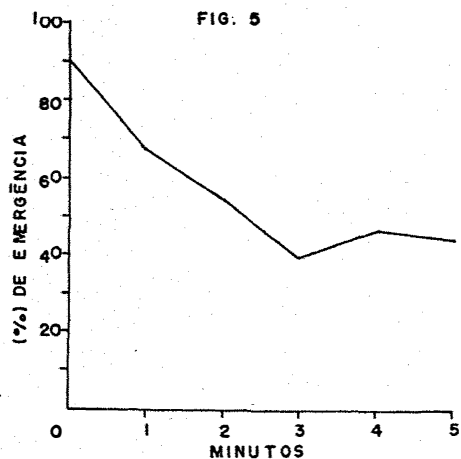
9. FIGURAS





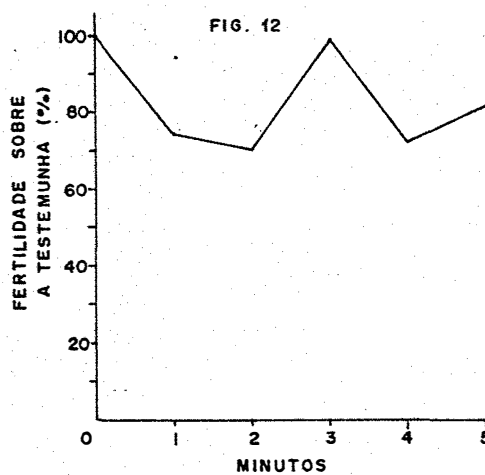
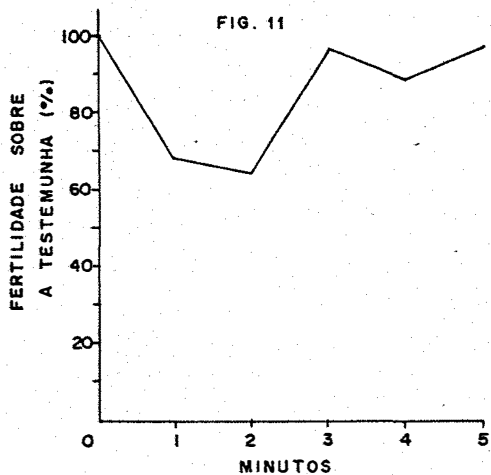
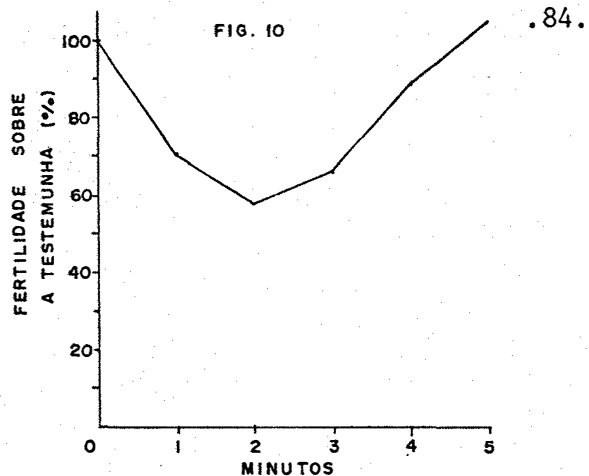
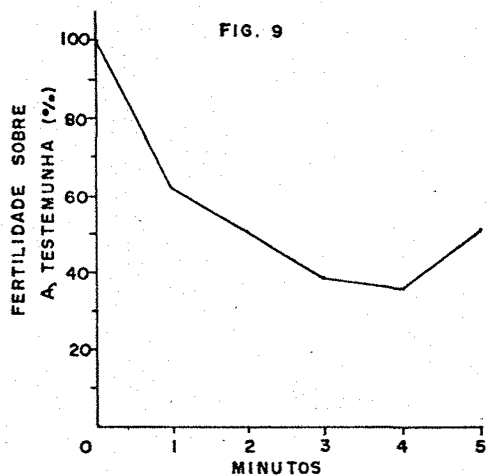
Figuras 1 e 2 - Eclosão de lagartas *P. interpunctella* provenientes de ovos submetidos à temperatura de 40°C, por radiação infravermelha e sem radiação respectivamente, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1979.

Figuras 3 e 4 - Emergência de adultos *P. interpunctella* provenientes de ovos submetidos à temperatura de 40°C, por radiação infravermelha e sem radiação, respectivamente, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1979.



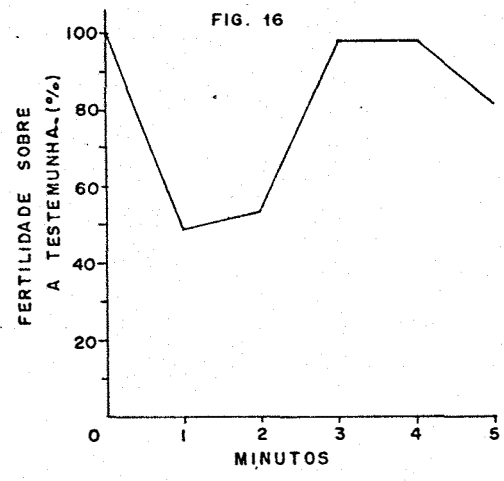
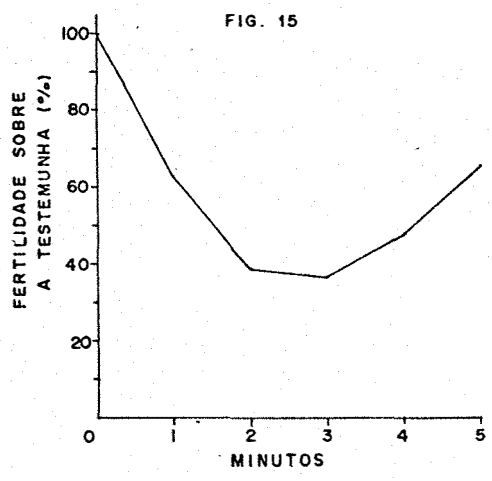
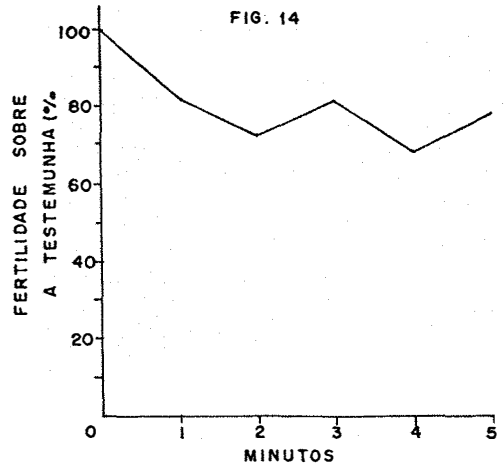
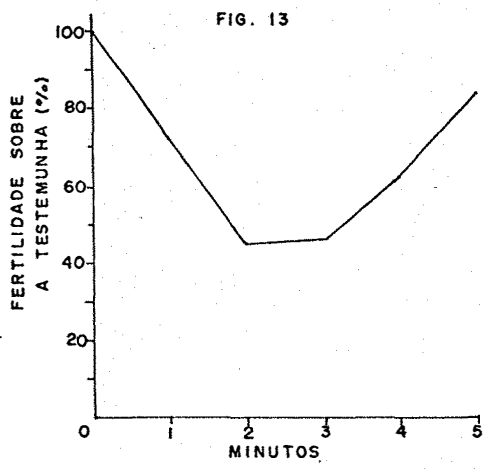
Figuras 5 e 6 - Emergência de *P. interpunctella*, provenientes de lagartas do último instar submetidas à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho e sem radiação, respectivamente, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Figuras 7 e 8 - Emergência de *P. interpunctella*, provenientes de pupas submetidas à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho e sem radiação, respectivamente, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.



Figuras 9 e 10 - Prolificidade de *P. interpunctella* descendentes de ovos submetidos à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho e sem radiação, respectivamente, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Figuras 11 e 12 - Prolificidade de *P. interpunctella* descendentes de lagartas do último instar submetidas à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho e sem radiação, respectivamente, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.



Figuras 13 e 14 - Prolificidade de *P. interpunctella* descendentes de pupas submetidas à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho e sem radiação, respectivamente, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.

Figuras 15 e 16 - Fertilidade em F₁ de *P. interpunctella* descendentes de adultos submetidos à temperatura de 40°C, por radiação infravermelho e sem radiação, respectivamente, durante 0, 1, 2, 3, 4 e 5 minutos. Piracicaba, SP, 1980.