

EFEITOS DA RADIAÇÃO GAMA EM *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763)
(COLEOPTERA, CURCULIONIDAE)

JOSUÉ MARQUES PACHECO
Engenheiro Agrônomo

Orientador

Prof. Dr. Frederico Maximiliano Wiendl

Dissertação apresentada a Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz" da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título
de Mestre

PIRACICABA

SÃO PAULO

1973

Em memória de meu pai,
à minha mãe,
e ao prof. Jorge Luiz G. Palmeiro.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Nair, pela dedicação e confiança. Ao prof. Palmeiro, pela oportunidade inicial no uso pacífico da energia nuclear, constante interêsse e estímulo na minha formação. Ao amigo René A.P. Simões, pela amizade sincera até aqui demonstrada.

Ao Dr. Frederico M. Wiendl, pela amizade, incentivos e orientação segura nos trabalhos.

Ao Dr. Admar Cervellini, Diretor do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (C E N A), pelas inúmeras possibilidades oferecidas para a execução deste trabalho.

Aos colegas Eng^o Agr^o Ricardo B. Sgrillo, Eng^o Agr^o Julio M.M. Walder e Lic. Cienc. Dom. Rachel E. Domarco, pelas sugestões apresentadas no decorrer desta pesquisa.

Aos colegas Valdemar L. Tornisielo, Valter Artur e Solange dos Santos pelas inúmeras contagens e cálculos executados durante este trabalho.

Ao acadêmico de Agronomia Pedro de Freitas, pela dedicação constante na criação estoque dos insetos utilizados nesta pesquisa.

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (C N E N), através do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (C E N A) pelos recursos que possibilitaram a realização do presente trabalho.

Aqueles que contribuíram de alguma forma neste trabalho.

ÍNDICE

Página

LISTA DOS QUADROS.....	VI
LISTA DAS FIGURAS.....	VII
1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
Ensaio 1. Influência da radiação gama na eclosão de larvas provenientes de ovos irradiados....	11
Ensaio 2. Influência da radiação gama na mortalidade das larvas.....	12
Ensaio 3. Influência da radiação gama na mortalidade das pupas.....	13
Ensaio 4. Determinação da dose esterilizante de radiação gama para adultos em tres diferentes substratos alimentares.....	14
4. RESULTADOS.....	19
Ensaio 1. Influência da radiação gama na eclosão de larvas provenientes de ovos irradiados....	19
Ensaio 2. Influência da radiação gama na mortalidade das larvas.....	20
Ensaio 3. Influência da radiação gama na mortalidade das pupas.....	21
Ensaio 4. Determinação da dose esterilizante de radiação gama para adultos em tres diferentes	

tes substratos alimentares.....	22
5. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	54
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES.....	57
RESUMO.....	60
SUMMARY.....	62
BIBLIOGRAFIA.....	64

LISTA DOS QUADROS

Página

1.	Número de larvas eclodidas e ovos inviáveis quando irradiados sob diferentes doses de radiação gama e porcentagem de eclosão.....	24
2.	Número de adultos emergidos e larvas mortas quando irradiadas sob diferentes doses de radiação gama e porcentagem de emergência.....	26
3.	Número de adultos emergidos e pupas mortas quando irradiadas sob diferentes doses de radiação gama e porcentagem de adultos.....	28
4.	Variação de peso, em porcentagem, causada pelo ataque de <u>Sitophilus orizae</u> (L.), em arroz irradiado com diferentes dose de radiação gama.....	30
5.	Variação de peso, em porcentagem, causada pelo ataque de <u>Sitophilus orizae</u> (L.), em milho irradiado com diferentes doses de radiação gama.....	35
6.	Variação de peso, em porcentagem, causada pelo ataque de <u>Sitophilus orizae</u> (L.), em macarão irradiado com diferentes doses de radiação gama.....	40

LISTA DAS FIGURAS

Página

1. Vidro com ovo de <u>Sitophilus oryzae</u> (L.).....	15
2. Macarrão contendo a galeria formada pela larva de <u>Sitophilus oryzae</u> (L.).....	16
3. Macarrão contendo câmaras pupais de <u>Sitophilus oryzae</u> (L.).....	17
4. Vidros utilizados na criação estoque ("G") e na determinação da dose esterilizante de adultos de <u>Sitophilus oryzae</u> (L.) ("P").....	18
5. Porcentagem de ovos viáveis.....	25
6. Porcentagem de larvas vivas.....	27
7. Porcentagem de pupas vivas.....	29
8. Porcentagem de peso para doses 0 - 6 - 7 e 20 krad em arroz.....	45
9. Porcentagem de peso para doses 0 - 6 - 7 e 20 krad em milho.....	46
10. Porcentagem de peso para doses 0 - 4 - 5 e 20 krad em macarrão.....	47
11. Danos causados por <u>Sitophilus oryzae</u> (L.), em arroz doses 0 e 20 krad.....	48
12. Danos causados por <u>Sitophilus oryzae</u> (L.), em arroz, doses 6 e 7 krad.....	49
13. Danos causados por <u>Sitophilus oryzae</u> (L.),	

	em milho, doses 0 e 20 krad.....	50
14.	Danos causados por <u>Sitophilus oryzae</u> (L.), em milho, doses 6 e 7 krad.....	51
15.	Danos causados por <u>Sitophilus oryzae</u> (L.), em macarrão, doses 0 e 20 krad.....	52
16.	Danos causados por <u>Sitophilus oryzae</u> (L.), em macarrão, doses 4 e 5 krad.....	53

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

No Brasil, segundo pesquisas do Ministério da Agricultura, (1970) há uma perda de 16,5% da produção total de arroz.

Tendo em vista estes dados e levando-se em conta o aumento constante da população mundial, evidencia-se de imediato, um aumento constante, também, na procura de alimentos. Resultou, principalmente, após a década de 1950 no aparecimento de muitos trabalhos de aplicação de energia nuclear a entomologia. No Brasil apesar dos avanços tecnológicos, pouco pode ser feito até agora. Quem pela primeira vez utilizou radiações ionizantes em insetos foi HUNTER (1912) trabalhando com a aplicação de Raio X no gorgulho do arroz Sitophilus oryzae (L.) não obtendo, porém, dados positivos. Foi RUNNER (1916) que pela primeira vez obteve êxito ao aplicar raio X no besourinho do fumo Lasioderma serri-

corne F. No Brasil foi GALLO (1960), quem primeiro fez estudos neste ramo, trabalhando com a mosca do mediterrâneo Ceratitis capitata Wied e com a broca da cana Diatraea saccharalis Fabr. Seguiram-se diversos tipos de trabalhos de WIENDL e colaboradores. (1968 a - b), (1969 a-b-c-d), (1970 a-b), (1971), (1972), (1973 a-b-c-d).

Assim sendo, a maioria dos trabalhos neste ramo da entomologia procedem de países tidos como tecnologicamente avançados. Em tais países situados principalmente no hemisfério norte, o gorgulho encontra condições climáticas menos favoráveis, tornando o problema não muito marcante. Porém em nosso meio, tais condições são favoráveis, sendo que ROSSETTO (1967) cita o gorgulho do arroz como sendo o segundo em importância dentre os coleópteros que atacam cereais armazenados.

Desta forma, considerando os apreciáveis danos causados por esta praga em grãos armazenados, iniciamos este trabalho na esperança de obtermos resultados que sejam economicamente vantajosos.

Uma vez estabelecido o problema, faz-se necessário a esquemática de um programa de trabalho, afim de solucionar as seguintes questões de importância :

- 1.- Determinar para diferentes fases de ovo, larva e pupa da praga as respectivas doses letais.
- 2.- Determinar para a fase adulta a dose esterilizante ,

em relação ao substrato alimentar.

Uma vez elucidadas as questões objetivadas haverá uma possibilidade técnica em se estimar o custo da utilização, em escala comercial, das radiações, no controle do gorgulho ora em estudo.

Tal técnica identifica-se como um processo de expurgo completamente automático, utilizando um mínimo de mão de obra a baixo custo e em grande escala, sendo que os alimentos, permanecem livres de resíduos tóxicos.

O presente trabalho apresenta as seguintes limitações:

- a. Os testes de laboratório foram feitos em pequenas amostras mantidas em condições ideais ao desenvolvimento do inseto.
- b. Não foram feitos testes em escala comercial devido a relativa baixa atividade da fonte de radiação gama.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A bibliografia sobre a aplicação de radioisótopos e radiação em entomologia é vastíssima. Considerando-se a aplicação de radiação, sómente para grãos armazenados no período de 1950 a 1972, enumeram-se mais de 400 trabalhos. Os trabalhos anteriores a 1950 não apresentam valores reais de informação e sim de sentido histórico.

Para maior facilidade de estudo são citados os trabalhos em grupo, segundo a técnica que os autores utilizaram, relatando-se, em seguida, um apanhado geral dos resultados obtidos.

Irradiação com Raios X : HOOVER e FLOYD (1963) HOOVER e outros (1965), MAHROUS e ROSTON (1962).

Irradiação com elétrons acelerados :NICHOLAS e WIANT (... 1959), DENNIS (1962), DENNIS e outros (1962)

Irradiação com ondas de rádio frequência (R F): NELSON e

WHITNEY (1960), NELSON e KANTACK (1964)

Irradiação com ondas de alta frequência (U M F) :

SCHOROEDER e TILTON (1961), TILTON E SCHOROEDER (1963), COGBURN (1967).

Irradiação do substrato alimentar : CORNWELL (1972), ARTHUR e outros (1973), WIENDL e outros (1973).

Irradiação com raios gama : DENNIS (1961), MONTE (1959), HASSET (1957), HASSET e JENKINS (1952), BRUELL e BOLLAERTS (... 1960), NARDON (1960), PESSON (1960 e 1963), RASULOV e ANASTASIEV (1963), VIADO E MANOTO (1960), BATISING (1966), DePROOST (... 1969), KHAN e MATIN (1966 a-b) TILTON e outros (1966), TILTON e BROWER (1972), HOEDAYA e HUTABARAT (1972), REVETTI (1972), VAKIL e outros (1972), COGBURN e outros (1972), LAVIOLETTE (1963 a-b) WIENDL (1969 e 1972)

Irradiações não especificadas : DePROOST (1965).

Os resultados obtidos pelos autores citados, seguem abaixo :

Sendo os métodos de criação, contagem e análise dos resultados, diferentes entre os autores, limitamo-nos a fazer um apanhado geral sem atermo-nos em minúcias.

a. Talvez a esterilização pela sua utilização prática seja o efeito mais marcante do uso de radiação na sua aplicação a entomologia. Para as espécies do gênero Sitophilus, a maioria dos autores afirma ser de 10 a 12 krad a dose esterilizante.

b. O efeito letal das doses de radiação é bastante

estudado pelos autores. Alguns consideram-na como o tempo necessário para que morra a metade de uma população conhecida. Embora os resultados sejam bastante contraditórios, doses variando de 4 a 7 krad, aplicadas em Sitophilus causam o efeito em 10 a 12 dias. As variações mais marcantes para a espécie Sitophilus granarius, de 14 a 210 dias, quando irradiadas com 10 krad, prendem-se, possivelmente ao fato da diversificação no modo de criação desta espécie. Outra variação significativa ocorre na determinação da dose letal imediata, causada, principalmente pela variação na idade dos insetos. É comprovado que quanto mais nova a forma do inseto no seu ciclo evolutivo, mais susceptível é as radiações. Sob esta maneira de determinar a dose letal, citam-se doses de 100 a 350 krad. Uma outra variação que ocorre também, diz respeito ao sexo sendo os machos de um modo geral mais resistentes.

c. O aspecto de resistência as radiações também foi estudado por alguns autores. Os mesmos afirmam serem os insetos incapazes de adquirirem esta característica. Isto é esperado, visto que, um animal exposto a uma dose de baixo nível, sempre sofre algum dano. A importância deste efeito está no estudo da longevidade dos insetos, encurtando em maior ou menor tempo a vida do inseto. (envelhecimento prematuro).

d. Estudo da interrelação irradiação:patógeno, sejam estes fungos, vírus ou bactérias. Afirma-se que sua presença age negativamente na longevidade dos insetos, encurtando em maior

ou menor escala sua vida, dependendo da quantidade e da intensidade do ataque.

e. Os efeitos de fracionamento das doses de radiação, também foram estudados por vários autores. Os resultados obtidos são muito contraditórios.

f. Muitos autores investigaram a influência da taxa de irradiação. As taxas, segundo alguns, entre 10 e 1000 krad por hora causam efeitos semelhantes, quanto a longevidade. As taxas abaixo desta faixa causam efeitos menos acentuados e as acima causam efeitos mais acentuados.

g. A interrelação irradiação:temperatura é também muito investigada. Os resultados alcançados são semelhantes e indicam a existência de mudanças na sensibilidade dos insetos com as combinações possíveis dos dois fenômenos.

h. Os efeitos causados pelo aumento das concentrações de oxigênio, dióxido de carbono e nitrogênio, foram investigados por vários autores. É unânime a afirmação do efeito prejudicial no aumento do teor de oxigênio. O aumento nos teores de dióxido de carbono e nitrogênio, causam efeitos contrários ao do oxigênio. Diminuem a mortalidade e aumentam a resistência a esterilização.

i. A detecção das diversas fases do ciclo larval por intermédio de radiografias foi estudada por muitos autores. Este tipo de estudo alcançou resultados positivos na determinação das espécies de pragas de grãos armazenados.

j. A utilização da técnica do macho estéril em pragas de grãos armazenados foi pouco pesquisada. CORNWELL (1967) e WIENDL (1969) chegaram a conclusões idênticas de que a técnica é eficiente, mas devido a densidade dos insetos ser muito grande os danos na fase adulta, a postura infértil das fêmeas e o grande número de cadáveres, torna-se, então, impraticável.

l. Poucos autores estudaram o efeito da criação dos insetos em substratos alimentares pré-irradiados. Os resultados obtidos indicam haver influência sobre a descendência e longevidade dos insetos usados neste experimento.

m. A radioperceptividade, entendida como a possibilidade de um organismo vivo qualquer perceber as radiações quando a ela expostas, foi recentemente estudada por poucos autores. As reações, afirmam os mesmos, estão sujeitas as espécies. Assim, alguns aproximam-se da fonte de irradiação, outros afastam-se e ainda, outros não a percebem.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida no setor de Entomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (C E N A), anexo a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz" (E S A L Q), em Piracicaba, S.Paulo, órgão supervisionado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (C N E N).

Iniciaram-se os trabalhos em meados de março de 1972 e prolongaram-se até meados de novembro de 1973.

Como fonte de irradiação gama utilizou-se um irradiador de Cobalto 60, tipo Gammabeam 150, da Atomic Energy of Canada Ltd. de Ottáwa, Canada, modelo GB-150B, com uma atividade aproximada de 600 Ci no início dos trabalhos.

Para a criação e observação dos efeitos das doses de irradiação, nas diferentes fases do ciclo evolutivo do inseto, foram os mesmos mantidos em câmaras climatizadas, pertencentes ao

prédio do setor de entomologia, fabricadas pela Fargon, Eng. e Ind. Ltda., S. Paulo. Desta maneira obteve-se a umidade relativa de $80\% \pm 1\%$ e temperatura $27^{\circ} \pm 1^{\circ}$. Os dados de umidade e temperatura foram registrados por termohigrógrafos tipo TZ 18 de 176 horas de revolução.

A dosimetria foi feita pelo Eng^o. Agr^o. Virgílio Franco do Nascimento F^o., responsável pela dosimetria e proteção radiológica do C E N A, em vidros de natureza semelhante aos usados durante os ensaios.

As pesagens foram efetuadas em balanças Mettler, type 1200 com divisões em 0.01 gramas na escala de leitura.

Os gorgulhos utilizados neste trabalho foram da criação estoque, mantida desde 1968, sendo a mesma oriunda da criação de muitas gerações da seção de entomologia do Instituto Agronômico de Campinas. A determinação de sua posição sistemática foi feita através de montagem da genitália e revisões bibliográficas como as de ROSSETTO (1967) e HINTON e CORBET (1963). Como utilizaram-se insetos variando em idade de 0 dias até a longevidade natural (\pm 180 dias), cremos ter, assim, atingido uma representação da população normal de gorgulhos.

O cultivar de milho utilizado foi HMD-7974 e o arroz o cultivar Jaguarí. O macarrão utilizado possuía a seguinte composição (1):

Farinha de trigo semolina com a adição das seguintes vitaminas :

(1) - Informação do fabricante.

betacaroteno

riboflavina

ácido ascórbico

alfatocoferol

e 10 dúzias de ovos para 50 kg. de farinha de trigo.

Afim de evitar a interferência de insetos provenientes da fonte produtora, transporte ou armazenamento, estes materiais foram previamente irradiados com a dose de 10 krad, o que segundo HODGSESGUYER (1958) não causa prejuízos.

Para a criação dos insetos utilizaram-se vidros, aqui denominados "G", tendo as seguintes dimensões : 25 cm. de altura por 14 cm. de diâmetro, conforme fig. 4. As tampas de plástico perfuradas no centro em diâmetro de 7 cm. sendo estes orifícios ocupados por tela metálica nº 200 e papel Yes.

Afim de sistematizar o trabalho os dados obtidos foram, em forma de testes, apresentados sob o título de Ensaios.

ENSAIO 1. Influência da radiação gama na eclosão de larvas provenientes de ovos irradiados.

Para este experimento usou-se a técnica de MONTE (1959) para a obtenção de ovos. Os mesmos foram irradiados com a taxa de irradiação correspondente a 50.505 rad por hora, a distância de 10 cm. da fonte.

O experimento iniciou-se no dia 26 de setembro de 1973 ir

radiando-se 120 ovos distribuídos individualmente em vidros conforme figura 1. Aplicaram-se as seguintes doze doses :

0 - 4000 - 4300 - 4600 - 4900 - 5200 - 5500 - 5800 - 6100 -
6400 - 6700 e 7000 rad, estando cada dose repetida 10 vezes.

Contagens diárias sucessivas determinaram o número total de larvas eclodidas ou não, dos ovos irradiados em cada dose.

A determinação da dose que causaria completa ausência de eclosão foi calculada a partir das porcentagens obtidas, e por meio de cálculo de regressão.

ENSAIO 2. Influência da radiação gama na mortalidade das larvas.

A técnica para obtenção de larvas foi desenvolvida no laboratório de entomologia do C E N A. Tal técnica consiste em dar aos indivíduos adultos como substrato macarrão, sendo as fêmeas induzidas a efetuar a postura nos mesmos.

As larvas eclodidas destes ovos são capazes o ciclo evolutivo da espécie. As galerias formadas pelas mesmas são de fácil visualização não necessitando de nenhum recurso ótico, conforme figura 2.

O experimento iniciou-se no dia 10 de outubro de 1973, com uma taxa de irradiação correspondente a 49.952 rad por hora, a uma distância de 10 cm. da fonte.

As larvas utilizadas foram de idade de 34 a 41 dias e irradiadas com as seguintes doses :

0 - 2300 - 2600 - 2900 - 3200 - 3500 - 3800 - 4100 - 4400 -

4700 - 5000 rad. Para cada dose utilizou-se 10 larvas individuais totalizando, então, 120 larvas.

As contagens foram diárias observando-se o aparecimento de indivíduos adultos. Após 10 dias de ausência de emergência de adultos, deu-se por encerrado o experimento.

A determinação da dose que causaria a completa ausência de emergência de adultos, foi efetuada através das porcentagens obtidas e por meio de cálculo de regressão linear.

ENSAIO 3. Influência da radiação gama na mortalidade das pupas.

As pupas foram obtidas pela mesma técnica descrita no Ensaio 2, apenas diferindo no estágio evolutivo. As larvas ao empuparem formam uma câmara pupal no fim da galeria. Tal câmara também pode ser observada sem o auxílio de qualquer recurso ótico, conforme figura 3.

As irradiações foram executadas no dia 18 de outubro de 1973, sendo a taxa de irradiação e distância iguais as do teste anterior. As pupas utilizadas eram de 42 a 49 dias. Utilizaram-se as seguintes doses :

0 - 4000 - 4500 - 5000 - 5500 - 6000 - 6500 - 7000 - 7500 - 8000 - 8500 - 9000 - 9500 e 10000 rad. Para cada dose foram selecionadas 10 pupas, perfazendo um total de 140 pupas. Efetuaram-se contagens diárias até o 10º dia de ausência total de emergência de adultos.

O cálculo da porcentagem de adultos emergidos permite

determinar a dose capaz de causar a morte das pupas, por meio de regressão linear.

ENSAIO 4.- Determinação da dose esterilizante da radiação gama para adultos em tres diferentes substratos alimentares.

O experimento consistiu em submeter os insetos distribuidos em tres diferentes substratos alimentares, arroz, milho e macarrão, ás radiações gama.

Os testes com arroz e milho foram iniciados no dia 3 de setembro de 1972 e, com o macarrão, no dia 9 de setembro de 1972, em vidros com capacidade para 250 ml. ("P") com tampa metálica perfurada e coberto o furo com tela metálica e papel Yes, cfe. figura 4. Foram colocadas, aproximadamente 150 g. de milho do cultivar HMD-7974, 150 g. de arroz do cultivar Jaguarí e 14 peças de macarrão.

Sobre cada substrato colocou-se 20 insetos adultos.

As doses utilizadas foram :

0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 - 12 - 15 - 20 krad com uma taxa de radiação 57.649 rad/hora, a 10 cm da fonte.

A cada dose, em cada substrato, correspondiam 5 vidros ou repetições. Foram efetuadas pesagens semanais para os tres testes.



Figura 1. Vidro com ovo de Sitophilus oryzae (L.) aderido, interiormente, em sua parede lateral.

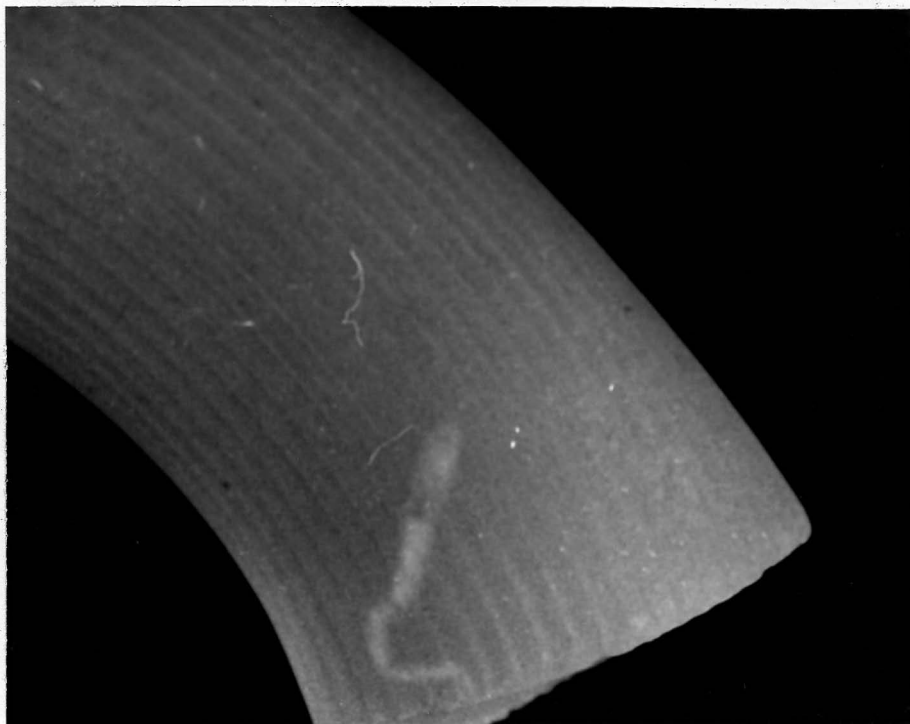


Figura 2. Macarrão contendo a galeria formada pela larva de Sitophilus oryzae (L.).

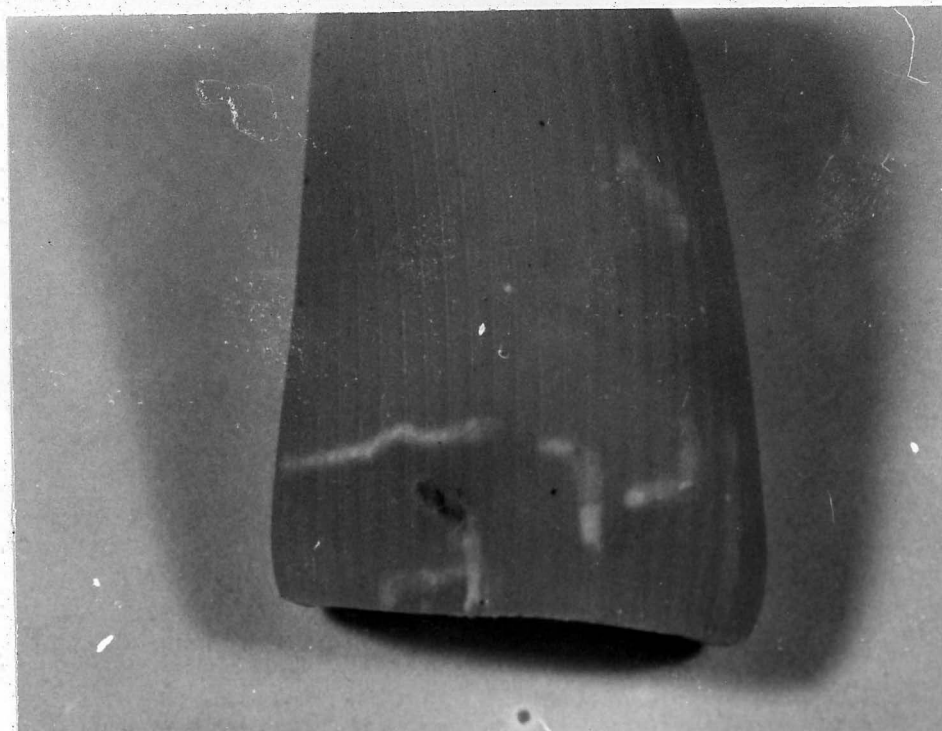


Figura 3. Macarrão contendo câmaras pupais de Sitophilus oryzae (L.).



Figura 4. Vidros utilizados na criação estoque ("G") e na determinação da dose esterilizante de adultos de Sitophilus oryzae (L.) ("P").

4.- RESULTADOS

Para maior facilidade na disposição deste trabalho, os resultados dos ensaios estão dispostos na mesma ordem do capítulo Material e Métodos.

ENSAIO 1.- Influência da radiação gama na eclosão das larvas provenientes de ovos irradiados.

O quadro 1 consta dos dados numéricos e das porcentagens de larvas eclodidas de ovos submetidos a diferentes doses de radiação gama.

As porcentagens estão na figura 5, onde aparece a reta representativa da regressão linear, cuja equação é :

$$y = 79,1958 - 8,9314 x$$

Sendo :

y = porcentagem de ovos viáveis

x = dose em krad

$r = - 0,8782$

Consultando a tabela de significância para r , achamos a seguinte diferença mínima significativa, ao nível de 1% de probabilidades para 10 graus de liberdade: 0,71.

A partir da equação de regressão, calculamos a dose que impediria a total eclosão de larvas. Ou seja, dando-se o valor 0 a y (porcentagem de ovos viáveis), determinamos ser de 8867 rad tal dose.

ENSAIO 2. Influência da radiação gama na mortalidade de larvas.

No quadro 2 constam os dados numéricos e as porcentagens de emergência de adultos provenientes de larvas irradiadas.

As porcentagens estão na figura 6, onde aparece a reta representativa da regressão linear cuja equação é :

$$y = 86,7132 - 20,5090 x$$

Sendo :

y = porcentagem de adultos emergidos

x = dose em krad

$r = - 0,9608$

Como os valores de 4400, 4700 e 5000 rad, resultaram em ausência total de emergência de adultos, as mesmas não foram computadas para o cálculo da reta.

Pela tabela de significância para r , achamos como

diferença mínima significativa ao nível de 1% de probabilidades para 7 graus de liberdade o valor de 0,80.

Assumindo o valor 0 para y (porcentagem de adultos emergidos), podemos calcular o valor da dose capaz de impedir a emergência total de adultos. Tal valor calculado é de 4228 rad.

ENSAIO 3 - Influência da radiação gama na mortalidade de pupas.

No quadro 3 contam os dados numéricos e as porcentagens de emergência de adultos provenientes de pupas irradiadas.

As porcentagens estão na figura 7, onde aparece a reta representativa da regressão linear, cuja equação é :

$$y = 107,3256 - 13,6072 x$$

Sendo :

y = porcentagem de adultos emergidos.

x = dose em krad.

$$r = - 0,9516$$

Como os valores de 8.000, 8.500, 9.000, 9.500 e 10.000 rad resultaram em ausência total de emergência de adultos, os mesmos não foram computados para o cálculo da reta.

A tabela de significância para r, dá-nos o valor de 0,80 como diferença mínima significativa ao nível de 1% de probabilidades para 7 graus de liberdade.

O valor da dose que causaria total ausência de emergência de adultos foi determinada dando-se o valor 0 a y (porcentagem de adultos emergidos). O valor calculado é 7887 rad.

ENSAIO 4 - Determinação da dose esterilizante de radiação gama para adultos em tres substratos alimentares diferentes.

No quadro 4 constam as variações do peso em porcentagem , causadas pelo ataque de S.oryzae (L.) em arroz, no quadro 5 o milho e no quadro 6 o macarrão.

As porcentagens foram calculadas, considerando-se a pesagem 0, no dia da irradiação, como 100%.

As figuras 8 e 9 ilustram as perdas de peso em porcentagem, para as doses 0 (testemunha) - 6 - 7 - 20 krad para arroz e milho. A figura 10 ilustra as perdas de peso em porcentagem para as doses 0 (testemunha) - 4 - 5 e 20 krad para macarrão.

A dose de esterilização foi determinada pela diferença de maior ou menor perda de peso, presença de população descendente e danos no produto.

A figura 11 mostra os danos causados na dose de 0 krad em comparação a dose de 20 krad e a figura 12 mostra a transição da dose não esterilizante e dose esterilizante, evidenciada pelos danos e presença de gorgulho, quanto ao substrato alimentar arroz.

A figura 13 mostra os danos causados na dose 0 krad em comparação a dose de 20 krad e a figura 14 mostra a transição da dose não esterilizante e a dose esterilizante, evidenciada pelos danos e a presença de gorgulho, quanto ao substrato milho.

A figura 15 mostra os danos causados na dose 0 krad em com paração a dose 20 krad, e a figura 16 mostra a transição da dose não esterilizante e a dose esterilizante, evidenciada pelos da - nos e a presença de gorgulho, quanto ao substrato macarrão.

QUADRO 1. Número de larvas eclodidas e ovos inviáveis quando irradiados sob diferentes doses de radiação gama e porcentagem de eclosão.

DOSE (rad)	NÚMERO DE LAR- VAS ECLODIDAS	NÚMERO DE OVOS INVIÁVEIS	PORCENTAGEM DE ECLOSÃO
0	8	2	80
4.000	3	7	30
4.300	4	6	40
4.600	3	7	30
4.900	5	5	50
5.200	3	7	30
5.500	4	6	40
5.800	4	6	40
6.100	3	7	30
6.400	2	8	20
6.700	1	9	10
7.000	1	9	10

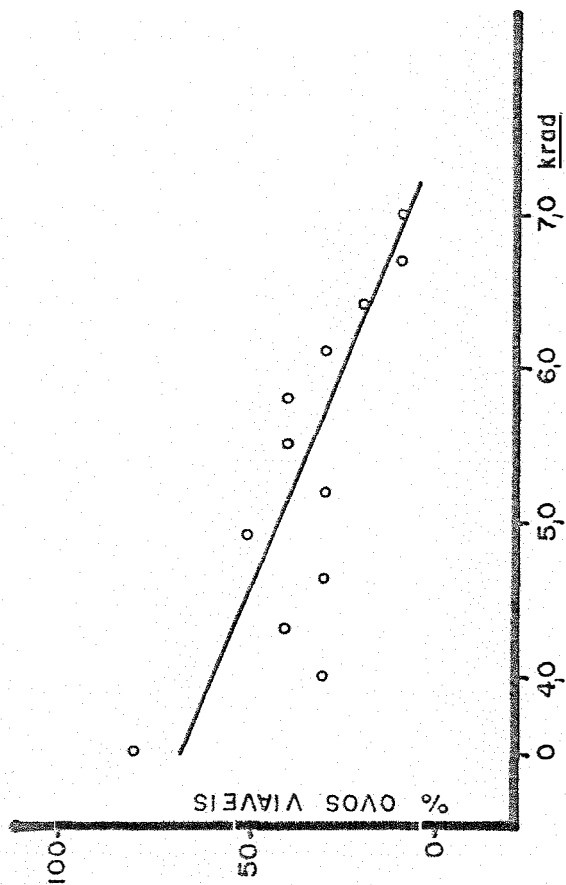


Figura 5. Porcentagem de ovos viáveis, quando ir-
radiados com diferentes doses de radia-
ção gama.

QUADRO 2 . Número de adultos emergidos e larvas mortas quando irradiadas sob diferentes doses de radiação gama e porcentagem de emergência.

DOSE (rad)	NÚMERO DE ADULTOS EMERGIDOS	NÚMERO DE LARVAS MORTAS	PORCENTAGEM DE EMERGÊNCIA
0	9	1	90
2.000	4	6	40
2.300	4	6	40
2.600	3	7	30
2.900	4	6	40
3.200	1	9	10
3.500	1	9	10
3.800	1	9	10
4.100	1	9	10
4.400	0	10	0
4.700	0	10	0
5.000	0	10	0

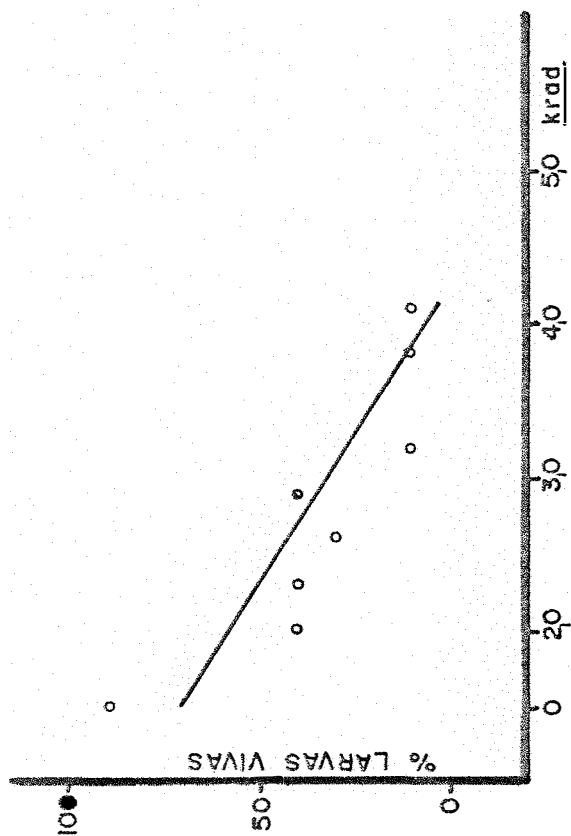


Figura 6. Porcentagem de larvas vivas, quando irradiadas com diferentes doses de radiação gama.

QUADRO 3 . Número de adultos emergidos e pupas mortas quando ir radiadas sob diferentes doses de radiação gama e por centagem de adultos emergidos.

DOSE (rad)	NÚMERO DE ADULTOS EMERGIDOS	NÚMERO DE PUPAS MORTAS	PORCENTAGEM DE EMERGÊNCIA
0	10	0	100
4.000	7	3	70
4.500	6	4	60
5.000	3	7	30
5.500	3	7	30
6.000	2	8	20
6.500	1	9	10
7.000	1	9	10
7.500	1	9	10
8.000	0	10	0
8.500	0	10	0
9.000	0	10	0
9.500	0	10	0
10.000	0	10	0

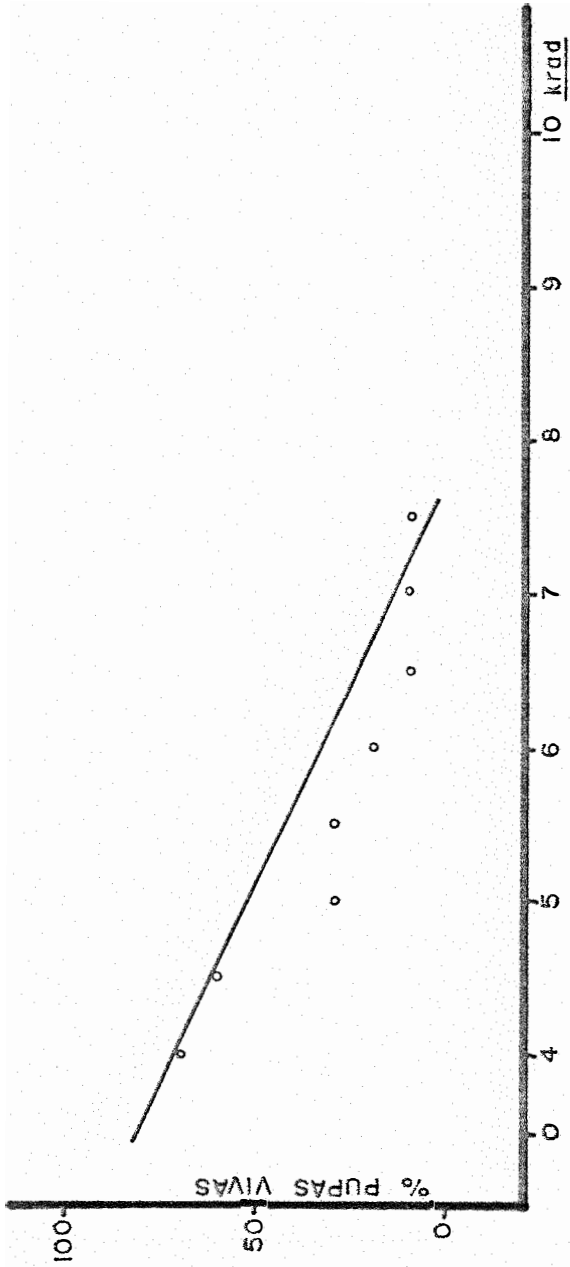


Figura 7. Porcentagem de pupas vivas, quando irradiadas com diferentes doses de radiação gama.

QUADRO 4. Porcentagem de variação de peso, em relação a lâ contagem, causada pelo ataque de *Sitophilus oryzae* (L.), em arroz irradiado com diferentes doses de radiação gama.

		S E M A N A S									
		1	2	3	4	5	6	7*	8	9*	10
dose	krad										
0	0,00	+0,78	-0,28	-0,68	-1,18	-1,37	-1,92	-5,47	-12,49		
1	0,00	-0,34	0,36	-0,09	-0,36	-0,31	-0,54	-2,27	-4,83		
2	0,00	-0,75	-0,26	-0,50	-0,76	-0,65	-0,82	-1,97	-3,16		
3	0,00	-1,27	-0,75	-0,96	-1,18	-1,06	-1,22	-2,21	-3,16		
4	0,00	-0,67	-0,14	-0,34	-0,53	-0,42	-0,54	-1,42	-2,07		
5	0,00	-1,95	-1,42	-1,63	-1,81	-1,68	-1,79	-2,64	-3,17		
6	0,00	-0,30	0,21	0,01	-0,20	-0,07	-0,20	-1,04	-1,64		
7	0,00	-0,56	-0,02	-0,21	-0,40	-0,27	-0,39	-1,19	-1,67		
8	0,00	-0,70	-0,17	-0,34	-0,53	-0,40	-0,52	-1,30	-1,76		
9	0,00	-0,74	-0,18	-0,37	-0,57	-0,45	-0,55	-1,35	-1,83		
10	0,00	-0,69	-0,15	-0,35	-0,56	-0,41	-0,52	-1,37	-1,86		
12	0,00	-0,68	-0,14	-0,34	-0,52	-0,38	-0,52	-1,32	-1,78		
15	0,00	-0,72	-0,18	-0,38	-0,56	-0,43	-0,55	-1,34	-1,79		
20	0,00	-0,74	-0,17	-0,36	-0,53	-0,38	-0,50	-1,31	-1,78		

QUADRO 4. Continuação

S E M A N A S

dose	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0	-16,90	-22,87	-30,94	-36,44	-41,91	-49,31	-52,93	-60,32	-63,61	-65,85	-68,49
1	6,26	8,28	11,62	14,25	17,44	21,28	25,87	32,54	36,32	39,99	44,00
2	3,54	4,04	5,06	6,19	7,68	9,58	12,11	16,54	19,52	22,88	27,00
3	3,16	3,34	3,61	4,17	4,87	5,92	7,31	8,99	12,03	14,25	16,85
4	2,03	2,03	2,17	2,38	2,63	3,04	3,63	4,41	5,16	5,85	7,15
5	3,11	3,07	3,18	3,29	3,39	3,56	3,67	3,98	4,27	4,28	5,03
6	1,67	1,71	1,93	2,68	2,76	3,45	4,31	5,89	7,05	8,02	9,60
7	1,63	1,59	1,62	1,70	1,70	1,74	1,69	1,78	1,80	1,50	1,91
8	1,71	1,65	1,69	1,78	1,77		73	1,78	1,79	1,48	1,90
9	1,79	1,73	1,80	1,88	1,87	1,91	1,83	1,86	1,89	1,58	1,99
10	1,81	1,76	1,82	1,90	1,90	1,94	1,93	1,87	1,90	1,58	2,00
12	1,77	1,72	1,79	1,86	1,87	1,90	1,80	1,83	1,81	1,54	1,94
15	1,77	1,72	1,80	1,88	1,90	1,93	1,83	1,86	1,88	1,56	1,96
20	1,73	1,69	1,75	1,82	1,84	1,93	1,78	1,80	1,83	1,50	1,92

QUADRO 4 - Continuação

S E M A N A S

dose krad	22	23	24	25	26*	27*	28	29*	30	31	32
0	- 70,11	-71,25	-72,04	-72,27			-72,47		-72,64	-72,64	-72,67
1	- 47,75	-51,08	-54,35	-56,47			-62,50		-65,23	-66,09	-66,85
2	- 31,27	-35,73	-39,95	-42,40			-49,51		-53,53	-54,90	-56,15
3	- 24,34	-27,86	-31,27	-33,36			-37,78		-39,94	-40,77	-41,61
4	- 8,24	- 9,21	-10,19	-10,76			-12,32		-13,68	-14,30	-14,97
5	- 5,47	- 5,86	- 6,31	- 6,55			- 7,06		- 7,66	- 7,84	- 8,04
6	- 10,03	-12,17	-13,42	-14,22			-16,41		-18,13	-18,87	-19,71
7	- 2,07	- 2,19	- 2,39	- 2,47			- 2,40		- 2,65	- 2,68	- 2,72
8	- 2,60	- 2,18	- 2,38	- 2,45			- 2,45		- 2,69	- 2,70	- 2,73
9	- 2,14	- 2,25	- 2,47	- 2,55			- 2,57		- 2,76	- 2,83	-
10	- 2,15	- 2,26	- 2,48	- 2,57			- 2,58		- 2,80	- 2,86	- 2,89
12	- 2,11	- 2,21	- 2,42	- 2,51			- 2,52		- 2,72	- 2,80	- 2,81
15	- 2,13	- 2,24	- 2,44	- 2,53			- 2,57		- 2,77	- 2,85	- 2,87
20	- 2,11	- 2,21	- 2,40	- 2,48			- 2,50		- 2,69	- 2,79	- 2,79

QUADRO 4. Continuação

S E M A N A S

Jose

krad	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
0	- 72,71	-72,71	-72,74	-72,80	-72,84	-72,84	-72,86	-72,74	-72,69	-72,70	-72,69
1	- 67,39	-67,84	-68,26	-68,69	-68,91	-69,05	-69,19	-69,15	-69,15	-69,19	-69,22
2	- 57,11	-58,06	-59,08	-60,12	-61,08	-61,93	-62,77	-63,28	-63,69	-64,03	-64,29
3	- 42,34	-43,10	-43,92	-44,88	-45,83	-46,70	-47,61	-48,22	-48,76	-49,28	-49,69
4	- 15,61	-16,23	-16,89	-17,61	-18,34	-18,87	-19,48	-19,77	-19,98	-20,21	-20,38
5	- 8,28	- 8,47	- 8,65	- 8,90	- 9,16	- 9,24	- 9,41	- 9,37	- 9,34	- 9,43	- 9,60
6	- 20,45	-21,17	-21,88	-22,63	-23,34	-23,85	-24,46	-24,82	-25,18	-28,63	-26,16
7	- 2,83	- 2,87	- 2,91	- 3,07	- 3,16	- 3,10	- 3,13	- 2,93	- 2,74	- 2,63	- 2,55
8	- 2,82	- 2,87	- 2,90	- 3,04	- 3,13	- 3,06	- 3,09	- 2,89	- 2,70	- 2,58	- 2,51
9	- 2,96	- 3,01	- 3,01	- 3,20	- 3,29	- 3,22	- 3,24	- 3,60	- 2,87	- 2,75	- 2,67
10	- 2,99	- 3,04	- 3,05	- 3,24	- 3,32	- 3,26	- 3,27	- 3,08	- 2,89	- 2,77	- 2,68
12	- 2,90	- 2,93	- 2,94	- 3,14	- 3,27	- 3,15	- 3,16	- 2,96	- 2,79	- 2,66	- 2,52
15	- 2,94	- 2,98	- 2,99	- 3,21	- 3,27	- 3,22	- 3,21	- 3,02	- 2,85	- 2,73	- 2,66
20	- 2,86	- 2,89	- 2,88	- 3,11	- 3,18	- 3,11	- 3,11	- 2,92	- 2,73	- 2,60	- 2,51

QUADRO 4 . Continuação

S E M A N A S

dose	44 *	45	46
0	-72,69	-72,64	
1	-69,28	-69,25	
2	-64,59	-64,64	
3	-50,19	-50,32	
4	-20,54	-20,53	
5	- 9,92	-10,01	
6	-26,97	-27,44	
7	- 2,39	- 2,22	
8	- 2,34	- 2,20	
9	- 2,48	- 2,32	
10	- 2,52	- 2,38	
12	- 2,37	- 2,21	
15	- 2,46	- 2,33	
20	- 2,27	- 2,12	

* - Pesagens não efetuadas

QUADRO 5. Porcentagem de variação de peso, em relação a la contagem, causada pelo ataque de *Sitophilus oryzae* (L.), em milho irradiado com diferentes doses de radiação gama.

dose krad	S E M A N A S										
	0	1	2	3	4	5	6	7*	8	9*	10
0	0,00	-0,63	-0,01	-0,17	-0,41	-0,32	-0,54		-1,94		-3,44
1	0,00	-0,61	-0,01	-0,13	-0,31	-0,16	-0,25		-1,17		-0,65
2	0,00	-0,59	0,02	-0,12	-0,27	-0,12	-0,24		-1,05		-1,47
3	0,00	-0,52	-0,01	-0,11	-0,28	-0,12	-0,22		-1,01		-1,30
4	0,00	-0,58	-0,01	-0,06	-0,22	-0,01	-0,16		-0,95		-1,24
5	0,00	-0,64	-0,02	-0,14	-0,31	-0,15	-0,21		-0,99		-1,27
6	0,00	-0,54	-0,09	-0,03	-0,18	-0,01	-0,04		-0,85		-1,12
7	0,00	-0,61	-0,02	-0,14	-0,29	-0,14	-0,24		-1,00		-1,29
8	0,00	-0,62	-0,02	-0,14	-0,28	-0,13	-0,22		-0,96		-1,26
9	0,00	-0,54	0,07	-0,04	-0,18	-0,03	-0,12		-0,85		-1,14
10	0,00	-0,58	0,02	-0,10	-0,26	-0,09	-0,18		-0,93		-1,19
12	0,00	-0,57	0,04	-0,09	-0,24	-0,09	-0,16		-0,87		-1,20
15	0,00	-0,62	0,01	-0,11	-0,24	-0,09	-0,19		-0,90		-1,17
20	0,00	-0,58	0,05	-0,06	-0,22	-0,06	-0,16		-0,85		-1,14

QUADRO 5. Continuação

S E M A N A S

dose	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0	-3,96	-4,49	-5,26	-5,99	-6,79	-7,80	-8,92	-10,52	-11,46	-12,11	-13,32
1	-1,66	-1,69	-1,72	-1,87	-2,03	-2,14	-2,26	-2,42	-2,61	-2,78	-2,65
2	-1,49	-1,47	-1,59	-1,72	-1,81	-1,90	-2,03	-2,27	-2,46	-2,45	-3,08
3	-1,27	-1,14	-1,22	-1,28	-1,26	-1,27	-0,89	-1,31	-1,33	-1,60	-1,45
4	-1,20	-1,07	-1,13	-1,21	-1,19	-1,21	-1,21	-1,26	-1,27	-1,04	-1,44
5	-1,24	-1,09	-1,13	-1,21	-1,19	-1,18	-1,20	-1,29	-1,23	-0,96	-1,36
6	-1,09	-0,96	-1,02	-1,12	-1,17	-1,25	-1,37	-1,57	-1,70	-1,66	-2,29
7	-1,22	-1,08	-1,12	-1,18	-1,17	-1,16	-1,17	-1,20	-1,22	-0,98	-1,36
8	-1,20	-1,03	-1,09	-1,16	-1,14	-1,14	-1,16	-1,20	-1,18	-0,95	-1,30
9	-1,08	-0,93	-0,98	-1,04	-1,02	-1,01	-1,02	-1,04	-1,04	-0,79	-1,14
10	-1,12	-1,00	-1,04	-1,11	-1,09	-1,10	-1,10	-1,12	-1,11	-0,88	-1,22
12	-1,13	-0,98	-1,01	-1,09	-1,07	-1,07	-1,06	-1,08	-1,09	-0,82	-1,18
15	-1,09	-0,96	-1,03	-1,13	-1,11	-1,11	-1,11	-1,12	-1,13	-0,86	-1,22
20	-1,08	-0,97	-1,01	-1,10	-1,08	-1,05	-1,05	-1,06	-1,07	-0,79	-1,17

QUADRO 5. • Continuação

S E M A N A S

dose krad	22	23	24	25	26*	27*	28	29*	30	31	32
0	-14,26	-15,06	-15,89	-16,40			-17,44		-17,99	-18,14	-18,26
1	-3,54	-3,91	-4,34	-4,61			-5,21		-5,89	-6,16	-6,47
2	-3,57	-4,11	-4,77	-5,14			-6,16		-6,97	-7,22	-7,47
3	-1,65	-1,82	-2,03	-2,14			-2,16		-2,38	-2,40	-2,43
4	-1,64	-1,83	-2,04	-2,16			-2,20		-2,43	-2,45	-2,47
5	-1,53	-1,68	-1,89	-2,00			-2,02		-2,20	-2,28	-2,29
6	-2,80	-3,42	-4,15	-4,63			-5,72		-6,55	-6,79	-7,01
7	-1,53	-1,70	-1,92	-2,03			-2,05		-2,23	-2,31	-2,31
8	-1,47	-1,63	-1,83	-1,95			-1,97		-2,15	-2,22	-2,22
9	-1,32	-1,49	-1,69	-1,80			-1,84		-2,01	-2,10	-2,10
10	-1,40	-1,56	-1,75	-1,85			-1,90		-2,07	-2,14	-2,13
12	-1,38	-1,52	-1,71	-1,82			-1,88		-2,04	-2,12	-2,11
15	-1,43	-1,50	-1,74	-1,83			-1,87		-2,03	-2,10	-2,09
20	-1,48	-1,47	-1,70	-1,81			-1,83		-1,97	-2,06	-2,04

QUADRO 5. Continuação

S E M A N A S

dose	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
krad											
0	-18,42	-18,55	-18,66	-18,86	-19,07	-19,03	-19,17	-19,06	-18,96	-18,95	-18,93
1	- 6,80	- 7,13	- 7,44	- 7,80	- 8,19	- 8,30	- 8,55	- 8,53	- 8,47	- 8,49	- 8,52
2	- 7,71	- 7,91	- 8,08	- 8,33	- 8,50	- 8,66	- 8,86	- 8,79	- 8,70	- 8,70	- 8,70
3	- 2,51	- 2,57	- 2,59	- 2,70	- 2,87	- 2,76	- 2,82	- 2,63	- 2,41	- 2,22	- 2,18
4	- 2,56	- 2,61	- 2,64	- 2,75	- 2,92	- 2,79	- 2,87	- 2,67	- 2,46	- 2,33	- 2,21
5	- 2,40	- 2,45	- 2,44	- 2,60	- 2,74	- 2,62	- 2,68	- 2,49	- 2,27	- 2,13	- 2,01
6	- 7,26	- 7,46	- 7,61	- 7,86	- 8,14	- 8,14	- 8,30	- 8,21	- 8,11	- 8,07	- 8,09
7	- 2,42	- 2,46	- 2,45	- 2,59	- 2,76	- 2,65	- 2,67	- 2,49	- 2,29	- 2,13	- 1,99
8	- 2,32	- 2,34	- 2,35	- 2,50	- 2,59	- 2,56	- 2,58	- 2,40	- 2,22	- 2,06	- 1,94
9	- 2,19	- 2,22	- 2,22	- 2,41	- 2,47	- 2,44	- 2,45	- 2,27	- 2,09	- 1,94	- 1,82
10	- 2,22	- 2,24	- 2,23	- 2,45	- 2,49	- 2,46	- 2,46	- 2,28	- 2,12	- 1,96	- 1,85
12	- 2,19	- 2,22	- 2,20	- 2,42	- 2,45	- 2,43	- 2,26	- 2,09	- 1,10	- 1,82	- 1,79
15	- 2,16	- 2,20	- 2,17	- 2,41	- 2,44	- 2,41	- 2,39	- 2,22	- 2,05	- 1,88	- 1,77
20	- 2,12	- 2,12	- 2,11	- 2,37	- 2,38	- 2,35	- 2,33	- 2,16	- 1,97	- 1,79	- 1,68

QUADRO 5. Continuação

S E M A N A S

dose	44*	45	46
0	-	-19,09	-19,07
1	-	8,72	8,70
2	-	8,84	8,82
3	-	2,10	1,95
4	-	2,15	2,03
5	-	1,94	1,80
6	-	8,26	8,36
7	-	1,89	1,75
8	-	1,82	1,70
9	-	1,68	1,53
10	-	1,72	1,59
12	-	1,66	1,53
15	-	1,62	1,51
20	-	1,50	1,36

* Pesagens não efetuadas.

QUADRO 6. Porcentagem de variação de peso, em relação a lâ contagem, causada pelo ataque de *Sitophilus oryzae* (L.) em macarrão irradiado com diferentes doses de radiação gama

dose krad	S E M A N A S										
	0	1	2	3	4	5	6*	7	8*	9	10
0	0,00	1,09	0,33	-0,04	0,14	-0,44		-2,34		-2,65	-2,83
1	0,00	1,06	0,28	-0,03	0,26	-0,24		-1,81		-1,82	-1,97
2	0,00	1,05	0,32	-0,02	0,26	-0,16		-1,62		-1,60	-1,69
3	0,00	1,22	0,45	0,17	0,53	0,10		-1,25		-1,11	-1,16
4	0,00	1,96	1,20	0,91	1,27	0,90		-0,45		-0,34	-0,32
5	0,00	1,28	0,53	0,25	0,64	0,29		-1,01		-0,91	-0,87
6	0,00	1,40	0,64	0,39	0,80	0,41		-0,83		-0,63	-0,67
7	0,00	0,99	0,20	-0,04	0,36	-0,01		-1,25		-1,06	-1,12
8	0,00	1,28	0,52	-0,28	0,69	-0,32		-0,89		-0,67	-0,76
9	0,00	1,69	0,89	0,67	1,07	0,72		-0,54		-0,34	-0,41
10	0,00	1,29	0,54	0,28	0,66	0,33		-0,92		-0,73	-0,75
12	0,00	1,35	0,52	0,26	0,69	0,28		-0,92		-0,74	-0,77
15	0,00	1,35	0,52	0,26	0,69	0,28		-0,92		0,74	-0,77
20	0,00	1,34	0,53	0,34	0,73	0,34		-0,84		-0,61	0,67

QUADRO 6. Continuação

S E M A N A S

dose	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
krad											
0	-2,84	-3,24	-3,45	-3,59	-3,75	-3,95	-4,45	-4,66	-4,34	-5,55	-5,78
1	-1,95	-2,27	-2,43	-2,50	-2,59	-2,77	-3,10	-3,50	-3,21	-4,50	-4,73
2	-1,56	-1,84	-1,97	-2,02	-2,06	-2,21	-2,47	-2,75	-2,39	-2,39	-3,82
3	-1,02	-1,18	-1,29	-1,25	-1,24	-1,33	-1,53	-1,78	-1,30	-2,46	-2,55
4	-0,18	-0,30	-0,39	-0,29	-0,27	-0,31	-0,41	-0,53	-0,05	-1,01	-1,05
5	-0,74	-0,85	-0,91	-0,79	-0,77	-0,78	-0,80	-0,89	-0,26	-1,26	-1,19
6	-0,46	-0,69	-0,77	-0,63	-0,58	-0,61	-0,63	-0,70	-1,10	-1,08	-1,02
7	-0,91	-1,12	-1,17	-1,09	-1,01	-1,01	-1,03	-1,11	-0,45	-1,46	-1,42
8	-0,60	-0,79	-0,83	-0,72	-0,67	-0,64	-0,65	-0,76	-0,14	-1,10	-1,07
9	-0,24	-0,41	-0,46	-0,41	-0,25	-0,27	-0,27	-0,38	-0,26	-0,70	-0,69
10	-0,61	-0,79	-0,85	-0,76	-0,67	-0,67	-0,69	-0,78	-0,21	-1,10	-1,09
12	-0,60	-0,80	-0,86	-0,77	-0,63	-0,63	-0,65	-0,77	-0,85	-0,18	-1,05
15	-0,59	-0,75	-0,81	-0,74	-0,64	-0,63	-0,65	-0,77	-0,13	-1,04	-1,05
20	-0,54	-0,72	-0,80	-0,73	-0,58	-0,57	-0,58	-0,71	-0,05	-1,03	-1,03

QUADRO 6 . Continuação

S E M A N A S

dose krad	22	23	24	25 *	26 *	27	28 *	29	30	31	32
0	-6,26	-6,76	-6,96	-7,41	-7,86	-7,97	-8,05	-8,18			
1	-5,24	-5,76	-5,93	-6,46	-6,97	-7,12	-7,22	-7,38			
2	-4,26	-4,74	-4,86	-5,20	-5,60	-5,70	-5,75	-5,87			
3	-2,88	-3,30	-3,33	-3,56	-3,97	-4,09	-4,17	-4,32			
4	-1,29	-1,64	-1,65	-1,74	-2,00	-2,05	-2,07	-2,18			
5	-1,36	-1,64	-1,65	-1,60	-1,82	-1,83	-1,83	-1,95			
6	-1,19	-1,45	-1,46	-1,41	-1,65	-1,66	-1,66	-1,76			
7	-1,60	-1,88	-1,88	-1,82	-2,05	-2,08	-2,07	-2,20			
8	-1,25	-1,53	-1,56	-1,49	-1,72	-1,75	-1,73	-1,86			
9	-0,88	-1,18	-1,15	-1,12	-1,34	-1,40	-1,38	-1,49			
10	-1,29	-1,57	-1,56	-1,53	-1,75	-1,78	-1,76	-1,88			
12	-1,25	-1,53	-1,51	-1,49	-1,69	-1,75	-1,79	-1,81			
15	-1,23	-1,48	-1,44	-1,43	-1,63	-1,67	-1,64	-1,72			
20	-1,22	-1,48	-1,41	-1,43	-1,61	-1,67	-1,64	-1,73			

QUADRO 6. Continuação

dose kcal	S E M A N A S													43 *
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43			
0	-8,20	-8,21	-8,53	-8,49	-8,39	-8,44	-8,03	-7,92	-7,89	-7,80				
1	-7,43	-7,47	-7,77	-7,75	-7,67	-7,70	-7,29	-7,17	-7,15	-7,07				
2	-5,88	-5,90	-6,24	-6,20	-6,08	-6,12	-8,68	-5,56	-5,52	-5,43				
3	-4,35	-4,36	-4,74	-4,69	-4,59	-4,64	-4,20	-4,06	-4,04	-3,93				
4	-2,17	-2,17	-2,48	-2,46	-2,33	-2,35	-1,91	-1,77	-1,73	-1,61				
5	-1,95	-1,92	-2,23	-2,20	-2,06	-2,08	-1,66	-1,50	-1,46	-1,35				
6	-1,77	-1,73	-2,04	-1,97	-1,88	-1,91	-1,46	-1,31	-1,27	-1,17				
7	-2,19	-2,18	-2,45	-2,38	-2,26	-2,32	-1,86	-1,71	-1,66	-1,60				
8	-1,85	-1,84	-2,10	-2,05	-1,94	-1,98	-1,53	-1,37	-1,32	-1,25				
9	-1,49	-1,47	-1,78	-1,69	-1,57	-1,59	-1,15	-1,01	-0,95	-0,88				
10	-1,86	-1,85	-2,18	-2,08	-1,97	-1,98	-1,57	-1,42	-1,37	-1,28				
12	-1,83	-1,80	-1,15	-2,04	-1,91	-1,91	-1,51	-1,38	-1,32	-1,24				
15	-1,72	-1,70	-2,05	-1,94	-1,82	-1,82	-1,45	-1,32	-1,28	-1,19				
20	-1,72	-1,68	-2,07	-1,94	-1,83	-1,80	-1,43	-1,28	-1,22	-1,13				

QUADRO 6. Continuação

S E M A N A S

dose	44	45
0	-7,80	-7,63
1	-7,02	-6,79
2	-5,39	-5,20
3	-3,87	-3,66
4	-1,55	-1,36
5	-1,24	-1,00
6	-1,07	-0,86
7	-1,42	-1,22
8	-1,09	-0,92
9	-0,69	-0,50
10	-1,13	-0,97
12	-1,05	-0,87
15	-1,05	-0,89
20	-0,90	-0,72

* Pesagens não efetuadas.

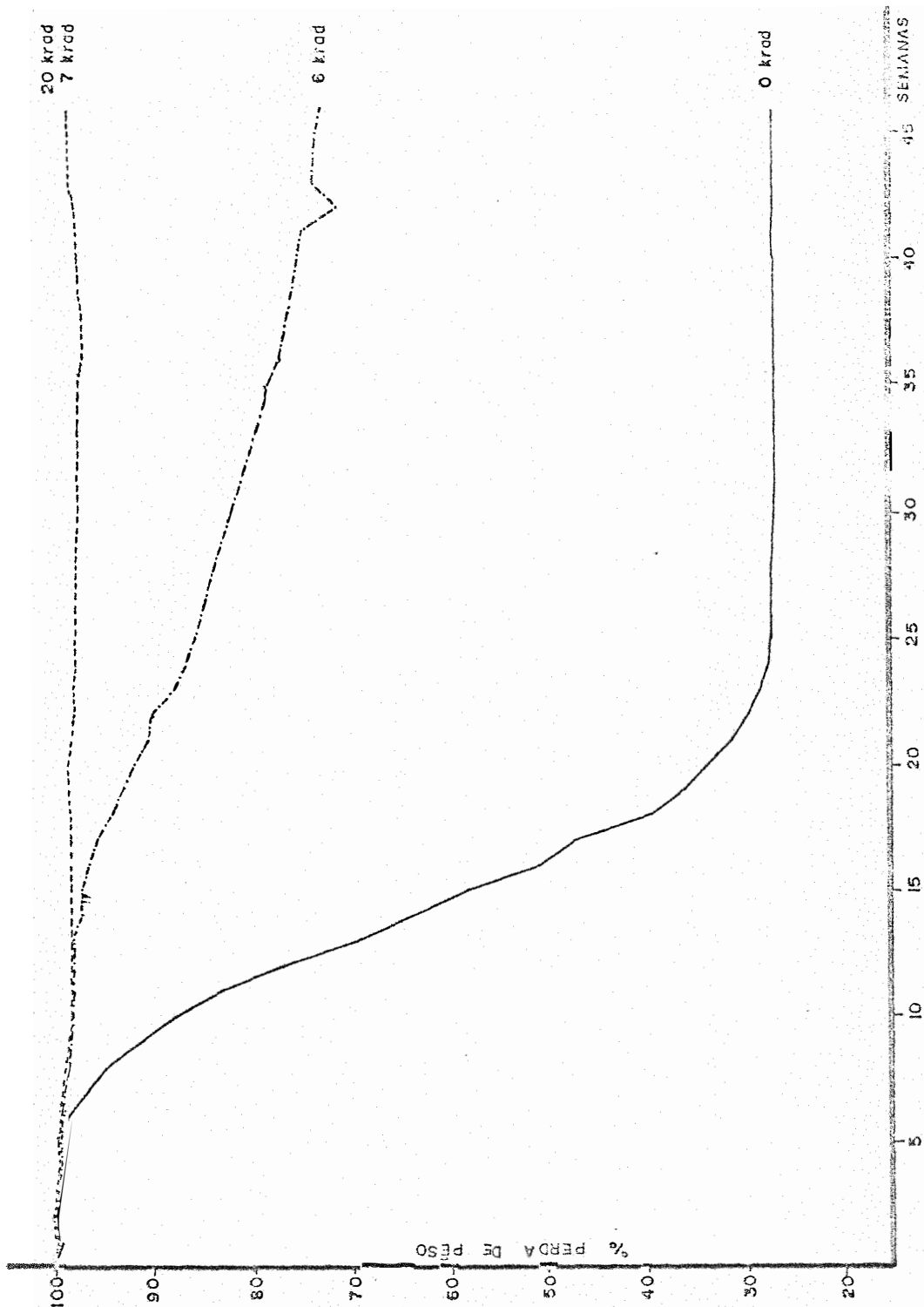


Figura 8. Porcentagens de peso perdidas nas repetições de 0 - 6 - 7 e 20 krad para urônio.

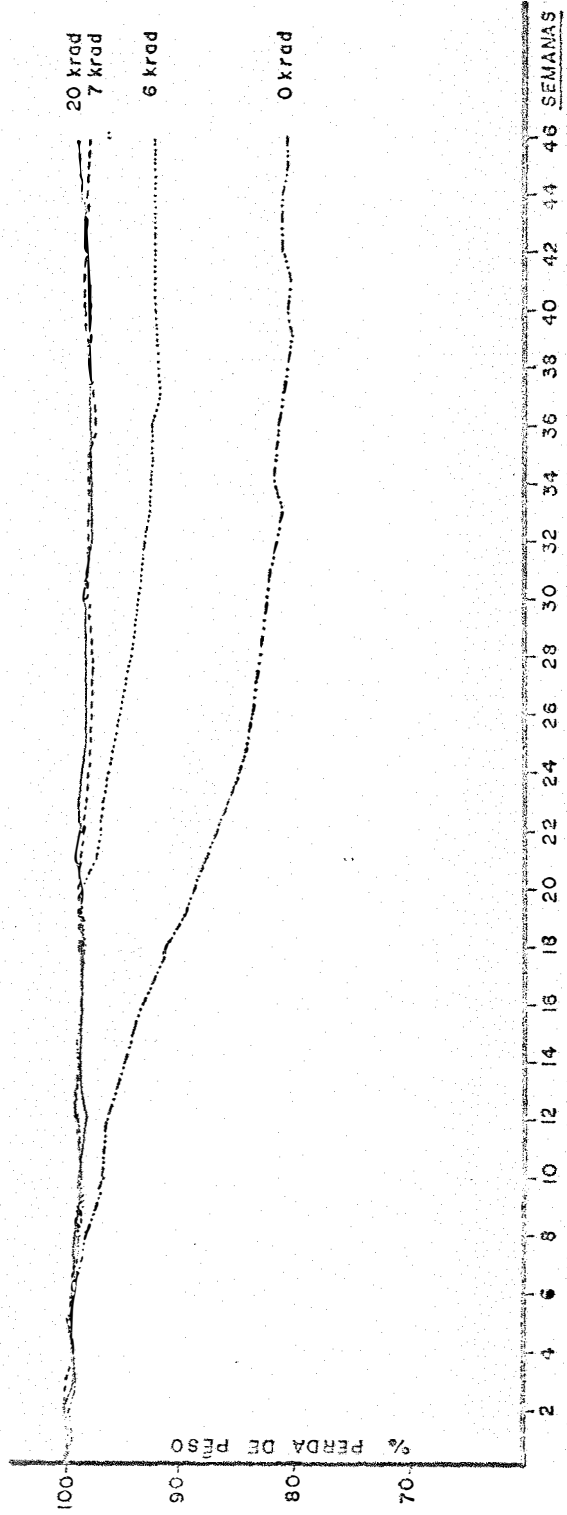


Figura 9 . Porcentagens de peso ocorridas nas repetições de 0 - 6 -7 e 20 krad para milho.

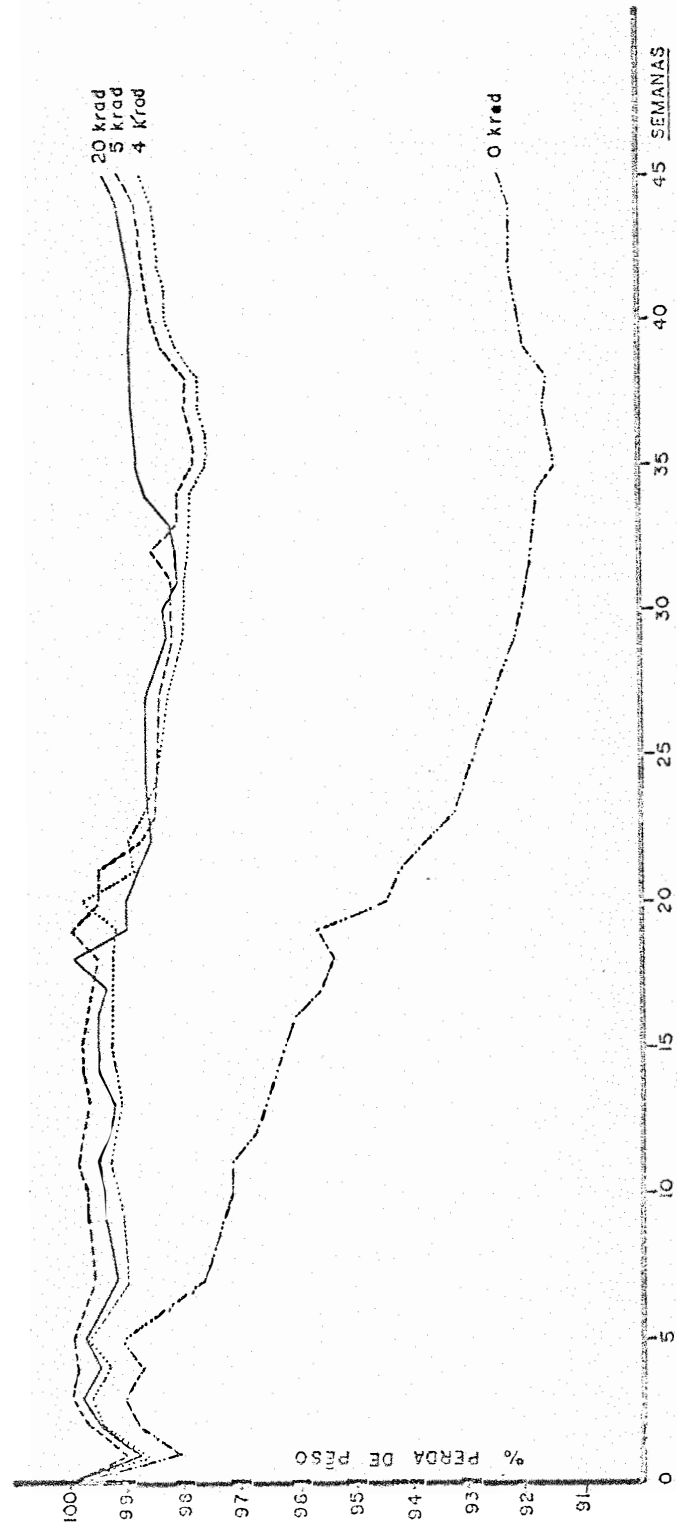


Figura 10. Percentagens de peso ocorridas nas repetições de 0 - 4 - 5 e 20 krad para macarião.



Figura 11. Danos causados por Sitophilus oryzae (L.), em arroz não irradiado (0 krad) e irradiado com a dose máxima do experimento (20 krad)



Figura 12. Danos causados por Sitophilus oryzae (L.), em arroz com doses não esterilizante (6 krad) e dose esterilizante (7 krad).



Figura 13. Danos causados por Sitophilus oryzae (L.), em milho não irradiado (0 krad) e irradiado com a dose máxima do experimento (20 krad)



Figura 14. Danos causados por Sitophilus oryzae (L.), em milho com as doses não esterilizante (6 krad) e esterilizante (7 krad).



Figura 15. Danos causados por Sitophilus oryzae (L.), em macarrão não irradiado (0 krad) e irradiado com a dose máxima do experimento. (20 krad).



Figura 16. Danos causados por Sitophilus oryzae (L.), em macarrão com as doses não esterilizante (4 krad) e esterilizante (5 krad).

5. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo segue a mesma ordem e disposição dos dois anteriores.

Dado as dificuldades encontradas na determinação matemática do erro no cálculo da dose efetiva dos Ensaio 1, 2 e 3, preferimos utilizar o erro da dosimetria. Este erro é estimado em mais ou menos 2%.

ENSAIO 1. Influência da radiação gama na eclosão de larvas provenientes de ovos irradiados.

Pela relação das larvas eclodidas e ovos inviáveis (QUADRO 1 e Figura 5), podemos observar um decréscimo na eclosão de larvas em relação ao aumento da dose aplicada.

Os dados obtidos pelo cálculo da equação de regressão e o erro da dosimetria, permite-nos afirmar ser a dose de 8867 \pm 177 rad aquela que inibe a eclosão de larvas, sendo alta a correla-

ção entre as duas variáveis.

Podemos observar pelo cálculo do coeficiente de correlação ($r = - 0,8782$) que houve diferença, estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade, entre as doses de radiações gama aplicadas e o número de larvas eclodidas de ovos irradiados.

ENSAIO 2. Influência da radiação gama na mortalidade de larvas.

Pela relação de adultos emergidos e larvas mortas (QUADRO 2 e Figura 6) podemos observar a existência de um decréscimo na emergência de adultos em relação ao aumento da dose aplicada.

Embora, a observação dos resultados nos mostre ser de 4400 rad a dose que impede a emergência total de adultos o cálculo da equação de regressão e o erro da dosimetria permite-nos dizer que a dose de 4228 ± 85 rad já seria suficiente para conseguir-se tal efeito.

Pelo valor obtido para o coeficiente de correlação ($r = - 0,9608$), observou-se que houve diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% de probabilidade, entre as doses de radiações gama aplicadas e o número de adultos emergidos a partir de larvas irradiadas.

ENSAIO 3. Influência da radiação gama na mortalidade de pupas.

Segundo a relação de adultos emergidos e pupas mortas (QUADRO 3 e Figura 7), podemos dizer que aumentando a dose de radia

ção aplicada as pupas decresce o número de adultos emergidos.

A observação dos dados obtidos nos mostra ser de 8000 rad a dose que causa a ausência total de emergência de adultos e pelos resultados obtidos a partir do cálculo da equação de regressão e o erro da dosimetria, podemos determinar a dose de 7837 ± 158 rad como efetiva para causar o mesmo efeito.

ENSAIO 4. Determinação da dose esterilizante de radiação gama para adultos.

Os dados dos QUADROS 4, 5 e 6 e Figuras 12, 14 e 16, nos demonstram uma diferença na determinação da dose esterilizante em relação ao substrato alimentar.

Os dados dos experimentos nos QUADROS 4 e 5 permitem-nos afirmar que a dose de 7 krad é eficiente para a esterilização quando os substratos alimentares forem arroz e milho.

Quando o substrato for macarrão, conforme QUADRO 6, a dose de 5 krad é eficiente para causar a esterilização.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

Afim de satisfazer a legislação vigente no país e da Organização Mundial de Saúde (W H O), este trabalho da subsídios iniciais para controle de insetos, no caso Sitophilus oryzae (L.) em condições brasileiras, referentes a determinação da dose real de sua esterilização e efetivo controle por radiação gama, para os substratos alimentares arroz, milho e macarrão.

a. Os insetos da espécie Sitophilus oryzae (L.) são eficientemente controlados através da radiação gama.

b. Os ovos irradiados com uma dose calculada em 8867 ± 177 rad não mais dão eclosão a larvas.

c. Larvas irradiadas com uma dose calculada em 4228 ± 85 rad não mais dão formação de pupas nem adultos.

d. Pupas irradiadas com uma dose calculada em 7887 ± 158 rad não mais dão emergência a adultos.

e. O método de irradiação em macarrão de larvas e pupas é eficiente para as observações do desenvolvimento das fases do ciclo evolutivo do inseto, para os efeitos das radiações gama.

f. O substrato alimentar influe na dose esterilizante do inseto. Como uma hipótese, aventa-se que a influência sobre a dose esterilizante dos insetos, causada pelo substrato alimentar, possa ser a diferença entre as densidades aparentes dos mesmos. Assim arroz e milho, mais densos aparentemente, "causam" uma dose esterilizante mais alta que macarrão, menos densos aparentemente. Pelas dimensões dos grãos de arroz e milho, menores espaços vazios existem em comparação ao macarrão, que possui uma parede delgada e grande diâmetro interno vazio. Desta forma os insetos tornam-se expostos mais diretamente as radiações gama, produzindo, então, sua esterilidade a doses mais baixas. Uma outra hipótese poderia ser a influência do valor nutritivo dos diferentes substratos alimentares utilizados. Assim, arroz e milho não industrializados, seriam mais "nutritivos", permitindo uma maior "resistência as radiações", ao contrário do macarrão, produto já elaborado pela técnica.

A irradiação de grãos e produtos armazenados além de ser um método eficiente de controle de pragas parece não causar efeitos colaterais, sobre o consumidor, quando feitos em doses esterilizantes para insetos. Da mesma forma, não são introduzidas substâncias tóxicas (inseticidas) que poderiam causar injúria e na melhor das hipóteses deveriam ter determinado tempo

para sua degradação.

As pesquisas no campo da Radio entomologia de produtos e grãos armazenados deverão prosseguir. Isto principalmente, por estarmos em clima favorável ao desenvolvimento de pragas e que, por isso mesmo, necessitam de novos métodos de controle. Da mesma forma deve-se recomendar novos trabalhos para as outras pragas, uma vez que a presente pesquisa demonstrou ser um método bastante promissor.

RESUMO

Estudou-se efeitos letais para as fases de ovo, larva e pupa, assim como a esterilização de adultos de Sitophilus oryzae (L.) com a aplicação das radiações gama.

Ovos irradiados com a dose calculada em 8867 ± 177 rad não mais dão eclosão de larvas.

Larvas irradiadas com a dose calculada em 4228 ± 85 rad não se transformam em pupas nem adultos.

A irradiação de pupas com a dose calculada em 7887 ± 158 rad, causa inibição da emergência de adultos.

Aventa-se as hipóteses que a densidade aparente e (ou) o valor nutritivo dos substratos alimentares influem decisivamente sobre a dose de esterilização do inseto. Assim, no arroz e milho mais densos aparentemente, e (ou) mais nutritivos que o macarrão, os insetos são esterilizados com a dose de 7 krad, en -

quanto que neste a dose se reduz para 5 krad.

SUMMARY

Lethal effects were studied for the egg, larval and pupal stages as well as sterilization of adults of Sitophilus oryzae (L.) by the application of gamma radiation.

Eggs irradiated with an estimated of 8867 ± 177 rad no longer give emergency to larvae.

Larvae irradiated with an estimated dosis of 4228 ± 85 rad do not develop into pupae and adults.

Irradiation of pupae with an estimated dosis of 7887 ± 158 rad inhibits adult emergency.

Hypotheses have been suggested that the apparent density and (or) nutrient value of food substrates decisively influence the esterilizing dosis for this insect. Thus, in rice and maize which are apparently denser and (or) of higher nutrient value than maccaroni, insects are sterilized by a dosis of 7 krad,

while in macaroni the sterilizing dosis decreases to 5 krad.

B I B L I O G R A F I A

1. ARTHUR V., F.M. WIENDL, J.M. PACHECO, J.M.M. WALDER, R.B. SGRILLO. Mortalidade e reprodução de Sitophilus zeamais Mots. em macarrão pré-irradiado. Trabalho apresentado no Seminário sobre "Uso y Calibracion de Fuentes Intensas de Radiacion", em Santiago, Chile, de 18 a 22 de junho de 1973 (Resumo)
2. BADITSING, C. A study on the life history and the effects of radiation on rice weevil (Sitophilus orizae L.) Insect eradication by irradiation Bangkok, Thailand, 28-29 jun. 1966. iv. 1341.
3. BRUEL, W.E. and D. van den BOLLAERTS. Resistance of Sitophilus granarius and Sitophilus oryzae at different stages of their development to gama irradiation from Cobalt 60. Bull. Inst. Agron. Gembloux Extra vol.2 (1960) 883-905.

4. COGBURN, R.R. Infrared radiation effect on reproduction by three species of stored product insects. Jour. Econ. Ent. 60, 2 (1967) 548-50.
5. COGBURN, R.R. E.W. TILTON, and J.H. BROWER. Bulk-Grain Gamma Irradiation for Control of Insects Infesting Wheat. Jour Econ. Ent 65, 3 (1972) 818-21.
6. CORNWELL, P.B. and D.M. BURSON. Grain weevils Calandra grana ria L. and C. oryzae L., reared on irradiation wheat. Na ture 181 (1958) 1747-8.
7. DENNIS, N.M. The effects of Gamma-Ray Irradiation on certain Species of Stored Products Insects. Jour. Econ. Ent. 54 1 (1961) 211-2.
8. _____. Effect of cathode-ray irradiation on the rice weevil in wheat. U.S. Agric. Marketing Res. Rep. 531 (1962)1-14
9. _____. L.H. SODERHOLM and H.H. WALKDEN. The effects of cathod ray irradiation on the rice weevil in wheat. U.S. Dep. of Agric. Mark Serv. Market. Res. Rep. 531, 1962, 14 pp.
10. DePROOST, M. L'effort belge en matière d'irradiation des a- liments. Mede. LandbHoogesch, OpzoeklStns. Gent. 30, 2 (1965) 667-72.

11. DePROOST, M. Belgium contributions to the data on irradiation of substances. Conf. 650581-1 Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire Mol (Belgium), nd,6p"2nd International Symp. on Appl. of Nuc. Sci. in Agron. and Veter. Medicine, Ghent, Belgium. 1969.
12. GALLO, D. Radioisótopos no Controle das Pragas. O Solo, ano LIII, nº1. 1960, 30-1.
13. _____ O.NAKANO, F.M. WIENDL, S. SILVEIRA Neto e R.P.L. CARVALHO. Manual de Entomologia - Pragas das Plantas e seu Controle. Editora Agronomica Ceres, S.Paulo,1970 - 858 pp.
14. HASSET, C.C. Lethal Radiation for Stored Insects. Pest. Control, 25, 11(1957) 13-4.
15. _____ and D.W. JENKINS. Use of fission Products for Insect Control. Nucleonics 10, 12(1952) 42-6.
16. HINTON, H.E. and A.S. CORBERT. Common Insect Pests of Stored Food Products. A guide to their Identification. British Museum of Natural History. Economic Series, 15,1963

17. HODGES, R. and G. GUYER. The Effects of an Irradiation Weat Diet on the Confused Flour Beetle, Granary Weevil, and the Angoumois Grain Moth. J. Econ. Ent. 51 (1958) 674-5.
18. HOEDAYA, M.S., D. HUTABARAT, S.I. SASTRADIHARDJA and S. SOETIRSNO. Radiation effectson four Species of Insects in Stored Rice and the use of Radiation Desinfestation in Their Control. Radiation Preservation of FOOD. Proceeding of a Symposium. Bombay. 13/17 nov. 1972. IAEA Vienna. 1973.
19. HOOVER, D.L. and E.H. FLOYD. A Study of Capability of the Rice Weevils Sitophilus sasakii an S. oryzae to reproduce parthenogenetically. Ann. Ent. Amer. 58, 4(1965) 567-7.
20. HOOVER, D.L., E.H. FLOYD and H.D. RICHARDSON. Effects of 300 kv X-ray radiation on Sitophilus Oryzae. J. Econ. Ent. 56, 5 (1963) 584-6.
21. HUNTER, W.D. Results of experiments to determine the effect of roentgen rays upon insects. Jour. Econ. Ent. 5 (1912) 188-93.

22. KHAN, Z.A. and A.S.M.A. MATIL. The susceptibility of the different stages of rice weevil, Sitophilus oryzae L. to gamma radiation. AECD/AG/22 Atomic Energy Centre Dacca, (Pakistan). May 1967, 15 pp.
23. KAMRA, S.K. Detection of mechanical damage and internal insects in seed by X-ray radiography. Svensk. bot. Tidskr. t1. 1 (1967) 43-8
24. KUSCHEL, G. On problems of synonymy in the Sitophilus oryzae complex. (30th. contribution, Col. Curculionidae) Ann. Mag. nat. Hist. 13(4) 1961, 241-4
25. LAVIOLETTE, P. et P. NARDON. Influence de l'irradiation sur les adultes de Sitophilus sasakii Takahashi (Curculionidae) et leurs descendants. p. 431-40 in Radiation and Radioisotopes Applied to Insects of Agricultural Importance Proceedings of a Symposium, Athens, 22-26, April 1963.
26. _____. Action des rayons gama du Cobalt 60 sur la mortalité et la fertilité des adultes d'un charançon du riz. Bull. biol. 97(1963) 305-33.
27. LIMA, A.M.C. Insetos do Brasil - coleópteros - tomos 7 a 10 Esc. Nac. de Agron. Série Didática nº11, Serviço Gráfico I B G E, Rio de Janeiro, 1953 a 1957

28. MAHROUS, M.A. and Z.M.F. ROSTON. Effects of X rays on the duration of life of the rice weevil, Sitophilus orizae L. Internat. Jour. Rad. Biol. 5, 2(1962) 191-3.
29. MATIN, A.S.M.A. Susceptibility of adult rice weevil, Sitophilus oryzae (L.) to gamma radiation. Proceedings of the Agric. Symp. Dacca, Pakistan, 13-14 May 1966 pp.133-5 , 1966, 133p.
30. _____. Susceptibility of adult rice weevil Sitophilus oryzae (L.) to gamma radiation. A E C D/A G/15, Atomic Energy Centre Dacca, (Pakistan Agric. Div.) Jan. 1966, 7 pp
31. MONTE, G. dal; Utilizzazione dei raggi ionizzanti per la conservazione dei cereali. Molini d'Italia 10(1959), 29-33.
32. _____. Metodo per "Liberare" le uova di punteruoli. Molino d'Italia, n° 8. Roma, 1964, pp.173-5
33. _____. Study sull'origine delle infestazioni di punteruoli nelle paste alimentari. Agricoltura, n° 4, 1965, pp.10.
34. _____. Ricerche sulla sopravvivenza degli insetti granivori durante la fabbricazione delle paste alimentari. Min. dell'agricoltura e delle Foreste - Direzione Gen. dell'alimentazione. Roma, 1966, 71 pp.

35. NARDON, P. Répercussion de l'influence des rayons gama dans la descendance de Sitophilus sasakii Takahashi (Col. Curculionidae). C.R. Acad. Sci., Paris 254(1962) 2454-6.
36. _____. Les Possibilités d'emploi des radiations dans la lutte contre les insectes. Phytoma 144(1963) 7-12.
37. NELSON, S.O. and B.H. KANTACK. Stored-Grain Insect Control Studies With Radio-Frequency Energy. Jour. Econ. Ent. 59 3 (1964) 588-94.
38. NELSON, S.O. and W.K. WHITNEY. Radio frequency electric fields for stored grain insect control. Transactions of the A S A E, vol. 3, 2(1960) :133-7 and 144.
39. NICHOLAS, R.C. and D.E. WIAAT. Radiation of Important Grain Infesting Pests : Order of Death Curves, and Survival Values for the Various Metamorphic Forms. Food Technol. 13 (1959) 58-62.
40. PAPE, G. Some Observations Regarding Irradiated Wheat. Radiation Preservation of FOOD. Proceeding of a Symposium Bombay. 13/17 nov. 1972. IAEA. Vienna. 1973.

41. PEDERSEN, J.R. and R.A. BROWN. X ray microscope to study to behavior of internal-inferting grain insects. J.Econ . Ent. 53(1960) 678-9.
42. PESSON, P. Travaux de recherches utilisant les isotopes et les rayonnements nucléaires en Entomologie appliquée en France et les pays associés. P. 297.300 in "Radioisotopes and Radiations in Entomology". Proceedings of a Symposium, Bombay , 5-9, December 1960. Vienna. I A E A. 1962.
43. _____. Some experimental data on Cobalt 60 radiation dose capable of arresting infestation on cereals and flour. Food Irrad. 3, 4(1963) A18-A21.
44. RASULOV, F.K. and S.A. ANASTASIEV. The control of warehouse pests by gamma radiation. Vestn.sel'skokh.Nauki 9(1963) 34-35.
45. REVETTI, L.M. Presevacion de Maiz (Zea Mais L.) y Carotas (Phaseolus vulgaris L.) por irradiacion gamma. Radiation Preservation of FOOD. Proceeding of a Symposium Bombay. 13/17 nov. 1972. IAEA Vienna 1973.

46. ROSSETTO, C.J. O complexo *Sitophilus* sp. (Coleóptera, Curculionidae) no Estado de S.Paulo. *Ciência e Cultura* 19, 2 (1967) 306-7, r.133.
47. RUNNER, G.A. Effect of roentgen rays on the tobacco or cigarette beetle and the results of new form of roentgen tube. *Journal Agric. Res* 6, 11(1916) 383-88.
48. RUSSEL, M.P. Rice weevil biology as affected by grain storage conditions. *Bull. Ent. Soc. Amer.* 12(1966) 279, abst 322. Presented at "Portland Meeting Portland" Oreg., USA 28 Nov.-1 Dec. 1966.
49. SCHORCEDEE, H.W. and E.W. TILTON. Infrared radiation for the control of immature insects in kernels of rough rice U.S. Dep. of Agric. Mark. Serv. Market. Qual. Res. Div. 1961, 10 pp.
50. STERMER, R.A. Spectral response of certain stored product insects to electromagnetic radiation. *Jour. Econ. Ent.* 52, 5(1959) pp. 888-92.

51. TILTON, E.W. and J.H. BROWER. Status of U S Department of Agriculture Research On Irradiation Desinfestation of Grain and Grain Products. Radiation Preservation of FOOD. Proceeding of a Simposium. Bombay. 13/17 nov. 1972. IAEA Vienna. 1973.
52. _____. Effects of gamma radiation on Rhyzoperta dominica, Sitophilus oryzae, Tribolium confuson and Lasioderma Ser ricorne. J. Econ. Ent. vol. 59, 6(1966) 1363-8.
53. TILTON, E.W. and H.W. SCHOROEDER. Some Effects of infrared irradiation on the mortality of immature insects in kernels of rough rice. Journ. Econ. Ent. 56, 6(1963) 727-30
54. VIADO, G.B. and MANOTO E.C. Effects of gamma radiation on three species of Philippine Insects Pest. p.443-53 in "Radioisotopes and radiation in Entomology" Proceedings of a Simposium, Bombay, 5-9 Dec. 1960, Vienna, I A E A , 1962.
55. VAKIL, U.K., M.ARAVINDAKSHAN, H. SRINIVAS, P.S. CHAUHAN and A. SREENIVASAN. Nutricional and Wholesomeness Studies With Irradiated Foods : Indian's Program. Radiation Preservation of FOOD. Proceeding of a Symposium. Bombay 13/17 nov. 1972. IAEA. Vienna. 1973

56. VIADO, G.B. and E.C. MANOTO. Effects of gamma radiation on three species of Philippine insect pests. *Scient. Rev.* 5, 3(1964) 11-5.
57. WHITNEY, W.K., S.O. NELSON and H.H. WALKDEN. Effects of High frequency electric fields on certain species of stored-grain insects. U.S. Dep. of Agric. Market Quality Res. Div. Agric. Mark Serv. 1961, 52 pp.
58. WIENDL, F.M. Alguns usos e efeitos das radiações gama em *Zabrotes subfaciatus* (Boh.1833)(Col. Bruchidae) Tese de Doutorado, E S A L Q - Piracicaba, SP. 1969, 167 +38 pp.
59. _____. Efeitos da radiação gama em Sitophilus Zeamais Motschulski, 1855 (Coleóptera, Curculionidae) Tese de Livre Docência. E S A L Q - Piracicaba, SP; 1972 156 p.
60. _____. Efeitos da radiação gama sobre Zabrotes subfasciatus (Boh.) *Rev. da Agricultura* XLII (2) 1968.
61. _____. Influência da "dose rate" das radiações gama na longevidade de Sitophilus zeamais (Mots.)(Coleóptera, Curculionidae) *Anais da 2ª Reunião da Sociedade Brasileira de Entomologia, Recife, PE. 01-06/12/69. pp.79 (Resumo)*

62. _____. Influencia das doses subesterilizantes da radiação gama em Sitophilus zeamais (Mots.) Anais da 2ª Reunião da Soc. Brasileira de Entomologia. Recife. PE., 01-06 de Dez. 1969 - pp.82. (Resumo)
63. _____. Influencia da temperatura em Cryptolestes pusillus quando irradiado com diferentes doses de radiação gama. (Col. Cucujidae) Anais do 1º Simpósio Brasileiro de Radioisótopos, Rio de Janeiro, GB. 23-26/6/1970, pp.33 (Resumo)
64. _____. Same gamma irradiation effects on survival longevity and reproduction of Zabrotes Subfasciatus (Boh.) Sterility Principle for Insect Control or Eradication, Proc. of a Symposium, Athens, Greece, 14-18 Sept. 1970, Jointly organized by the I E A E and F A O. pp. 525-30.
65. _____ e C.J. ROSSETTO . Efeitos da radiação gama em Zabrotes subfasciatus (Boh.) Anais da 2ª Reunião Anual da Soc. Brasil.Ent., Recife, PE., 01-06/12/1969. pp.80 (Resumo)
66. _____, D.LINK e A.S. PEDROSO. Efeitos da temperatura, umidade e radiação gama no armazenamento de feijão infestado pelo caruncho Zabrotes Subfasciatus (Boh.) 1º Simpósio Brasileiro do Feijão, Campinas, SP. 23-30/08/1971.

67. WIENDL, F.M. e E. BERTI FQ. Influencia da radiação gama na Sitotroga cerealella(oliv.) Anais da 1ª Reunião da Sociedade Brasileira de Entomologia. 01-06-1968, Piracicaba , SP. E S A L Q , pp.22 (Resumo)
68. WIENDL, F.M. , J.M.M. WALDER, J.M. PACHECO, R.B. SGRILLO. Locomoção do Sitophilus Zeamais Mots. detectada por meio de traçador radioativo. Trabalho enviado para a 1ª Reunião anual da Sociedade Entomológica do Brasil, realizada em julho de 1973 (Resumo)
69. WIENDL, F.M., V. ARTHUR, J.M. PACHECO, R.B. SGRILLO, J.M. M. WALDER. Mortalidade e reprodução de Sitophilus zeamais Mots. em milho pré-irradiado. Trabalho apresentado no Seminário sobre "Uso y Calibracion de Fuentes Intensas de Radiacion" em Santiago, Chile, de 18 a 22 de junho de 1973 (Resumo)
70. WIENDL, F.M., V.L. TORNISIELO, J.M.WALDER, R.B. SGRILLO, J.M. PACHECO, V. ARTHUR, A.S. PEDROSO - Influencia da taxa de irradiação sobre a longevidade de Sitophilus oryzae (L.) Trabalho apresentado na S B P C em julho de 1973 (Resumo.)