

**ESTERILIZAÇÃO E LETALIDADE INDUZIDA POR RADIAÇÕES
GAMA DO ^{60}Co EM IMAGOS DE *Zabrotes sublaevis* (BOH., 1833)
(COLEOPTERA: BRUCHIDAE), SOB ATMOSFERAS DE AR,
OXIGÊNIO E DIÓXIDO DE CARBONO**

ANTONIO PEREIRA MARTINS

Orientador: PROF. DR. JULIO MARCOS MELGES WALDER

**Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de Mestre
em Agronomia. Área de concentração: Energia
Nuclear na Agricultura.**

**P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1982**

.i.

A meus pais,
esposa e filho

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- À *NEUSA*, minha esposa, pela compreensão e incentivo constante durante o transcorrer deste trabalho.
- Ao Prof. Dr. *Julio Marcos Melges Walder*, amigo e orientador, pelo apoio, críticas, sugestões e revisão do trabalho, o meu agradecimento especial.
- À *COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR* e ao *CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA*, pelo apoio financeiro e facilidades concedidas.
- Aos Profs. Drs. *Frederico M. Wiendl* e *Ricardo B. Sgrillo*, pelas sugestões, atenção e amizade.
- Ao Técnico *José Osório Bertoli*, pelo auxílio prestado na irradiação e contagem dos insetos.
- Aos colegas e amigos da Seção de Entomologia do CENA, pela amizade e espírito de colaboração.
- À Sra. *Alexandra Wenzel*, minha sogra, pelo carinho e compreensão.
- Ao Sr. *Alfredo José Ferraz de Mello*, pelo cuidadoso trabalho de datilografia.
- A todos que, direta ou indiretamente, embora não citados colaboraram no desenvolvimento deste trabalho.

Í N D I C E

	Página
1. INTRODUÇÃO	I
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS.	14
4. RESULTADOS.	22
5. DISCUSSÃO.	43
6. CONCLUSÕES.	58
7. LITERATURA CITADA	60

ESTERILIZAÇÃO E LETALIDADE INDUZIDA POR RADIAÇÕES GAMA DO
 ^{60}Co , EM IMAGOS DE *Zabrotes subfasciatus* (BOH, 1833), (CO
LEOPTERA:BRUCHIDAE), SOB ATMOSFERAS DE AR,
OXIGÊNIO E DIÓXIDO DE CARBONO

ANTONIO PEREIRA MARTINS

- Autor -

Prof. Dr. JULIO MARCOS MELGES WALDER

- Orientador -

R E S U M O

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 de diferentes gases inertes aliados aos da radiação gama, em *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). Os "carunchos" foram criados e mantidos em feijão, *Phaseolus vulgaris* L. cv. Rosinha, sob condições controladas de $25^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ de temperatura e umidade relativa oscilando entre 70% e 75%. A radiação gama foi proveniente de um irradiador de ^{60}Co com atividade de 15.900 Ci. As do

.v.

ses esterilizantes foram de: 4 krad para imagos irradiados em fluxo de oxigênio; 5 krad em sistema parado contendo CO₂; 6 krad quando em ambiente com ar (parado e em fluxo) e em sistema fechado contendo O₂ e 10 krad em fluxo de CO₂. A esperança de vida (e_0^x) dos insetos foi reduzida em 50% quando irradiados com 200-250 krad em fluxo de CO₂ e com 100-150 krad quando irradiados nos demais gases e sistemas empregados. A dose letal imediata não foi afetada pelos gases e foi ligeiramente superior a 500 krad.

STERILIZATION AND LETHALITY INDUCED BY GAMMA RADIATION FROM
 ^{60}Co , IN IMAGOS OF *Zabrotes subfasciatus* (BOH., 1833), (CO
LEOPTERA:BRUCHIDAE), UNDER ATMOSPHERES OF AIR,
OXIGEN AND CARBON DIOXIDE

ANTONIO PEREIRA MARTINS

- Author -

Prof. Dr. JULIO MARCOS MELGES WALDER

- Adviser -

S U M M A R Y

This research deals with the effects of gamma radiation from cobalt-60 and gases on *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). 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 insects were reared on beans, *Phaseolus vulgaris* L. cv. Rosinha, under laboratory conditions ($25^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ and 70-75% RH). A dose of 4 krad in a continuous flow of oxygen was sufficient to prevent reproduction in insects; a dose of 10 krad was required to obtain 100% of

.vii.

sterility when treatment was done in continuous flow of carbon dioxide. When the treatment was done in air (continuous flow and without flow) and in oxygen (without flow) the sterilizing dose was 6 krad; in carbon dioxide (without flow) was 5 krad. The longevity was reduced in 50% when the insects were irradiated with 200-250 krad in carbon dioxide flow, and with 100-150 krad in the other atmospheres. The lethal dose (500 krad) was not affect by gases.

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é um dos principais alimentos básicos, difundido em todas regiões brasileiras, com exceção das áreas litorâneas e zonas de criação. É fonte de proteína vegetal, de menor valor que a animal, mas a única fonte protéica para grande parte da população brasileira.

A conservação do feijão, mesmo por um curto período, vem regular sua falta e evitar a flutuação do preço nos maiores centros consumidores. Para isto há necessidade de estocagem e quanto ao armazenamento de grãos, cita PUZZI (1973) que a prática dominante no Brasil é a utilização de sacos e

as perdas causadas por pragas em cereais e grãos leguminosos, são, em média, estimadas em 15% ao ano. Segundo WIENDL (1975) as perdas ocasionadas pelos insetos que danificam os grãos e produtos alimentícios armazenados, são maiores em países tropicais e sub-tropicais, dadas as condições ambientais de temperatura e umidade relativa elevadas, proporcionando uma aceleração no desenvolvimento das pragas, produzindo prejuízo da ordem de 20% nas colheitas do Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, provocadas por *Zabrotes subfasciatus*.

Das espécies de insetos que mais causam danos ao feijão armazenado e, por isso, as mais importantes no Brasil destacam-se: *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833); *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) e *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775). As duas primeiras espécies mencionadas danificam preferencialmente *Phaseolus vulgaris* L. e a espécie *C. maculatus* desenvolve-se em feijões do gênero *Vigna*.

As espécies *Z. subfasciatus* e *C. maculatus* são pragas que atacam o feijão no armazém enquanto que a espécie *A. obtectus* é capaz de infestar os grãos ainda no campo.

São inúmeros os trabalhos encontrados tratando-se de controle das pragas de grãos e produtos alimentícios armazenados.

Dentre os tratamentos conhecidos para a desinfestação de grãos, a irradiação gama situa-se numa posição privillegiada, porque, além de ser eficiente, não produz e nem introduz elementos ou substâncias tóxicas, no alimento deixando-o isento de resíduos ou poluentes deletérios ao consumidor (WIENDL *et alii*, 1973 e 1974). Outra grande vantagem do método é que não introduz mecanismos de resistência aos insetos, segundo HOSSAIN *et alii* (1972). Por outro lado, a constatação de que os gases podem alterar o efeito das radiações nos insetos tem estimulado pesquisas com relação a esse aspecto. Assim, o presente trabalho tem por objetivo verificar os efeitos de diferentes gases inertes aliados aos da radiação gama, em *Zabrotes subfasciatus* (BOH., 1833).

2. REVISÃO DE LITERATURA

A literatura mundial referente ao estudo das pragas de grãos e produtos armazenados é bem vasta e com grande diversificação, abrangendo aspectos biológicos, ecológicos, morfológicos, sistemáticos e de controle. Entre os bruquídeos, encontramos vários insetos de importância econômica, assim como muitos trabalhos referentes a eles. Referindo-se especificamente à espécie *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) no entanto, os trabalhos reduzem-se a poucas dezenas.

As perdas em produtos armazenados provocados por bruquídeos são mencionados por diversos pesquisadores. ROS

SETO (1966), estimou perdas de 30% no feijão *P. vulgaris*, es tocados em Campinas-SP., devido ao ataque de *Z. subfasciatus* e *A. obtectus*. PUZZI (1973), cita em seu trabalho perdas de 15%, ocasionadas por insetos em grãos leguminosos e cereais armazenados em casos. Já WIENDL (1975) menciona prejuízos da ordem de 20% em todo o feijão *P. vulgaris*, colhido nos Esta dos de São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro, devido ao ataque de *Z. subfasciatus* que é fa vorecido pelas condições climáticas destas regiões.

A utilização das radiações ionizantes para o controle de insetos, foi realizada pela primeira vez por RUN NER em 1916 obtendo adultos estêreis de *Lasioderma serricorne* (Fabr.) em tabaco tratado com raios-X. Depois deste trabalho pioneiro, surgiram vários outros com diferentes tipos de ra diações aplicadas a diferentes espécies de insetos pragas.

No Brasil, GALLO (1960) foi o primeiro a traba lhar com irradiação de insetos. Irradiou pupas de *Ceratitidis capitata* (Wied.) e de *Diatraea saccharalis* (F.), com radiação gama proveniente de Berílio, com objetivo de obter insetos es têreis.

Com referência à espécie *Zabrotes subfasciatus*

aliada ao método de controle por irradiação gama, o primeiro trabalho brasileiro foi realizado por WIENDL (1969, 1971). Este autor estudou os efeitos esterilizantes e letais da radiação gama do Cobalto-60, nas diferentes fases do ciclo evolutivo do caruncho. Sob uma taxa de irradiação de 19,5 krad/hora, não eclodiram larvas de ovos irradiados com 2 krad, assim como não obteve pupas de larvas irradiadas a partir de 5 krad e não emergiram adultos de pupas irradiadas com doses de 10 krad. Em adultos, a esterilização total ocorreu com 10 krad. A dose letal conseguida dentro de 24 horas, para adultos, foi de 350 krad, sob uma taxa de 105 krad/hora. Neste trabalho ficou provado que, embora a Técnica do Macho Estéril fosse eficiente para o controle deste caruncho, o método não foi viável devido ao acúmulo de insetos mortos e a excessiva oviposição no produto. Isto causa uma conspurcação dos grãos, tornando-os de difícil comercialização e aceitação pelo consumidor.

WALDER e WIENDL (1973) estudaram os efeitos da irradiação gama na longevidade do *Callosobruchus maculatus* (Fabr.). Sete grupos de adultos foram expostos a diferentes doses de radiação: 0 (test.), 5, 10, 15, 20 e 30 krad. Doses acima de 10 krad aumentaram a longevidade das fêmeas em 19% e nos machos houve diminuição em 5%.

HOSSAIN *et alii* (1972) afirmam que a irradiação de produtos armazenados não induz aparecimento de resistência nos insetos e a prova disto é dada por BROWER (1974), que expos *S. oryzae* a doses subesterilizantes de 2 krad de radiação gama do Cobalto-60 por 25 gerações e ao final acrescentando 2 krad, concluiu que os insetos não adquiriram resistência. TILTON e BROWER (1973), afirmam que o grande problema da sinfestaçãõ constitui no grande número de espécies encontradas nos produtos armazenados onde cada uma apresenta sua radioresistência.

WIENDL *et alii* (1973 e 1974) afirmam que não há formação de resíduos tóxicos quando os produtos são irradiados com a finalidade de esterilizar insetos pragas, uma vez que a dose empregada não é elevada.

NEHARIN *et alii* (1965) irradiando *Callosobruchus maculatus*, em vários estágios de desenvolvimento com altas taxas de radiação gama, obtiveram uma alta radiosensibilidade. O estágio mais sensível foi de ovo, onde 50% e 100% de mortalidade foram induzidos por 1 e 3 krad, respectivamente. A dose de 10 krad foi esterilizante para uma população de adultos composta de ambos os sexos. Resultado semelhante foi obtido por CAVALLORO e BONFANTI (1976/1977), irradiando *A. obtectus*.

WIENDL e TORNISIELLO (1975) irradiaram com a dose fixada em 15 krad, insetos da espécie *Laemophloeus ferrugineus* (Steph.) sob diferentes taxas de radiação gama. Concluíram que, apesar de diminuir substancialmente a longevidade dos insetos, as taxas mais baixas causam efeitos menores quanto a diminuição da longevidade. Isso poderia ser explicado pelo fenômeno de recuperação genética, levando-se em conta que nos insetos adultos não há mais divisões nas células somáticas, a não ser nas gônadas e, às vezes, no mesentério.

DOMARCO (1977) usando taxas de 10,8; 43,3; 130; 643; 1560 e 3.023 krad/hora observou que a dose de 10 krad foram suficientes para esterilizar adultos de *Z. subfasciatus*, sendo que taxas de 1,6 e 6,7 krad/hora e a mais elevada de 3.718 krad/hora permitiram eclosão de larvas e nascimentos da primeira geração filial naquela dose.

A metodologia de pesagens periódicas do substrato para determinação da dose esterilizante em insetos utilizando-se das radiações ionizantes, foi apresentada como substituta do método clássico por WIENDL e WALDER (1973). A confirmação definitiva de tal processo foi dada por WIENDL *et alii* (1975) e posteriormente por CAVALLORO e RATTI (1976).

WALDER (1974) determinou a dose esterilizante

e letal de radiação gama para adultos de *C. maculatus*. A dose esterilizante foi determinada observando-se a perda de peso semanal do substrato contido em frascos de vidro. A dose letal para adultos observada neste mesmo trabalho foi dada em horas.

WIENDL *et alii* (1976), estudando o efeito de gases durante a irradiação, usaram o método de pesagem semanal para verificação da perda de peso e conseqüentemente a dose esterilizante para *Sitophilus zeamais* (Mots.) e *Z. subfasciatus* (Boh.).

BARBOSA (1976) observou que a dose de radiação gama para a esterilização de *Z. subfasciatus* foi de 7 krad pelo método de perda de peso, com pesagens semanais dos frascos (17 semanas) colocados em diferentes temperaturas após a infestação do substrato (feijão) com insetos irradiados.

ARTHUR *et alii* (1980) irradiaram *A. obtectus* com uma taxa de 44 krad/hoa e determinaram por perda de peso do substrato, a dose esterilizante.

A influência de gases inertes durante a irradiação de material biológico foi pela primeira vez observada por Holthusen em 1921, citado por BAUMHOVER (1963), que obser

vou o efeito da anoxia em células irradiadas com raios-X. Até 1947. Neste ano THODAY e READ (1947) mostraram os efeitos de letérios em ervilha causados por uma maior concentração de oxigênio durante a irradiação, assim como, as variações nas diferentes concentrações e em sua ausência.

WHITING (1954), mostrou que 500 r de raios-X em ar produz mais mutações em ovos de *Habrobracon* do que 1.100 r aplicados em atmosfera de nitrogênio.

GILES (1954) estudando os efeitos da radiação em *Tradescantia*, teorizou que o efeito do oxigênio nesta espécie vegetal invalidava o conceito de que o efeito da radiação era o único mecanismo envolvido na irradiação de material biológico.

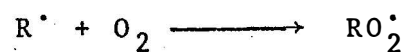
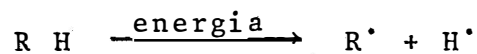
BAUMHOVER (1963) trabalhando com irradiação de *C. hominivorax* (Coq.) verificou que em presença de dióxido de carbono a dose de radiação aplicada para conseguir esterilização precisou ser dobrada em relação à obtida em ambiente de ar.

Outros trabalhos comprovaram que aplicações de oxigênio durante a irradiação de insetos, causaram maiores danos, enquanto o dióxido de carbono, assim como o nitrogênio agem como protetores" da radiação gama. (SMITTLE. 1967; BALDWIN e CHANT, 1970 e SANTOS *et alii*, 1975).

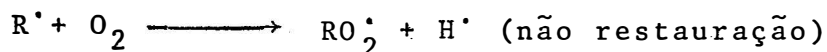
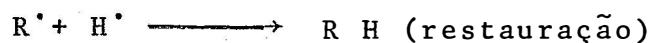
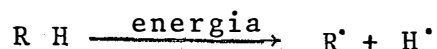
*ARTHUR *et alii* (1979) irradiaram *S. oryzae* com radiação gama em atmosferas de oxigênio e ar (parado e em fluxo), e os resultados não mostraram diferenças significativas dentre as esperanças de vida calculadas dos tratamentos.

A exposição de qualquer substância às radiações ionizantes, que sejam radiações gama, raio-X, partícula beta, alfa ou elétrons acelerados, pode provocar inúmeros fenômenos. Em tecido orgânico, onde predomina o meio aquoso, como é o caso dos seres vivos, um dos principais fenômenos é o da ionização primária e secundária, que causam os efeitos biológicos mais importantes. Os efeitos das radiações podem aumentar com o grau de reprodução das células e diminuir com o grau de diferenciação. (LAMM, 1972).

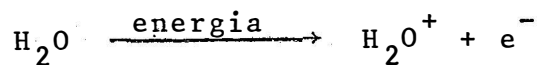
Os efeitos nas células podem ser diretos, oxidando radicais livres nas moléculas, como é explicado por PIZARELLO e WITCOFSKI (1972).



Como reações secundárias tais radicais livres interagem com os constituintes celulares. A maioria das células orgânicas é rica em átomos de hidrogênio formando inúmeras moléculas novas pela simples combinação com tais radicais:



Com o incremento de oxigênio há formação de ozônio que é letal para tecidos vivos. Além disso o oxigênio reage com os radicais formados, como por exemplo:



O ambiente constituído de oxigênio vai atuar também em certos mecanismos que aceleram o metabolismo dos indivíduos. Isso pode ser prejudicial à célula e as consequências podem variar desde a inibição celular até a morte. No caso da inclusão de dióxido de carbono, ocorre que o organismo

mo limita seu metabolismo. Assim as possíveis reações que ocorrem durante a irradiação não são aceleradas devido à presença de elementos não reativos, além de diminuir o metabolismo por anoxia. (WIENDL *et alii*, 1976).

CROMROY (1977) detalha os mecanismos da morte celular e destruição pela radiação e enfatiza o efeito do oxigênio durante a irradiação de material biológico. O mesmo assunto foi tratado por PIZZARELLO e WITCOFSKI (1972).

Trabalho interessante foi desenvolvido por OHNATA *et alii* (1977), que testaram vários gases inertes durante a irradiação de *C. capitata* com o objetivo de minimizar os efeitos indesejáveis da radiação, no processo de esterilização. A dose esterilizante, em ar, foi de 10 krad ao passo que em dióxido de carbono, hélio, nitrogênio e vácuo parcial, para o mesmo grau de esterilização a dose teve que ser de 16 krad.

COLABONE *et alii* (1981) observaram os efeitos dos gases: O_2 , N_2 , CO_2 e H_2 na longevidade e natalidade de *Z. subfasciatus*. Pela análise dos resultados obtidos de esperança de vida, dos insetos observados, concluíram que tratamentos com H_2 e CO_2 foram significativos em relação aos outros gases e estes em relação ao ar, utilizado como testemunha. Quanto à descendência foi observado maior índice nos tratamentos com CO_2 e O_2 .

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na Seção de Entomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), USP, Piracicaba, São Paulo.

A fonte de radiação gama foi um irradiador de Cobalto 60, tipo Gammabeam 650, da Atomic Energy of Canada Ltd., Ottawa, Canadá, com uma atividade de aproximadamente 15.900 Ci no início dos trabalhos. (Figura 1).

Os carunchos (*Zabrotes subfasciatus*) utilizados nesta pesquisa foram provenientes da criação estoque da própria Seção, onde são mantidos em sala climatizada, com umi

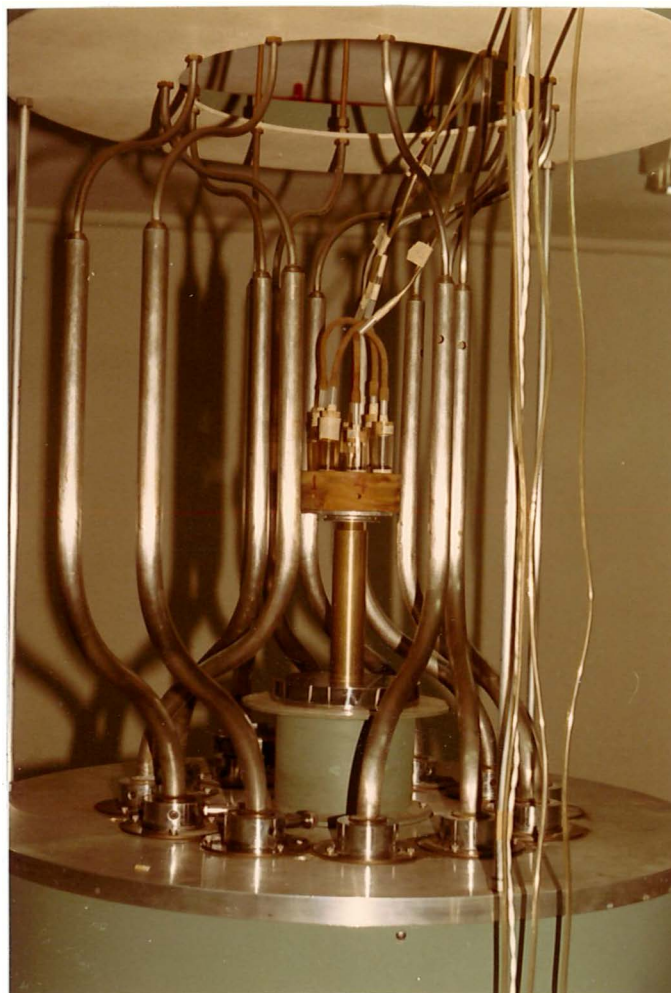


Figura 1. Fonte de radiação gama, podendo-se também observar o bloco de madeira utilizado como suporte, os tubos e as mangueiras injetoras de gases.

dade relativa do ar oscilando entre 70% e 75% e a temperatura praticamente constante a 25°C, com pequenas variações que não ultrapassaram a 1°C. Estas mesmas condições ambientais foram mantidas durante todo o transcorrer dos ensaios.

O feijão utilizado foi o *Phaseolus vulgaris* cultivar Rosinha, o mesmo empregado como substrato para criação estoque. Para que não houvesse interferência de outros insetos que por um acaso se encontrassem no interior dos grãos, estes foram mantidos em baixas temperaturas (-15°C) por 20 dias, a fim de eliminar a infestação latente.

A criação e multiplicação dos carunchos, para a realização de todos os testes, foram feitas em feijão contidos em vidros de boca larga, capacidade de 3 litros, vedados com tampas rosqueáveis contendo tela de latão, malha 200, cobertas com lenço de papel.

Os gases empregados no experimento foram: oxigênio, dióxido de carbono e ar, utilizados de duas maneiras distintas: parados e em fluxo.

O "sistema parado" era obtido introduzindo-se por alguns minutos os gases nos tubos de irradiação (85 mm de altura x 14 mm de diâmetro) contendo já no seu interior os insetos. Após este procedimento os tubos foram arrolhados e le

vados ao irradiador para receberem as respectivas doses de ra
diação. Já no "sistema em fluxo", os gases eram levados até
ao irradiador por intermédio de mangueiras plásticas de peque
no diâmetro e adaptadas ao tubo contendo os insetos e durante
todo o tempo em que estavam sendo submetidos às radiações, os
gases eram injetados no interior destes tubos com um fluxo da
ordem de 700 ml por minuto. A padronização deste fluxo era
obtida com o auxílio de fluxômetros (Roger-Gilmont" nº A-811).

O ar utilizado era proveniente de um compressor
contendo filtro retentor de umidade, do próprio CENA, enquan
to o oxigênio e o dióxido de carbono eram obtidos de garrafas
metálicas produzidos e engarrafados pela S/A White Martins.

Um cilindro de madeira (120 mm de diâmetro por
45 mm de altura) contendo seis orifícios laterais servia de
suporte e base para os tubos de irradiação, sendo três de fun
do telado para dar saída ao fluxo de gases e outros três com
fundo normal fechado com parafina, utilizado no sistema "para
do" (Fig. 2). Os fundos dos tubos foram elevados para coinci
dir com a superfície do cilindro de madeira igual para os dois
sistemas para eliminar erros de geometria.

Este trabalho foi dividido em dois ensaios, ca
da um com suas particularidades próprias e por isso separados
para melhor compreensão da metodologia aplicada.

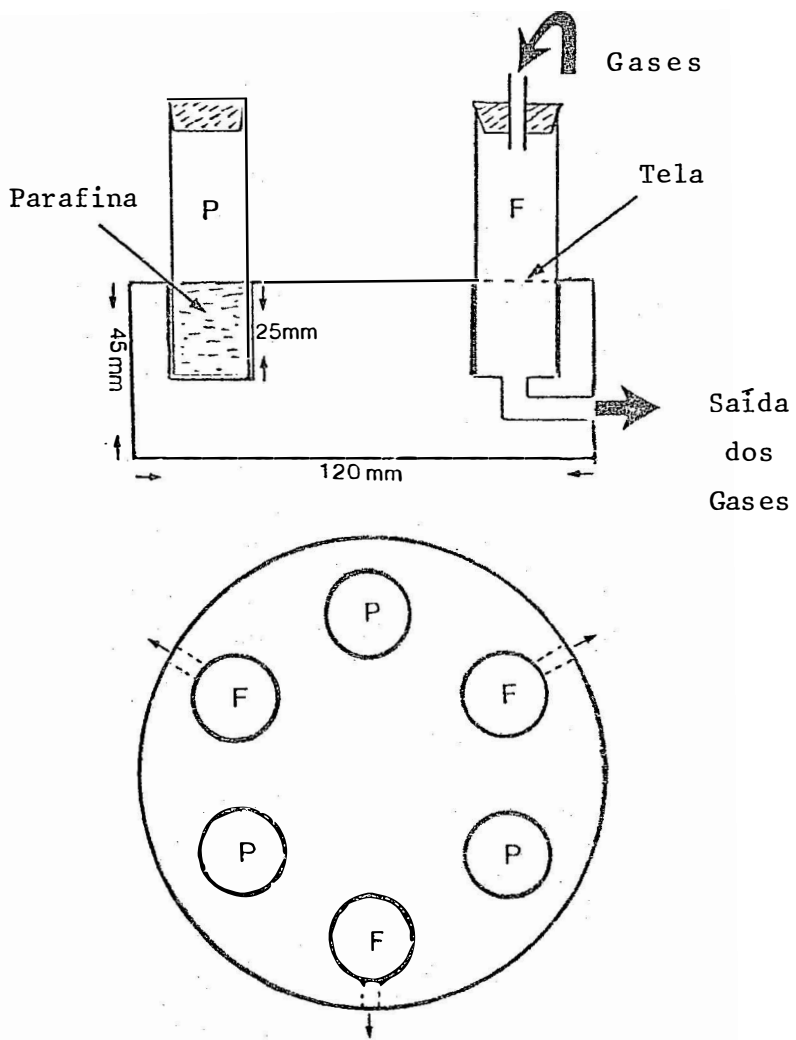


Figura 2. Esquema do bloco de madeira utilizado como base e suporte para os tubos de irradiação. (P - parado; F - fluxo).

Ensaio A. Determinação da dose de radiação gama esterilizante para imagos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), irradiados em diferentes atmosferas gasosas.

Este ensaio teve seu início em novembro de 1978. Foram utilizados 425 vidros pequenos de boca larga, capacidade de 250 ml, de tampas metálicas rosqueáveis, com tela latão, malha 200 mesh, cobertas com lenço de papel. No interior de cada um foi colocado aproximadamente 100 gramas de feijão cultivar Rosinha.

Todos os carunchos utilizados eram de idade conhecida, com no máximo 48 horas após emergência, e em cada vidro foram liberados 10 casais.

Os insetos eram acondicionados nos tubos de irradiação e levados ao irradiador. Somente após receberem o devido tratamento eram liberados dentro dos vidros que continham o substrato alimentar.

A taxa de radiação empregada neste ensaio foi de 52 krad/hora.

O ensaio consistiu de 84 tratamentos, sendo 14

doses de radiação: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15 e 20 krad onde empregaram-se três gases (oxigênio, dióxido de carbono e ar), versus 2 modos de aplicação (parado e fluxo), com 5 repetições. Após a irradiação e inoculação dos insetos nos vidros, estes foram levados para a sala climatizada, onde eram pesados semanalmente a fim de se verificar as variações de peso, de acordo com o método proposto por WIENDL e WALDER (1973).

Com o intuito de verificar as variações de peso, devido à umidade dos grãos manteve-se dentro da mesma sala 5 vidros da mesma maneira dos demais, porém isentos de insetos.

A balança usada para as pesagens foi uma METTLER, modelo P 1200, com capacidade máxima de 1200 gramas e divisões em miligramas.

O ensaio prolongou-se por 30 semanas consecutivas.

Ensaio B: Determinação da dose de radiação gama letal para imagos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), irradiados em diferentes atmosferas gasosas.

Os métodos de coleta e irradiação utilizados neste ensaio foram os mesmos do ensaio anterior.

A taxa de dose aqui utilizada foi da ordem de 385,5 kR/hora (maio/1979), a uma distância de 28 cm. As doses utilizadas foram de 100, 200, 300, 400 e 500 krad, mais a testemunha. Todos os tratamentos foram repetidos três vezes e em cada tratamento utilizaram-se 50 casais com idade máxima de 48 horas.

Imediatamente após a irradiação sob diferentes gases e sistemas, era realizada uma primeira observação quanto à mortalidade. Os sobreviventes eram acondicionados em vidros com capacidade de 30 ml, já rotulados e fechados com tampas plásticas furadas com alfinetes e levados em bandejas para a sala com temperatura e umidade controladas. A mortalidade era observada a cada 12 horas. Os mortos eram retirados, sexados e anotados para o cálculo das respectivas esperança de vida para machos e fêmeas. O inseto era considerado morto quando apresentava ausência total de movimentos.

As esperanças de vida (e_0^x) foram calculadas segundo BARCLEY (1966).

4. RESULTADOS

Ensaio A - Determinação da dose de radiação gama esterilizante para imagos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) irradiados em diferentes atmosferas gasosas.

Os dados porcentuais relativos à variação de peso semanal do feijão (*Phaseolus vulgaris*) utilizado como substrato alimentar pelos insetos irradiados nos diferentes ambientes gasosos estão contidos nas respectivas Tabelas de números 1 a 14. A primeira pesagem foi tomada com índice 100 e as demais variações foram calculadas em relação à ela.

Na Tabela 15 estão resumidas as variações mé

dias em porcentagem, do substrato, para cada dose de radiação aplicada aos insetos nos diferentes gases e sistema de injeção. Estas variações foram calculadas pela diferença de peso verificada entre a primeira e a última pesagem.

A variação de peso do feijão devido somente à variação da umidade relativa do ar da câmara onde se desenvolveu o experimento encontra-se na Tabela 16.

A determinação da dose esterilizante baseou-se na perda de peso dos grãos, visto que o inseto em estudo causa prejuízo somente na fase larval e, conseqüentemente, quando o inseto adulto se torna estéril, devido à radiação, o peso do substrato alimentar não deve cair. Desta maneira a dose de radiação gama esterilizante encontrada para adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) foi de 4 krad em ambiente de oxigênio com fluxo; 5 krad em dióxido de carbono (parado); 6 krad em ar (parado e com fluxo) e também em oxigênio (parado) e de 10 krad quando irradiado em ambiente com fluxo de dióxido de carbono (Tabela 15).

Ensaio B - Determinação da dose letal de radiação gama para adultos, machos e fêmeas, de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), irradiados em diferentes atmosferas gasosas.

Com os resultados das contagens do número de insetos mortos obtidos na determinação da dose letal de radiação em diferentes ambientes gasosos, calcularam-se as respectivas esperanças de vida (e_0^x) em horas. Estes valores encontram-se na Tabela 17 e as médias gerais na Tabela 18.

Tabela 1 - Variação porcentual de peso do substrato causada por *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) irradiados com 0 krad (test.) em diferentes gases. Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	S e m a n a s														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Ar P	100,00	98,08	97,60	96,10	95,73	94,94	91,62	83,32	81,47	79,69	78,07	76,68	75,12	73,70	72,66
Ar F	100,00	99,15	98,08	97,07	96,83	96,25	93,70	85,31	83,66	82,27	80,92	79,76	78,61	77,57	76,78
O ₂ P	100,00	99,56	98,47	97,77	97,48	97,25	96,31	88,28	86,26	84,89	83,40	81,44	79,69	77,67	76,24
O ₂ F	100,00	99,11	97,97	96,84	96,66	96,07	92,25	82,49	80,64	79,04	77,57	76,31	74,80	73,47	72,41
CO ₂ P	100,00	99,23	98,14	97,12	96,99	94,41	91,26	83,23	81,39	79,64	77,98	76,57	74,54	73,03	71,90
CO ₂ F	100,00	99,19	98,07	96,99	96,75	96,15	92,88	84,32	82,69	81,23	79,66	78,10	76,65	75,36	74,32

(Continuação)	S e m a n a s														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ar P	71,33	70,02	68,83	67,55	66,51	65,49	64,56	64,12	63,67	63,20	63,05	62,76	62,64	62,44	62,45
Ar F	75,68	74,65	73,66	72,57	71,61	70,69	69,80	69,80	69,66	68,06	67,85	67,49	67,29	66,98	66,91
O ₂ P	74,58	73,09	72,14	71,13	70,20	69,46	68,79	68,23	67,68	67,48	67,65	67,95	68,22	68,43	68,52
O ₂ F	71,32	70,36	69,31	68,27	67,52	66,81	66,08	65,73	65,26	64,83	64,68	64,42	64,29	64,04	64,00
CO ₂ P	70,74	69,68	68,63	67,51	66,70	65,91	65,09	64,75	64,29	63,89	63,75	63,58	63,46	63,27	63,31
CO ₂ F	73,03	71,97	70,98	69,97	69,23	68,42	67,63	67,28	66,82	66,34	66,17	65,93	65,79	65,54	65,51

Tabela 2 - Variação porcentual de peso do substrato causada por *Zabrotes subglaciatius* (Boh.) irradiados com 1 krad em diferentes gases. Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	S e m a n a s														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Ar P	100,00	92,25	98,33	97,88	97,34	96,98	95,46	89,96	88,34	87,39	86,28	83,28	81,81	80,02	78,69
Ar F	100,00	99,38	98,63	98,28	97,89	97,60	96,06	90,05	88,40	87,46	86,38	84,77	85,85	82,89	81,79
O ₂ P	100,00	99,42	98,75	98,43	98,10	97,90	96,99	92,91	91,07	90,20	89,47	86,87	85,16	83,99	82,94
O ₂ F	100,00	99,36	98,56	98,17	97,74	97,51	96,25	92,19	90,63	89,93	88,80	85,48	83,97	82,85	81,46
CO ₂ P	100,00	99,40	98,72	98,38	97,96	97,78	96,54	91,47	89,52	88,59	87,74	85,40	83,92	82,82	81,81
CO ₂ F	100,00	99,27	96,50	95,91	95,41	95,06	92,86	85,09	85,02	81,82	80,71	79,15	78,12	76,96	75,73

Trat.	S e m a n a s														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ar P	77,00	74,48	72,61	70,98	69,42	57,86	66,70	65,63	64,83	64,29	63,62	63,21	68,82	62,75	62,89
Ar F	80,59	79,25	77,80	66,69	75,76	74,56	73,77	72,95	72,35	71,95	71,34	70,91	70,52	70,49	70,63
O ₂ P	81,70	80,62	79,57	78,79	78,32	77,57	77,16	76,74	76,47	76,36	76,02	75,74	75,52	75,51	75,63
O ₂ F	79,75	78,25	76,68	75,43	74,45	73,27	75,52	71,71	71,10	70,76	70,22	69,77	69,45	69,34	69,46
CO ₂ P	80,52	79,39	78,16	77,32	76,79	75,87	75,31	74,76	74,41	74,32	73,99	73,76	73,62	73,69	73,94
CO ₂ F	74,20	72,93	71,44	70,29	69,39	68,26	67,55	66,81	66,33	66,09	65,66	65,38	65,16	65,22	65,43

(Continuação)

Tabela 3 - Variação porcentual de peso do substrato causada por *Zabrotes subaeneatus* (Boh.) irradiados com 2 krad em diferentes gases. Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	S e m a n a s														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Ar P	100,00	99,24	98,40	97,81	97,37	96,88	95,53	92,84	92,03	91,48	90,12	84,44	82,48	81,16	79,80
Ar F	100,00	99,33	98,65	98,37	97,95	97,56	96,32	93,37	92,57	92,07	90,61	85,61	83,95	82,79	81,59
O ₂ P	100,00	99,41	98,78	98,60	98,21	97,83	97,09	95,53	94,86	94,54	94,16	89,81	86,61	85,26	84,20
O ₂ F	100,00	99,21	98,42	97,98	97,61	97,14	96,07	93,97	93,34	92,98	91,92	85,67	83,72	82,61	81,49
CO ₂ P	100,00	99,41	98,80	98,61	98,25	97,85	97,03	94,76	93,73	93,21	92,67	89,55	87,11	85,73	84,73
CO ₂ F	100,00	99,18	98,25	97,71	97,22	96,61	94,86	89,97	88,59	87,76	86,67	84,80	83,96	83,07	82,14

(Continuação)

Trat.	S e m a n a s														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ar P	78,01	76,46	74,64	73,55	72,48	71,39	70,50	69,73	68,96	68,38	67,72	67,09	66,49	66,20	66,05
Ar F	80,13	78,81	77,13	75,93	74,65	73,41	72,44	71,49	70,68	70,17	69,53	68,94	68,42	68,20	68,14
O ₂ P	82,92	81,77	80,62	80,06	79,52	78,94	78,57	78,22	77,95	77,81	77,43	77,01	76,72	76,63	76,91
O ₂ F	79,97	78,90	77,75	77,04	76,30	75,50	74,84	74,23	73,67	73,24	72,60	71,94	71,50	71,26	71,13
CO ₂ P	83,38	82,14	80,96	80,35	79,65	78,88	78,44	78,00	77,71	77,51	77,13	76,78	76,56	76,50	76,31
CO ₂ F	80,22	79,80	78,55	77,58	76,50	75,51	74,66	73,89	73,29	72,94	72,46	72,04	71,70	71,61	71,62

Tabela 4 - Variação porcentual de peso do substrato causada por *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) irradiados com 3 krad em diferentes gases. Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	S e m a n a s														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Ar P	100,00	99,21	98,15	97,69	97,30	96,86	96,14	94,94	94,37	93,96	93,59	88,23	84,90	83,60	82,42
Ar F	100,00	99,36	98,48	98,11	97,85	97,50	96,85	95,89	95,40	95,05	94,69	88,96	85,72	84,53	83,27
O ₂ P	100,00	99,48	98,77	98,64	98,39	98,14	97,59	97,00	96,65	96,39	96,33	95,84	94,02	93,25	92,63
O ₂ F	100,00	97,40	94,96	94,71	94,32	93,95	93,36	92,73	92,47	92,23	92,18	91,62	90,48	90,22	89,83
CO ₂ P	100,00	99,49	98,79	98,61	98,36	98,11	97,57	96,71	96,21	95,90	95,76	94,26	90,60	89,62	88,83
CO ₂ F	100,00	99,27	98,20	97,78	97,32	96,91	96,02	93,59	92,44	91,78	91,04	87,00	85,19	84,13	83,13

(Continuação)

Trat.	S e m a n a s														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ar P	80,90	79,71	78,14	76,98	75,63	74,31	73,39	72,31	71,40	70,54	69,75	69,02	69,43	69,02	68,88
Ar F	81,67	80,92	78,76	77,57	76,46	75,22	74,39	73,37	72,59	71,84	71,06	70,34	69,43	69,02	68,88
O ₂ P	92,00	89,70	87,87	87,10	86,47	85,15	84,21	83,62	83,29	83,06	82,59	82,17	81,72	81,65	81,72
O ₂ F	88,98	87,04	85,78	85,20	84,17	82,55	81,42	80,62	80,13	79,63	79,04	78,63	77,98	77,92	77,80
CO ₂ P	87,90	86,50	85,14	84,55	84,10	83,20	82,58	82,13	81,90	81,71	81,23	80,77	80,44	80,36	80,40
CO ₂ F	81,90	80,94	79,73	78,88	78,05	77,04	76,51	75,79	75,30	74,81	74,26	73,93	73,31	73,06	73,00

Tabela 5 - Variação porcentual de peso do substrato causada por *Zabrotes subgossicatus* (Boh.) irradiados com 4 krad em diferentes gases. Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	S e m a n a s														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Ar P	100,00	99,65	98,99	98,50	98,12	97,71	97,49	97,24	97,20	97,21	97,14	95,35	94,41	94,03	93,29
Ar F	100,00	99,62	99,03	98,56	98,17	97,81	97,65	97,47	97,51	97,56	97,74	96,95	96,58	96,51	96,26
O ₂ P	100,00	99,81	99,38	98,99	98,83	98,51	98,45	98,40	98,48	98,52	98,70	98,51	98,47	98,51	98,54
O ₂ F	100,00	99,70	99,21	98,80	98,53	98,17	98,09	98,04	98,14	98,22	98,42	98,28	98,23	98,29	98,30
CO ₂ P	100,00	99,89	99,29	98,95	98,71	98,39	98,30	98,02	98,04	98,03	98,11	97,03	96,67	95,73	95,40
CO ₂ F	100,00	99,63	98,96	98,42	97,97	97,62	97,09	96,20	96,01	95,75	95,09	90,57	88,81	87,87	86,63

(Continuação)

Trat.	S e m a n a s														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ar P	89,82	86,56	85,21	84,38	83,02	81,64	80,65	79,79	79,10	78,38	77,93	77,82	78,27	78,71	78,63
Ar F	95,07	94,00	93,54	93,38	92,89	92,41	92,18	91,99	91,96	91,64	91,10	91,30	91,90	92,56	92,67
O ₂ P	98,36	97,91	97,53	97,51	97,36	97,08	96,75	96,59	96,62	96,39	96,41	96,65	97,35	98,13	98,34
O ₂ F	98,24	98,18	98,19	98,40	98,35	98,38	98,56	98,51	98,71	98,55	98,69	98,91	99,52	100,29	100,57
CO ₂ P	94,59	92,96	91,93	91,61	91,09	90,46	89,92	89,50	89,25	88,84	88,58	88,58	89,09	89,71	89,84
CO ₂ F	85,15	83,94	83,18	82,89	82,14	81,62	81,39	81,12	80,95	80,43	80,05	80,15	80,70	81,22	81,21

Tabela 6 - Variação porcentual de peso do substrato causada por *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) irradiados com 5 krad em diferentes gases. Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	S e m a n a s														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Ar P	100,00	99,70	99,02	98,40	98,07	97,77	97,60	97,54	97,64	97,68	97,76	97,30	97,05	97,04	96,78
Ar F	100,00	99,74	99,17	98,61	98,33	98,03	97,89	97,82	97,93	97,93	97,96	98,10	97,49	96,80	96,55
O ₂ P	100,00	99,90	99,43	98,97	98,76	98,55	98,49	98,47	98,66	98,75	98,89	98,58	98,26	98,27	98,19
O ₂ F	100,00	99,73	99,18	98,58	98,30	98,05	97,91	97,91	98,03	98,05	98,21	98,07	98,00	98,13	98,15
CO ₂ P	100,00	99,85	99,42	98,95	98,73	98,52	98,43	98,43	98,58	98,65	98,81	98,71	98,65	98,76	98,78
CO ₂ F	100,00	99,52	98,80	98,10	97,74	97,43	96,98	96,56	96,54	96,48	95,78	93,13	91,76	91,83	90,08

(Continuação)	S e m a n a s														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ar P	95,30	94,50	94,09	93,93	93,37	92,94	92,79	92,74	92,45	92,20	92,41	92,70	93,38	93,93	94,12
Ar F	95,16	93,40	92,64	92,27	91,53	90,81	90,43	90,25	90,00	89,60	89,56	89,74	90,37	90,86	90,96
O ₂ P	97,66	96,70	96,30	96,26	95,92	95,57	95,38	95,34	95,29	95,13	95,31	95,42	95,72	96,19	96,36
O ₂ F	98,13	98,20	98,17	98,33	98,23	98,22	98,49	98,68	98,85	98,83	99,13	99,59	101,44	101,10	101,44
CO ₂ P	98,71	98,77	98,72	98,88	98,81	98,78	99,04	99,23	99,40	99,38	99,71	100,13	100,94	101,62	101,94
CO ₂ F	88,41	87,19	86,42	86,00	85,08	84,28	83,88	83,67	83,29	82,69	82,38	82,46	82,80	83,08	82,95

Tabela 7 - Variação percentual de peso do substrato causada por *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) irradiados com 6 krad em diferentes Gases. Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	S e m a n a s														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Ar P	100,00	99,75	99,19	98,64	98,37	98,17	97,97	98,02	98,06	98,11	98,24	98,11	97,99	98,12	98,14
Ar F	100,00	99,90	99,56	99,11	98,95	98,77	98,63	98,75	98,78	98,90	99,02	98,93	98,85	98,97	99,00
O ₂ P	100,00	99,78	99,30	98,74	98,50	98,37	98,17	98,25	98,27	98,36	98,46	98,38	98,27	98,40	98,41
O ₂ F	100,00	99,82	99,37	98,87	98,64	98,44	98,29	98,37	98,37	98,44	98,56	98,48	98,38	98,50	98,52
CO ₂ P	100,00	99,83	99,41	98,93	98,72	98,51	98,35	98,40	98,46	98,54	98,67	98,58	98,49	98,64	98,69
CO ₂ F	100,00	99,65	98,89	98,24	97,86	97,59	97,30	97,13	97,10	97,09	97,08	95,55	94,24	93,75	93,13

(Continuação)

Trat.	S e m a n a s														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ar P	98,16	98,23	98,10	98,29	98,21	98,14	98,32	98,60	98,85	98,79	98,99	99,28	99,97	100,83	101,39
Ar F	99,04	99,09	98,98	99,18	99,08	99,00	99,14	99,43	99,64	99,61	99,80	100,09	100,82	101,66	102,20
O ₂ P	98,44	98,50	98,39	98,57	98,48	98,41	98,57	98,82	99,04	99,01	99,20	99,48	100,15	101,02	101,52
O ₂ F	98,55	98,61	98,51	98,69	98,61	98,52	98,66	98,79	99,11	99,09	99,31	99,61	100,29	101,10	101,55
CO ₂ P	98,69	98,75	98,65	98,84	98,73	98,65	98,80	99,06	99,25	99,24	99,47	99,74	100,46	101,29	101,77
CO ₂ F	91,87	90,81	89,96	89,66	88,92	88,01	87,50	87,37	87,26	86,83	86,65	86,69	87,16	87,74	88,04

Tabela 8 - Variação porcentual de peso do substrato causada por *Zabrotes subgasciatus* (Boh.) irradiado com 7 krad em diferentes gases. Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	S e m a n a s														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Ar P	100,00	98,49	97,87	97,28	97,06	96,74	96,58	96,54	96,55	96,49	96,64	96,55	96,40	96,55	96,56
Ar F	100,00	99,75	99,25	98,80	98,64	98,34	98,20	98,20	98,16	98,16	98,33	98,24	98,13	98,26	98,28
O ₂ P	100,00	99,65	99,28	98,88	98,78	98,56	98,48	98,46	98,45	98,45	98,61	98,53	98,39	98,53	98,55
O ₂ F	100,00	99,73	99,22	98,72	98,54	98,25	98,14	98,11	98,08	98,09	98,27	98,19	98,08	98,22	98,25
CO ₂ P	100,00	99,84	99,75	99,02	98,92	98,76	98,69	98,68	98,71	98,74	98,93	98,86	98,78	98,91	98,94
CO ₂ F	100,00	99,53	98,63	97,86	97,55	97,22	97,03	96,91	96,82	96,80	96,91	96,71	96,25	96,31	96,23

Trat.	S e m a n a s														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ar P	96,57	96,59	96,46	96,77	96,76	96,73	96,89	97,19	97,39	97,38	97,68	98,08	98,87	99,72	100,25
Ar F	98,32	98,25	98,22	98,48	98,46	98,46	98,61	98,92	99,14	99,10	99,45	99,84	100,58	101,40	101,94
O ₂ P	98,57	98,59	98,48	98,75	98,75	98,73	98,89	99,18	99,35	99,36	99,68	100,07	100,84	101,63	102,19
O ₂ F	98,29	98,21	98,16	98,42	98,39	98,40	98,56	98,86	99,04	99,05	99,40	99,81	100,59	101,43	102,02
CO ₂ P	98,99	98,91	98,86	99,09	99,06	99,08	99,22	99,50	99,68	99,69	100,01	100,42	101,16	101,91	102,47
CO ₂ F	96,10	95,41	94,80	94,98	94,79	94,26	92,39	91,28	90,75	90,12	89,61	89,17	89,43	89,75	89,93

(Continuação)

Tabela 9 - Variação percentual de peso do substrato causada por *Zabrotes subobscurus* (Boh.) irradiados com 8 krad em diferentes gases. Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	S e m a n a s														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Ar P	100,00	99,62	99,04	98,75	98,52	98,36	98,36	98,41	98,42	98,63	98,50	98,39	98,51	98,51	98,53
Ar F	100,00	99,66	99,07	98,83	98,66	98,53	98,57	98,63	98,64	98,86	98,74	98,64	98,78	98,78	98,80
O ₂ P	100,00	99,58	99,06	98,74	98,47	98,53	98,32	98,36	98,32	98,53	98,41	98,31	98,43	98,44	98,46
O ₂ F	100,00	99,68	99,19	98,99	98,78	98,63	98,63	98,36	98,76	98,93	98,79	98,71	98,84	98,85	98,86
CO ₂ P	100,00	99,67	99,17	98,89	98,76	98,57	98,56	98,61	98,65	98,83	98,70	98,59	98,72	98,71	98,72
CO ₂ F	100,00	99,58	98,98	98,67	98,42	98,25	98,28	98,30	98,27	98,49	98,24	97,68	97,63	97,48	97,29

Trat.	S e m a n a s														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ar P	98,62	98,51	98,63	98,71	98,52	98,67	98,93	99,15	99,11	99,44	100,05	100,84	101,40	101,81	102,24
Ar F	98,90	98,81	98,93	99,00	98,87	98,98	99,26	99,47	99,44	99,73	100,35	101,07	101,66	102,16	102,61
O ₂ P	98,54	98,46	98,56	98,63	98,51	98,65	98,85	99,03	99,00	99,26	99,81	100,58	101,13	101,48	101,90
O ₂ F	98,95	98,83	98,97	99,03	98,90	99,02	99,27	99,54	99,49	99,97	100,52	101,22	101,74	102,22	102,65
CO ₂ P	98,81	98,70	98,83	98,91	98,74	98,88	99,17	99,39	99,34	99,72	100,28	101,01	101,53	101,96	102,36
CO ₂ F	96,55	95,84	95,67	95,46	94,81	94,04	93,64	93,14	92,85	92,72	92,80	92,60	92,58	92,53	92,51

(Continuação)

Tabela 10 - Variação porcentual de peso do substrato causada por *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) irradiados com 9 krad em diferentes gases. Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	S e m a n a s														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Ar P	100,00	99,39	98,57	98,20	98,02	97,86	97,91	98,01	98,09	98,23	98,18	98,20	98,22	98,27	98,25
Ar F	100,00	99,52	98,88	98,59	98,46	98,31	98,37	98,50	98,61	98,74	98,69	98,72	98,76	98,82	98,79
O ₂ P	100,00	99,48	98,84	98,60	98,47	98,36	98,41	98,57	98,72	98,81	98,76	98,79	98,82	98,88	98,86
O ₂ F	100,00	99,46	98,77	98,52	98,40	98,24	98,32	98,43	98,53	98,67	98,62	98,66	98,68	98,74	98,71
CO ₂ P	100,00	99,62	99,05	98,83	98,69	98,57	98,66	98,83	98,95	99,09	99,04	99,06	99,10	99,16	99,15
CO ₂ F	100,00	99,54	98,90	98,63	98,47	98,32	98,35	98,43	98,51	98,62	98,47	98,03	97,80	97,73	97,38

Trat.	S e m a n a s														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ar P	98,39	98,13	98,25	98,34	98,18	98,44	98,68	98,78	98,84	99,22	99,68	100,49	100,98	101,51	101,77
Ar F	98,94	98,68	98,81	98,91	98,73	90,01	99,25	99,33	99,41	99,76	100,25	101,05	101,55	102,04	102,33
O ₂ P	98,99	98,70	98,83	98,93	98,75	98,98	99,21	99,30	99,36	99,69	100,15	100,92	101,40	101,91	102,17
O ₂ F	98,75	98,61	98,75	98,84	98,68	98,97	99,19	99,30	99,39	99,71	100,19	100,98	101,49	102,07	102,36
CO ₂ P	99,26	99,00	99,12	99,15	99,08	99,27	99,54	99,62	99,69	100,02	100,49	101,26	101,75	102,28	102,57
CO ₂ F	95,68	94,91	94,64	94,35	93,68	93,45	93,35	93,11	92,92	93,02	93,29	93,94	94,29	94,65	94,77

(Continuação)

Tabela 11 - Variação porcentual de peso do substrato causada por *Zabrotes subquadratus* (Boh.) irradiados com 10 krad em diferentes gases. Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	S e m a n a s														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Ar P	100,00	99,35	98,59	98,17	97,94	97,70	97,72	97,72	97,72	97,83	97,80	97,77	97,85	97,83	97,87
Ar F	100,00	99,53	98,91	98,60	98,43	98,19	98,26	98,33	98,37	98,48	98,42	98,35	98,44	98,41	98,41
O ₂ P	100,00	99,55	98,93	98,63	98,47	98,29	98,35	98,40	98,39	98,50	98,50	98,47	98,55	98,54	98,57
O ₂ F	100,00	99,53	98,94	98,63	98,45	98,19	98,27	98,32	98,35	98,46	98,41	98,35	98,44	98,42	98,46
CO ₂ P	100,00	99,47	98,83	98,51	98,29	98,03	98,09	98,13	98,15	98,24	98,20	98,17	98,28	98,25	98,24
CO ₂ F	100,00	99,52	98,90	98,59	98,41	98,19	98,26	98,31	98,32	98,42	98,40	98,36	98,47	98,44	98,46

(Continuação)

Trat.	S e m a n a s														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ar P	98,04	97,91	98,09	97,98	97,80	97,99	98,18	98,29	98,40	98,78	99,34	100,11	100,62	101,30	101,65
Ar F	98,63	98,47	98,61	98,61	98,46	98,74	98,87	98,99	99,07	99,42	99,94	100,73	101,26	101,83	102,17
O ₂ P	98,72	98,61	98,78	98,69	98,55	98,72	98,87	98,97	99,09	99,46	100,03	100,80	101,29	101,89	102,24
O ₂ F	98,62	98,47	98,58	98,58	98,44	98,67	98,79	98,92	99,01	99,39	99,94	100,72	101,22	101,82	102,16
CO ₂ P	98,94	98,27	98,35	98,35	98,21	98,39	98,55	98,66	98,77	99,13	99,74	100,48	100,93	101,52	101,86
CO ₂ F	98,66	98,50	98,60	98,57	98,42	98,62	98,77	98,91	99,00	99,38	99,98	100,69	101,18	101,80	102,17

Tabela 12 - Variação porcentual de peso do substrato causada por *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) irradiados com 12 krad em diferentes gases. Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	S e m a n a s														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Ar P	100,00	99,30	98,63	98,19	97,96	97,78	97,76	97,84	97,88	97,95	97,89	97,90	97,96	97,95	97,94
Ar F	100,00	90,44	98,95	98,61	98,46	98,34	98,37	98,46	98,53	98,66	98,64	98,67	98,74	98,74	98,76
O ₂ P	100,00	99,59	99,10	98,82	98,72	98,62	98,64	98,78	98,85	98,90	98,82	98,82	98,89	98,89	98,88
O ₂ F	100,00	99,40	98,88	98,53	98,42	98,31	98,33	98,45	98,52	98,63	98,60	98,63	98,70	98,70	98,69
CO ₂ P	100,00	99,45	98,89	98,55	98,40	98,26	98,32	98,37	98,32	98,38	98,32	98,31	98,38	98,37	98,36
CO ₂ F	100,00	99,39	98,88	98,52	98,32	98,20	98,23	98,35	98,43	98,58	98,55	98,54	98,64	98,69	98,71

(Continuação)

Trat.	S e m a n a s														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ar P	97,98	97,81	97,99	97,97	97,95	98,17	98,28	98,51	98,58	98,89	99,26	100,11	100,79	101,37	101,76
Ar F	98,81	98,64	98,84	98,83	98,80	99,03	99,13	99,31	99,41	99,71	100,07	100,94	101,57	102,15	102,53
O ₂ P	98,92	98,74	98,95	98,93	98,91	99,12	99,27	99,48	99,55	99,86	100,19	101,02	101,65	102,26	102,63
O ₂ F	98,74	98,59	98,78	98,76	98,74	98,96	99,06	99,27	99,36	99,72	100,08	100,94	101,57	102,17	102,56
CO ₂ P	98,39	98,23	98,42	98,43	98,37	98,58	98,73	98,94	99,00	99,32	99,66	100,50	101,11	101,73	102,12
CO ₂ F	98,76	98,56	98,78	98,77	98,76	99,00	99,05	99,25	99,36	99,65	99,99	100,82	101,47	102,06	102,43

Tabela 13 - Variação porcentual de peso do substrato causada por *Zabrotes subgaseatus* (Boh.) irradiados com 15 krad em diferentes gases. Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	S e m a n a s														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Ar P	100,00	99,33	99,07	98,37	98,11	97,96	97,99	98,04	98,10	98,24	98,12	98,13	98,20	98,25	98,21
Ar F	100,00	99,50	98,95	98,66	98,51	98,40	98,46	98,51	98,59	98,75	98,63	98,65	98,75	98,80	98,75
O ₂ P	100,00	99,46	98,94	98,66	98,48	98,38	98,44	98,52	98,57	98,70	98,60	98,61	98,69	98,72	98,68
O ₂ F	100,00	99,45	98,89	98,56	98,34	98,23	98,28	98,31	98,37	98,53	98,43	98,45	98,54	98,64	98,55
CO ₂ P	100,00	99,43	98,86	98,55	98,36	98,18	98,22	98,25	98,31	98,44	98,34	98,31	98,41	98,48	98,42
CO ₂ F	100,00	99,44	98,93	98,52	98,36	98,25	98,32	98,35	98,43	98,60	98,50	98,51	98,61	98,66	98,62

(Continuação)	S e m a n a s														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ar P	98,22	98,02	98,28	98,22	98,21	98,42	98,51	98,67	98,84	99,20	99,57	100,31	101,32	101,64	101,97
Ar F	98,80	98,62	98,87	98,81	98,81	99,03	99,15	99,30	99,43	99,79	100,21	101,92	101,78	102,23	102,57
O ₂ P	98,74	98,55	98,84	98,77	98,78	98,96	99,14	99,24	99,37	99,69	100,07	100,78	101,58	102,01	102,37
O ₂ F	98,64	98,47	98,69	98,63	98,65	98,85	99,02	99,14	99,27	99,60	100,03	100,76	101,57	101,99	102,35
CO ₂ P	98,47	98,27	98,49	98,49	98,45	98,66	98,77	98,90	99,04	99,39	99,78	100,49	101,28	101,76	102,06
CO ₂ F	98,67	98,48	98,76	98,67	98,69	98,88	99,06	99,18	99,31	99,66	100,06	100,81	101,63	102,01	102,42

Tabela 14 - Variação percentual de peso do substrato causada por *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) irradiados com 20 krad em diferentes gases. Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	S e m a n a s														
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Ar P	100,00	99,35	98,63	98,20	98,00	97,80	97,82	97,80	97,83	97,98	97,89	97,89	97,95	97,94	97,92
Ar F	100,00	99,55	99,00	98,68	98,53	98,39	98,44	98,46	98,46	98,67	98,60	98,65	98,72	98,75	98,73
O ₂ P	100,00	99,56	99,04	98,76	98,58	98,42	98,48	98,53	98,58	98,74	98,65	98,63	98,72	98,68	98,65
O ₂ F	100,00	99,47	99,92	98,60	98,40	98,25	98,33	98,36	98,42	98,55	98,40	98,33	98,46	98,39	98,42
CO ₂ P	100,00	99,41	98,74	98,37	98,15	97,96	97,98	97,97	97,97	98,14	98,05	98,08	98,14	98,15	98,12
CO ₂ F	100,00	99,49	98,93	98,62	98,41	98,26	98,33	98,34	98,40	98,55	98,44	98,38	98,47	98,42	98,42

(Continuação)

Trat.	S e m a n a s														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ar P	98,11	98,03	98,20	98,13	98,00	98,23	98,32	98,48	98,51	98,88	99,27	100,10	100,76	101,21	101,65
Ar F	98,90	98,81	99,02	98,94	98,81	99,02	99,09	99,26	99,34	99,69	100,04	100,85	101,55	102,02	102,44
O ₂ P	98,87	98,79	98,94	98,88	98,78	99,00	99,09	99,24	99,27	99,68	100,03	100,83	101,47	101,89	102,32
O ₂ F	98,61	98,38	98,59	98,61	98,51	98,77	98,83	98,99	99,04	99,42	99,98	100,74	101,37	101,79	102,22
CO ₂ P	98,28	98,21	98,38	98,38	98,18	98,39	98,47	98,62	98,66	99,02	99,40	100,17	100,83	101,27	101,68
CO ₂ F	98,62	98,50	98,68	98,63	98,53	98,77	98,83	98,99	99,06	99,43	99,89	100,69	101,32	101,76	102,21

Tabela 15 - Médias das variações de peso (%) do feijão atacado por *Zabrotes subjascautus* (Hoh.) irradiado com diferentes doses de radiação em diferentes ambientes gasosos. Diferença entre a primeira e a última pesagem (30 semanas). Piracicaba, SP., 1979.

Trat.	Test.	Doses (krad)																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20						
Ar P	-37,54	-37,10	-33,94	-32,26	-21,36	-5,87	1,39	0,25	2,24	1,77	1,65	1,76	1,97	1,65						
Ar F	-33,08	-29,36	-31,85	-31,11	-7,32	-9,03	2,20	1,94	2,61	2,33	2,17	2,53	2,57	2,44						
O ₂ P	-31,47	-24,36	-23,08	-18,27	-1,65	-3,63	1,52	2,19	1,90	2,17	2,24	2,63	2,37	2,32						
O ₂ F	-35,99	-30,53	-28,86	-22,19	0,57	1,44	1,55	2,02	2,65	2,36	2,16	2,56	2,35	2,22						
CO ₂ P	-36,68	-26,05	-23,68	-19,59	-10,15	1,94	1,77	2,47	2,36	2,57	1,86	2,12	2,06	1,68						
CO ₂ F	-34,48	-34,56	-28,37	-26,99	-18,78	-7,04	-11,95	-1,33	-7,48	-5,22	2,17	2,43	2,42	2,21						

Tabela 16 - Variação de peso do feijão (*Phaseolus vulgaris*) isento de insetos, devido à variação da umidade relativa do ar, durante as 30 semanas. (Peso inicial = 100). Piracicaba, SP., 1979.

Rep.	Sem. 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
1	100,00	99,50	98,95	98,66	98,51	98,40	98,46	98,51	98,59	98,75	98,63	98,65	98,75	98,80	98,75
2	100,00	99,55	99,00	98,68	98,53	98,39	98,44	98,46	98,46	98,67	98,60	98,65	98,72	98,75	98,73
3	100,00	99,47	98,92	98,60	98,40	98,25	98,33	98,36	98,42	98,55	98,40	98,33	98,46	98,39	98,42
4	100,00	99,41	98,74	98,37	98,15	97,96	97,98	97,97	97,97	98,14	98,05	98,08	98,14	98,15	98,12
5	100,00	99,49	98,93	98,62	98,41	98,26	98,33	98,34	98,40	98,55	98,44	98,38	98,47	98,42	98,52
Média	100,00	99,48	98,90	98,58	98,40	98,25	98,30	98,32	98,36	98,53	98,42	98,41	98,50	98,50	98,48

(Continuação)

Rep.	Sem. 16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	98,80	98,62	98,87	98,81	98,81	99,03	99,15	99,30	99,43	99,79	100,21	100,92	101,78	102,23	102,57
2	98,90	98,81	99,02	98,94	98,81	99,02	99,02	99,26	99,34	99,69	100,04	100,85	101,55	102,02	102,44
3	98,61	98,38	98,59	98,61	98,51	98,77	98,83	98,99	99,04	99,42	99,98	100,74	101,37	101,79	102,22
4	98,28	98,21	98,38	98,38	98,18	98,39	98,47	98,62	98,66	99,02	99,40	100,17	100,83	101,27	101,68
5	98,62	98,50	98,68	98,63	98,53	98,77	98,83	98,99	99,06	99,43	99,82	100,69	101,32	101,76	102,21
Média	98,64	98,50	98,50	98,67	98,56	98,79	98,86	99,03	99,10	99,47	99,89	100,67	101,37	101,81	102,22

Tabela 17 - Esperanças de vida (e_0^x) calculada em horas para ábultos de *Zabrotes subaenoiatus* (Boh.) irradiados em ambientes gasosos diferentes com altas doses de radiação gama. Piracicaba, SP., 1979.

Doses (krad)	Tratamentos (Gases)																	
	Ar Parado			Ar Fluxo			O ₂ Parado			O ₂ Fluxo			CO ₂ Parado			CO ₂ Fluxo		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*
m	473,27	478,75	427,50	498,25	533,64	491,25	448,50	469,59	456,00	407,50	462,00	437,06	413,08	435,75	416,40	521,23	478,70	469,20
0 f	372,13	546,82	482,61	596,00	588,46	532,35	613,20	595,60	508,07	323,61	365,78	488,40	367,02	408,46	466,00	595,33	522,24	451,15
m	234,94	236,59	236,88	228,96	231,55	229,62	237,91	240,72	238,23	226,65	214,85	225,25	241,76	232,80	231,55	439,20	429,50	440,57
100 f	262,96	258,96	269,50	282,77	268,40	265,20	275,87	265,44	263,28	236,94	243,12	257,50	282,24	265,68	270,77	467,35	479,37	462,00
m	139,85	141,32	144,86	143,29	135,06	143,76	149,79	150,00	140,75	144,12	142,56	144,82	120,12	135,84	134,75	285,06	303,84	288,24
200 f	150,75	151,47	151,50	142,24	151,22	144,12	151,36	155,39	156,82	150,48	144,82	149,76	151,50	150,24	142,94	324,96	337,00	324,98
m	84,00	90,00	88,62	87,50	102,84	86,33	84,42	84,61	91,33	87,60	79,92	87,02	70,56	67,22	88,82	179,18	159,06	138,23
300 f	85,68	89,74	79,11	68,88	67,71	75,41	84,24	92,36	89,52	92,94	96,61	96,23	74,40	70,32	75,18	125,31	156,25	131,56
m	28,67	30,98	24,48	31,47	30,68	31,47	35,18	36,23	36,40	41,25	40,17	37,53	28,56	22,41	29,00	26,94	23,65	22,32
400 f	25,75	28,04	27,46	29,29	27,00	26,75	25,38	28,53	22,88	32,54	36,86	32,40	22,80	19,92	22,32	21,36	21,29	23,65
m	10,08	10,32	9,84	7,20	7,92	7,68	9,36	10,55	9,36	11,04	9,84	9,36	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
500 f	10,32	10,08	11,04	10,32	10,08	11,04	9,84	10,08	9,63	7,92	9,13	10,55	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00

* = Repetição; m = Machos; f = Fêmeas.

Tabela 18.- Valores médios de esperança de vida (e_x^0), em horas, para adultos de *Zabrotes subopacatus* (Boh.) irradiados em ambientes gasosos diferentes, com altas doses de radiação gama. Piracicaba, SP., 1979.

Doses (krad)	Tratamentos (Gases)											
	Ar P		Ar F		O ₂ P		O ₂ F		CO ₂ P		CO ₂ F	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
0	459,84	467,18	507,71	572,27	458,03	572,29	435,52	392,59	421,74	413,82	489,71	522,90
100	236,13	263,80	230,04	272,12	238,95	268,19	222,25	245,85	235,37	272,89	426,42	469,57
200	142,01	151,24	140,70	145,86	146,84	154,52	143,83	148,35	130,23	148,22	292,38	328,98
300	87,54	84,84	92,22	70,66	86,78	88,70	84,86	95,26	75,53	73,30	158,32	137,70
400	28,04	27,08	31,20	27,68	35,93	25,59	39,65	33,93	26,65	21,68	24,30	22,10
500	10,08	10,08	7,60	10,08	9,75	9,85	10,08	9,20	6,00	6,00	6,00	6,00

5. DISCUSSÃO

Ensaio A - Determinação da dose de radiação gama esterilizante para imagos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), irradiados em diferentes atmosferas gasosas.

Com os valores porcentuais das Tabelas de números 1 a 14 foram elaborados os gráficos das Figuras 3 até a 16, onde pode-se notar melhor os efeitos da radiação gama em *Z. subfasciatus* nos diversos tratamentos com gases.

A determinação da dose de radiação gama esterilizante foi obtida pelo método de "perda de peso" segundo WIENDL e WALDER (1973). Por esta metodologia, quando o substrato

to alimentar da praga não perde peso, significa que os insetos presentes foram esterilizados não propiciando o surgimento das larvas, destruidoras do substrato. Portanto, pela análise das Tabelas de n^os 5 até 11 e pelas Figuras de números 7 até 13 pode-se determinar quais foram as doses esterilizantes para os adultos de *Z. subfasciatus* nos diferentes tratamentos com fases. Pela Tabela 5 e Figura 7 nota-se que a dose de 4 krad foi suficiente para esterilizar os insetos irradiados em ambiente com oxigênio, tanto em fluxo como parado, e também em fluxo de ar. Mas pela Tabela 6 e Figura 8 verifica-se que com 5 krad, insetos irradiados em oxigênio parado e em fluxo de ar, ainda não estavam totalmente esterilizados, sendo esta dose e também a de 4 krad consideradas como doses subesterilizantes. A dose de 5 krad foi esterilizante para os insetos irradiados em dióxido de carbono, quando em sistema fechado.

Pela Tabela 7 e Figura 9 pode-se observar que 6 krad foi a dose esterilizante para *Z. subfasciatus*, quando irradiado em ambiente com ar, parado ou em fluxo, e em sistema fechado contendo oxigênio.

Os insetos irradiados em fluxo de dióxido de carbono so foram esterilizados com uma dose de 10 krad, conforme Tabela 11 e Figura 13.

Estas doses esterilizantes podem ser encontradas também através dos dados, em porcentagem, na Tabela 15.

As doses de 5 krad obtidas em fluxo de ar e a de 6 krad em ambientes fechados contendo dióxido de carbono, ar e oxigênio separadamente, estão próximas das encontradas por WIENDL (1969 e 1971) e BARBOSA (1976) que irradiaram *Z. subfasciatus* em ambiente fechado, com ar. WIENDL *et alii* (1976), observaram que praticamente não houve diferença entre o oxigênio e dióxido de carbono na obtenção da dose esterilizante (6 krad), para esta mesma espécie. Este resultado coincide com o do presente trabalho.

Alguns trabalhos, como os de NEHARIN *et alii* (1965), WALDER (1974), CAVALLORO e BONFANTI (1966/1967) e ARTHUR *et alii* (1980), apresentam valores maiores, mas isto explica-se pela baixa taxa de radiação utilizada por esses autores, conforme trabalho de DOMARCO (1977).

Em fluxo de oxigênio os efeitos deletérios da radiação gama nas células dos insetos foram multiplicados, conforme trabalhos de PIZZARELLO e WITCOFSKI (1972), THODAY e READ (1947), SMITTLE (1967), BAUMHOVER (1963), OHINATA *et alii* (1977) e CROMROY (1977).

Em fluxo de dióxido de carbono os insetos fo

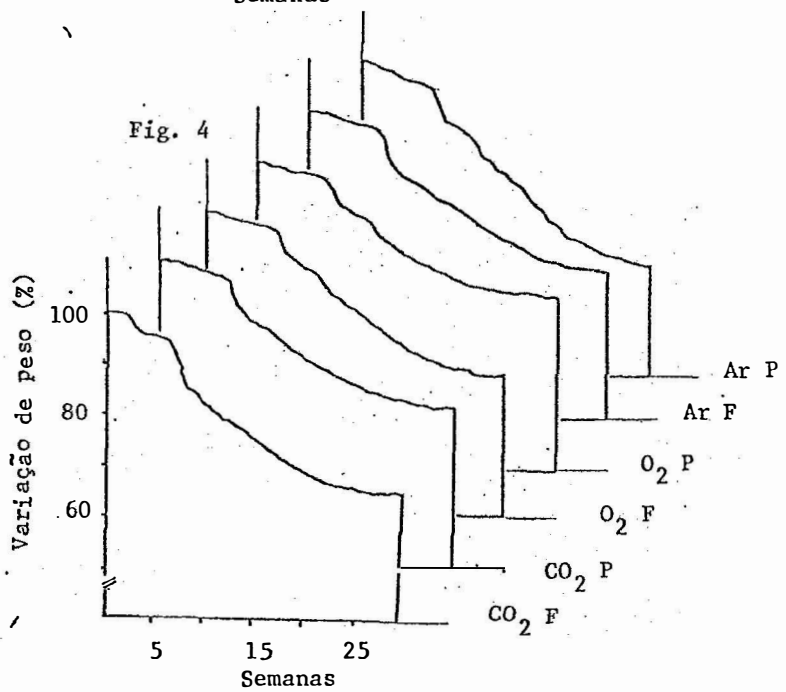
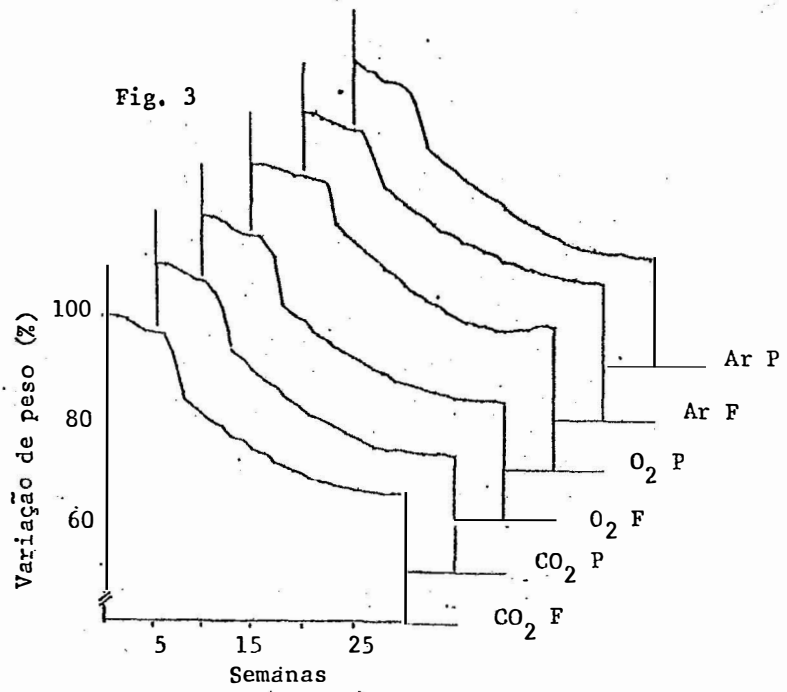


Figura 3. Representação gráfica da variação de peso apresentada pelo substrato, infestado com imagos de *Z. subfasciatus*, irradiados com 0 krad em diferentes atmosferas gasosas

Figura 4. Representação gráfica da variação de peso apresentada pelo substrato, infestado com imagos de *Z. subfasciatus*, irradiados com 1 krad em diferentes atmosferas gasosas.

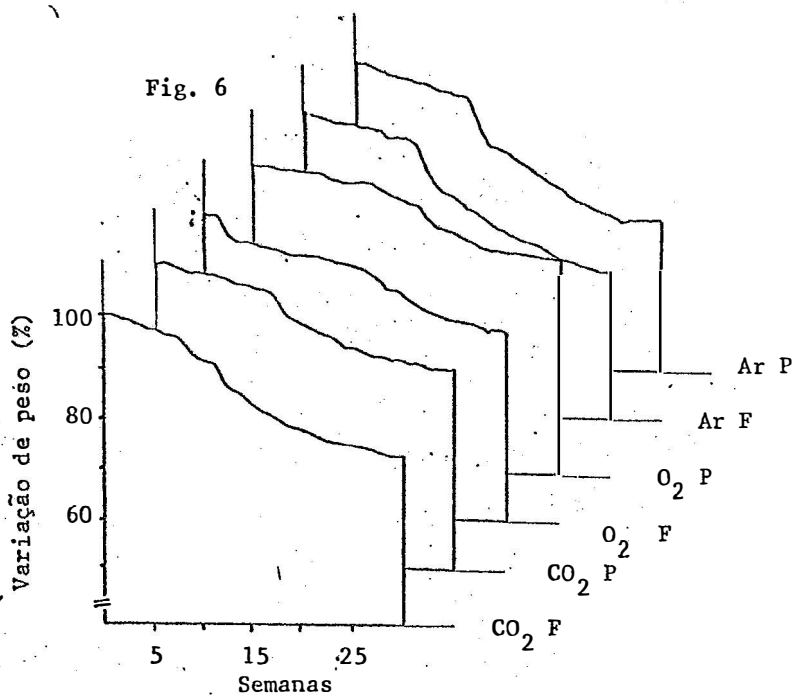
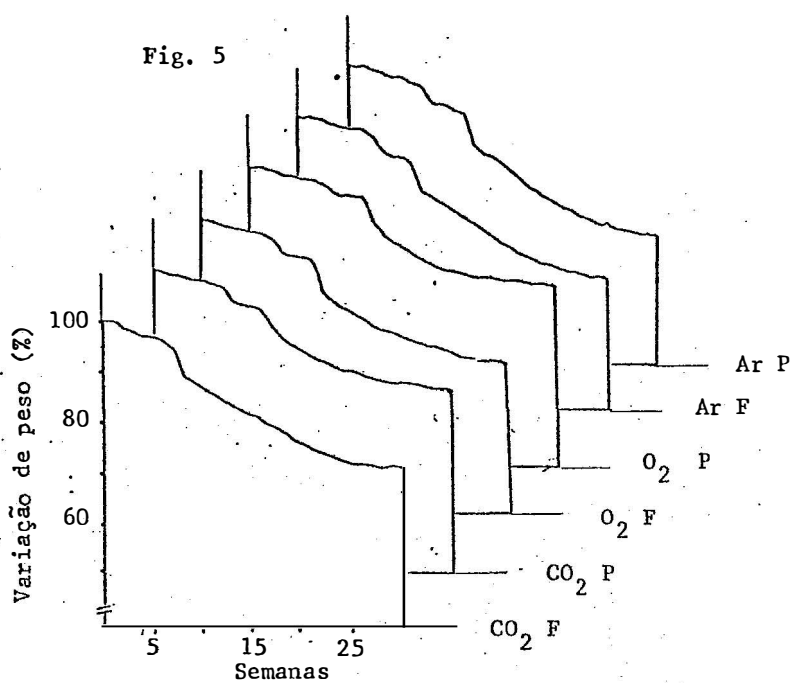


Figura.5. Representação grãfica da variação de peso apresentada pelo substrato, infestado com ímagos de *Z. subfasciatus*, irradiados com 2 krad em diferentes atmosferas gasosas.

Figura 6. Representação grãfica da variação de peso apresentada pelo substrato, infestado com ímagos de *Z. subfasciatus*, irradiados com 3 krad em diferentes atmosferas gasosas.

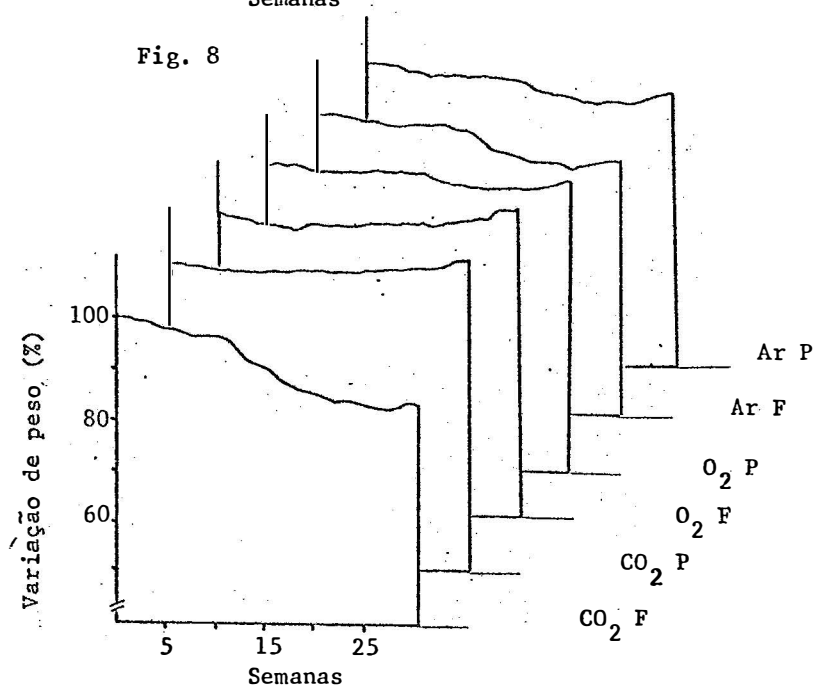
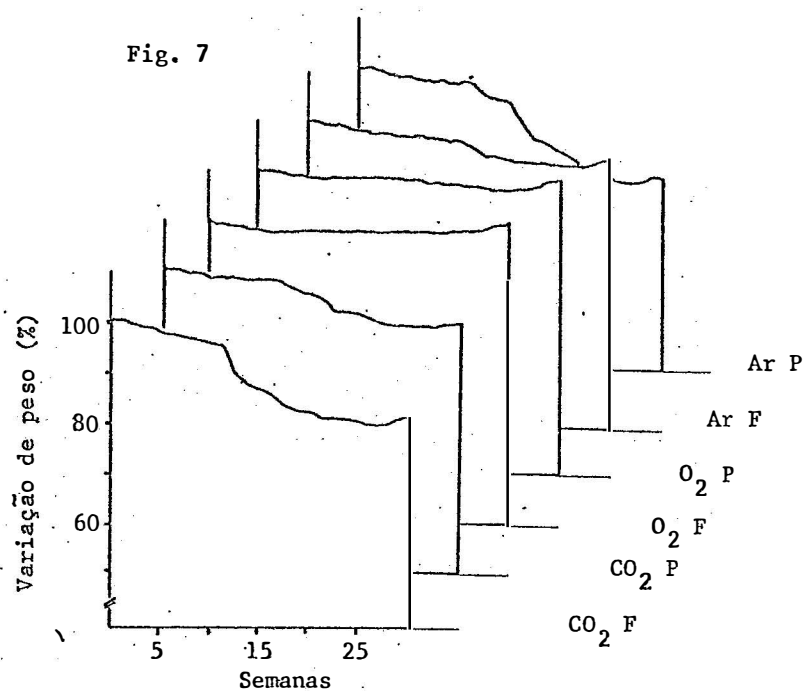


Figura 7. Representação gráfica da variação de peso apresentada pelo substrato, infestado com imagos de *Z. subfasciatus*, irradiados com 4 krad em diferentes atmosferas gasosas.

Figura 8. Representação gráfica da variação de peso apresentada pelo substrato, infestado com imagos de *Z. subfasciatus*, irradiados com 5 krad em diferentes atmosferas gasosas.

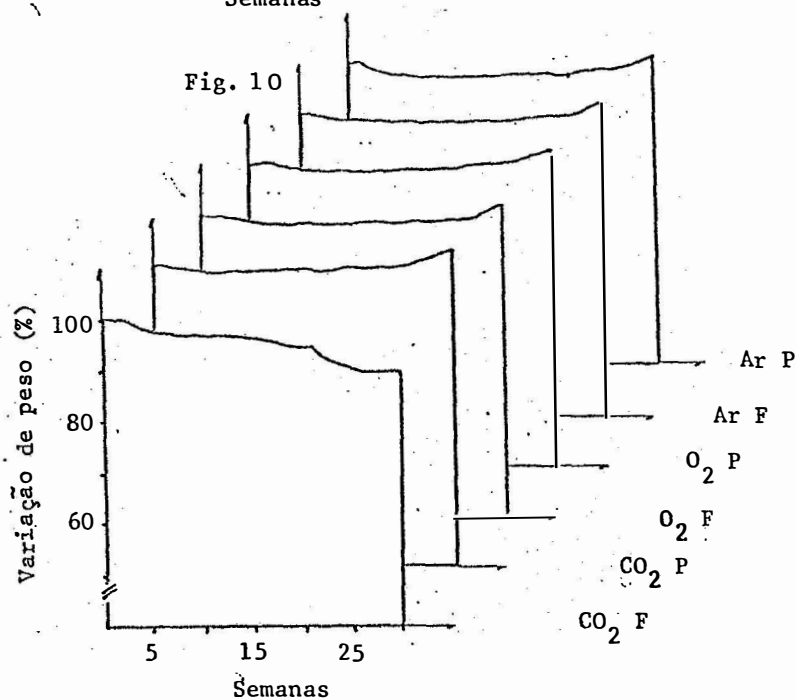
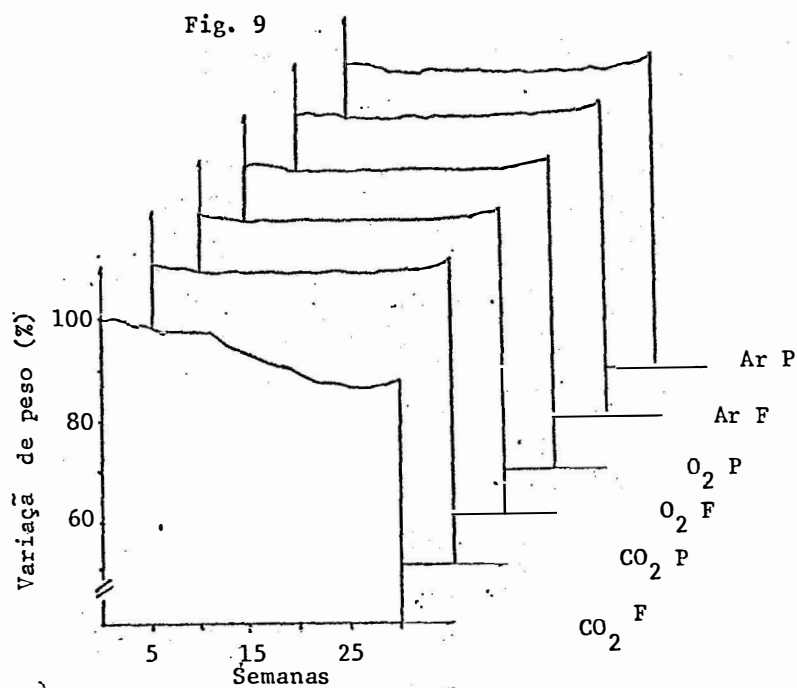


Figura 9. Representação gráfica da variação de peso apresentada pelo substrato, infestado com imagos de *Z. subfasciatus*, irradiados com 6 krad em diferentes atmosferas gasosas.

Figura 10. Representação gráfica da variação de peso apresentada pelo substrato, infestado com imagos de *Z. subfasciatus*, irradiados com 7 krad em diferentes atmosferas gasosas.

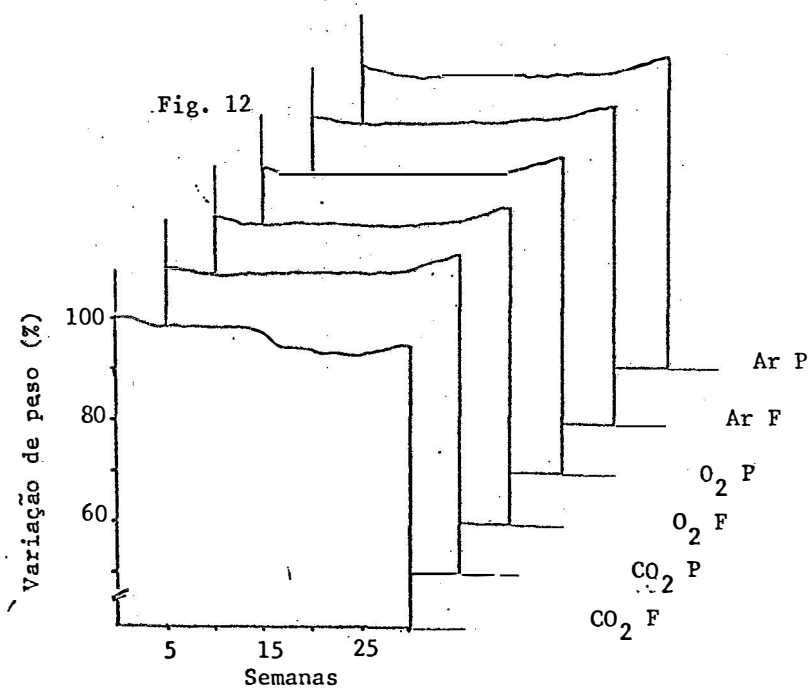
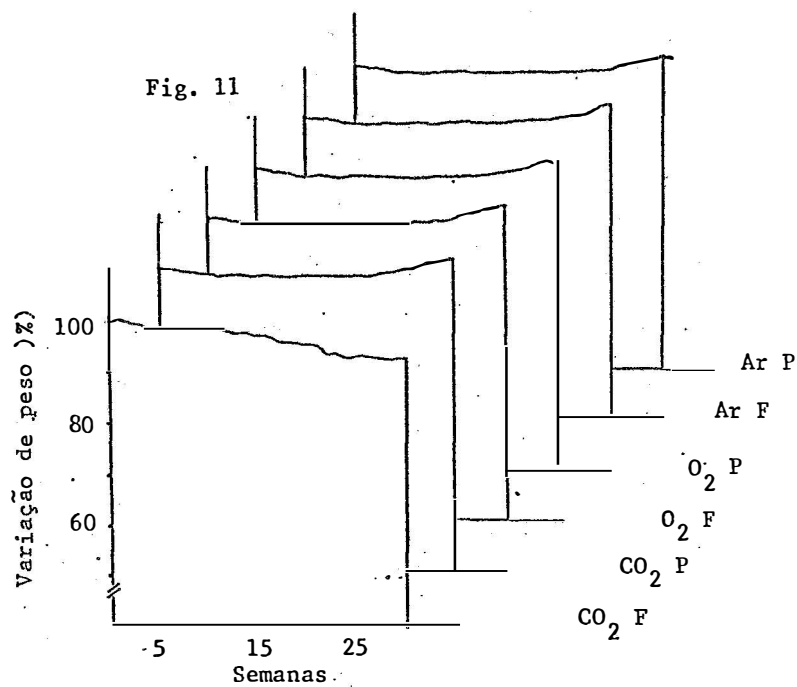


Figura 11. Representação gráfica da variação de peso apresentada pelo substrato, infestado com imagos de *Z. subfasciatus*, irradiados com 8 krad em diferentes atmosferas gasosas.

Figura 12. Representação gráfica da variação de peso apresentada pelo substrato, infestado com imagos de *Z. subfasciatus*, irradiados com 9 krad em diferentes atmosferas gasosas.

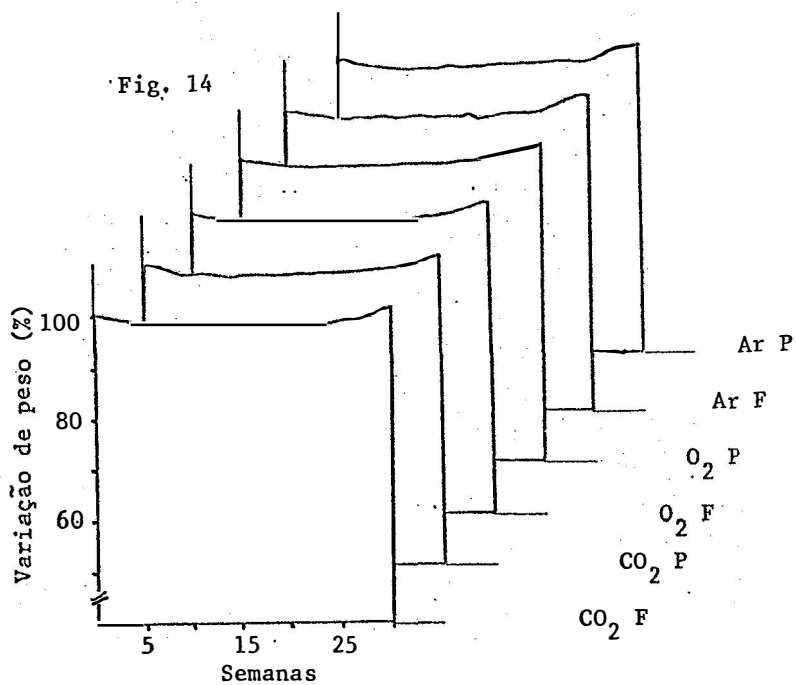
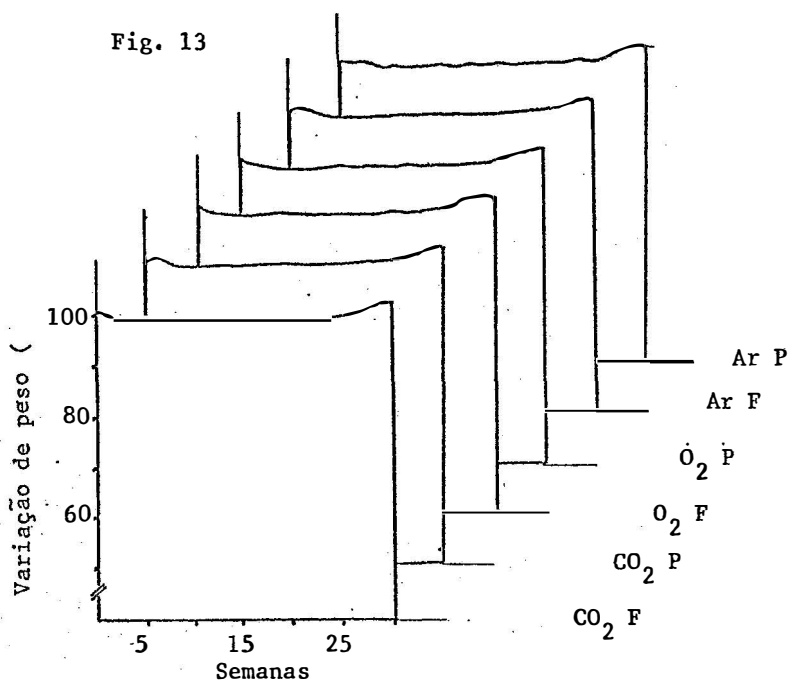


Figura 13. Representação gráfica da variação de peso apresentada pelo substrato, infestado com imagos de *Z. subfasciatus*, irradiados com 10 krad em diferentes atmosferas gasosas.

Figura 14. Representação gráfica da variação de peso apresentada pelo substrato, infestado com imagos de *Z. subfasciatus*, irradiados com 12 krad em diferentes atmosferas gasosas.

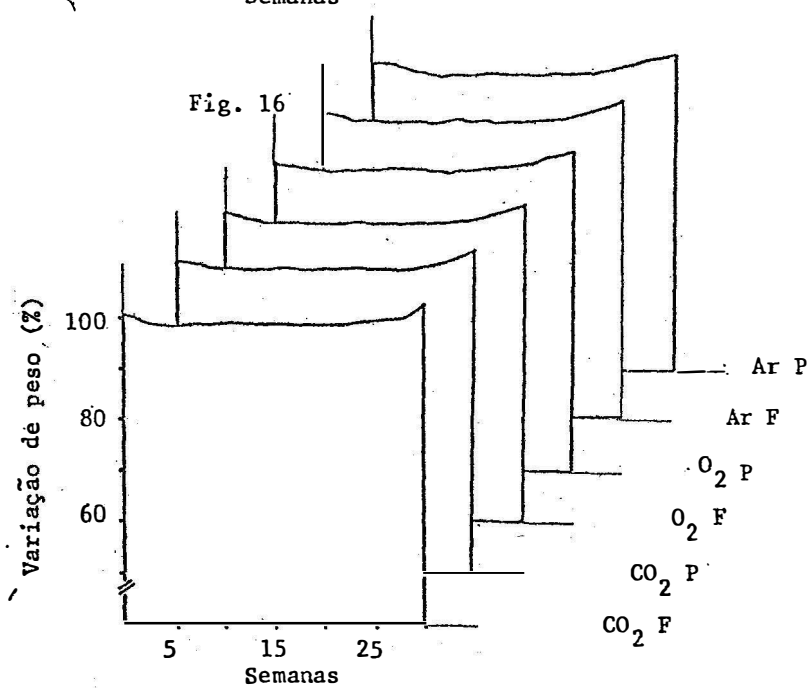
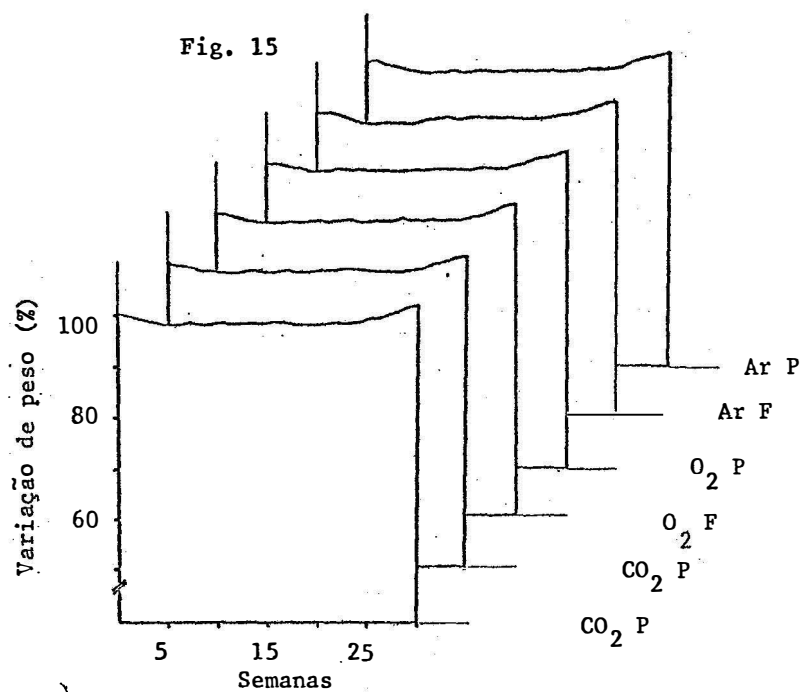


Figura 15. Representação gráfica da variação de peso apresentada pelo substrato, infestado com imagos de *Z. subfasciatus*, irradiados com 15 krad em diferentes atmosferas gasosas.

Figura 16. Representação gráfica da variação de peso apresentada pelo substrato, infestado com imagos de *Z. subfasciatus*, irradiados com 20 krad em diferentes atmosferas gasosas.

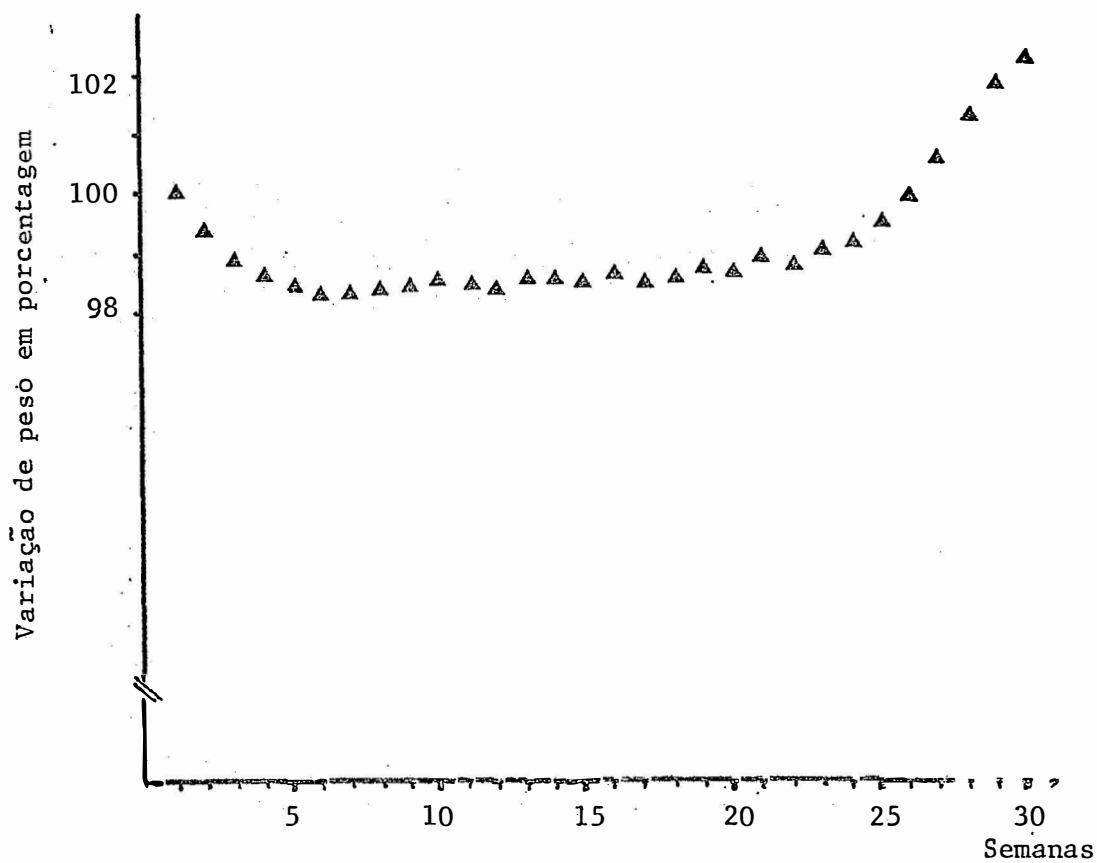


Figura 17. Curva da variação de peso (%) do substrato (*Phaseolus vulgaris*) mantido no local do experimento, isento de insetos.

ram como que "protegidos" e houve necessidade de se elevar a dose de radiação para 10 krad a fim de esterilizá-los (Figura 13). Este resultado vem mais uma vez confirmar a importância da presença ou ausência do oxigênio durante a irradiação de seres vivos.

Ao final das pesagens as variações de peso do feijão foram calculadas (Tabela 15) e a diferença para mais, isto é, ganho de peso, verificado pelos tratamentos onde se obtiveram as doses esterilizantes, é explicada pelo aumento do teor de umidade dos grãos uma vez que permaneceram por trinta semanas em ambiente com variação da umidade relativa. A variação do peso do feijão isento de insetos pode ser visualizada na Figura 17, construída com os valores das médias da Tabela 16.

Ensaio B - Determinação da dose de radiação gama letal para imagos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), irradiados em diferentes atmosferas gasosas.

Com os valores médios de esperança de vida (Tabela 18), transformados por porcentagem, foi construído o gráfico da Figura 18. Como os valores obtidos em fluxo de ar e oxigênio e em ambientes fechados contendo ar, dióxido de carbono e oxigênio, apresentaram curvas bem próximas umas das ou

tras, inclusive sobrepondo-se, optou-se por colocar somente uma linha larga hachureada por ser representativa do fenômeno que ocorre quando o *Z. subfasciatus* é irradiado naquelas condições. A linha fina é representativa do fenômeno ocorrido quando os insetos foram irradiados em fluxo de dióxido de carbono.

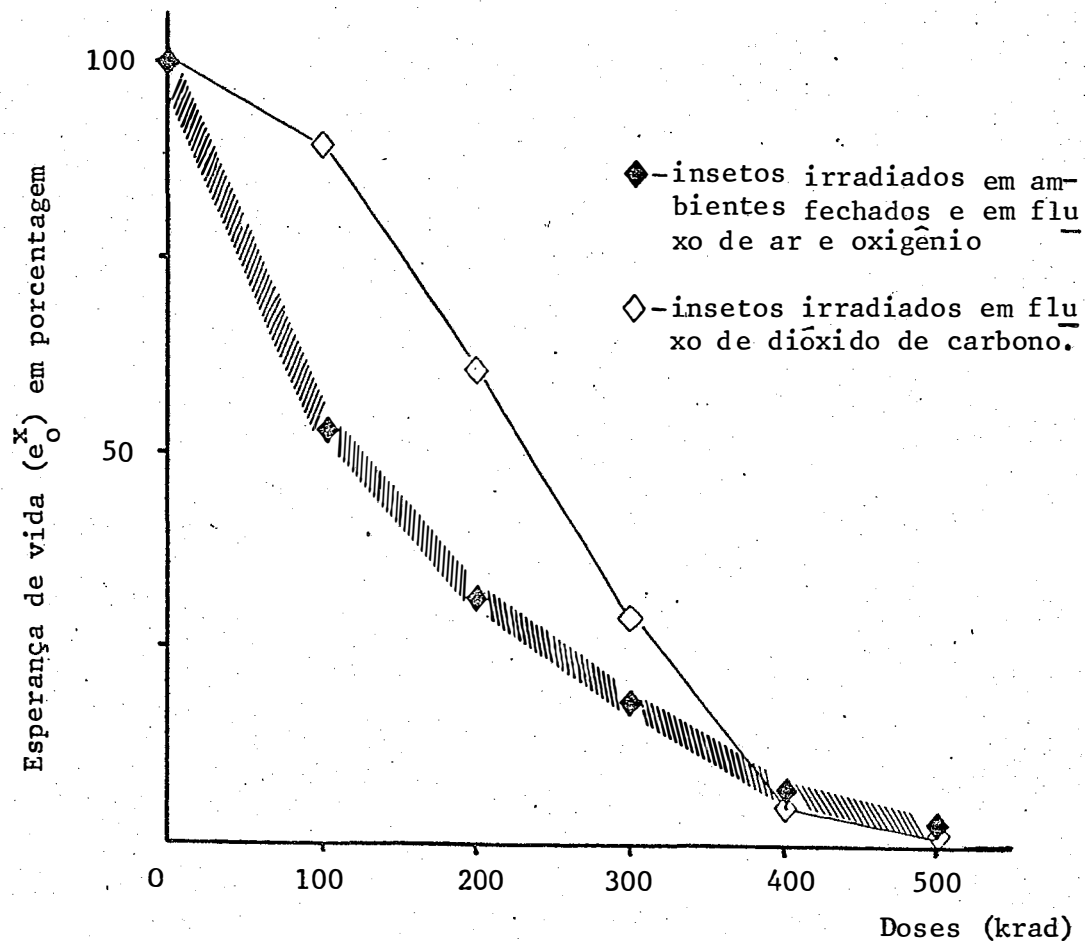


Figura 18. Esperança de vida (e_0^x), em porcentagem, de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), irradiados com altas doses de radiação gama, em diferentes atmosferas gasosas.

Pela Figura 18 pode-se verificar que os insetos irradiados em fluxo de dióxido de carbono tiveram, na dose de 100 krad, a longevidade reduzida somente em 10% em relação à testemunha. Com esta mesma dose, os insetos irradiados nas demais condições atmosféricas, tiveram sua longevidade drasticamente reduzida em 47%. Nas doses de 200 krad e de 300 krad as diferenças existentes entre o tratamento em fluxo de CO_2 , para com os demais, é marcante. Esta diferença desaparece com a aplicação de doses mais elevadas (400 krad e 500 krad) de radiação gama.

Utilizando-se ainda da Figura 18, pode-se calcular graficamente que a dose de radiação necessária para reduzir em 50% a esperança de vida (e_0^x) dos insetos de *Z. subfasciatus*, está compreendida entre 100-150 krad para os tratamentos com ar, oxigênio e dióxido de carbono (ambiente fechado) e entre 200-250 krad quando irradiados em fluxo de dióxido de carbono.

A dose letal imediata não foi obtida com a dose máxima de 500 krad empregada no presente trabalho, embora apresentando valores de e_0^x bem baixos (Tabela 18). Portanto é provável que a dose letal imediata seja um pouco superior a 500 krad. Este valor é superior aos obtidos por WIENDL (1969) que foi de 350 krad e ao de WALDER (1974) que encontrou para *C.*

maculatus (Fabr.) a dose letal de 330 krad. Essa diferença deve-se, provavelmente, às interpretações variadas sobre a de finição de inseto morto.

Considerando todos os resultados, pode-se afirmar que a presença do oxigênio durante as irradiações, aumenta consideravelmente os danos causados aos organismos vivos. Isto é muito bom quando o desejado é um total controle de pragas isto com doses mais baixas de radiação tornando o proceso mais eficiente. O contrário, isto é, ausência de oxigênio (anoxia) é importante quando o objetivo é deixar o inseto estéril, sem que a radiação cause maiores danos ao seu comportamento. E, isto pode ser obtido utilizando-se de outros gases não tóxicos cuja finalidade é expulsar o oxigênio, podendo-se praticamente dobrar a dose de radiação esterilizante, tendo toda certeza de 100% de esterilização, sem contudo afetar as demais funções do inseto.

O efeito deletério da radiação sobre os insetos irradiados em ambientes fechados contendo diferentes gases e misturas é, também, aumentado devido provavelmente à formação de ozônio, em maior ou menor grau, pois é tóxico à vida dos insetos.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados e nas condições de realização do experimento, pode-se concluir que:

- a) fluxo de oxigênio durante a irradiação de adultos de *Zabrotes subopacatus* (Boh., 1833) aumenta os danos causados pela radiação;
- b) fluxo de dióxido de carbono durante a irradiação desses insetos reduz os danos causados pela radiação;
- c) a dose esterilizante de radiação gama varia de acordo com os gases e com a maneira como

foram empregados durante a irradiação, as sim, 4 krad foi esterilizantes para ima gos de *Z. subfasciatus* irradiados em fluxo de oxigênio; 5 krad em sistema parado con tendo CO₂; 6 krad quando em ambiente com ar (parado e em fluxo) e em sistema fechado contendo oxigênio e, 10 krad em fluxo de CO₂;

d) a esperança de vida dos insetos é reduzida em 50% quando submetidos à uma dose de 200-250 krad em fluxo de CO₂ ou a uma dose de 100-150 krad quando nos demais gases e sis temas empregados.

e) a dose letal imediata não é afetada por ne nhum dos gases e sistemas utilizados e é li geiramente superior a 500 krad.

7. LITERATURA CITADA.

XARTHUR, V.; C. CAMPANHOLA, A.P. MARTINS, L.C. de ALMEIDA e F.M. WIENDL, 1979. Influência do oxigênio durante a determinação da dose letal (LD_{100}) de radiação gama em *Sitophilus oryzae* (L.). In: *III Congresso Bras. de Biol. e Med. Nuclear*. São Paulo, Brasil.

ARTHUR, V.; C. CAMPANHOLA, R.E. DOMARCO, F.M. WIENDL e R.B. SGRILLO, 1980. Determinação da dose esterilizante de radiação gama do ^{60}Co para imagos de *Acanthoscelides obtectus* (SAY, 1831) (Col., Bruchidae). *Energ. Nucl. Agric.*, Piracicaba, 2(1):1-7.

*BALDWIN, W.F. e G.D. CHANT, 1970. The use of nitrogen during irradiation to improve competitiveness in sterile males of *Rhodnius prolixus* (Stal). In: *IAEA - Sterility Principle for Insect Control or Eradication*, Vienna, 1971. 469-475.

BARBOSA, A.P., 1976. Interação radiação gama-temperatura na determinação da dose esterilizante para algumas pragas de produtos armazenados. Piracicaba, ESALQ/USP, 83 p. (Dissertação de Mestrado).

BARCLEY, G.N., 1966. *Techniques of population analyses*. London, Wiley & Sons Inc. 311 p.

*BAUMHOVER, A.H., 1963. Influence of aeration during gamma irradiation of screwworm pupae. *Journ. Econ. Entomol.* 56(5):628-31.

BROWER, J.H., 1974. Fitness and radioresistance of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Col., Curculionidae), after 25 generations of substeriling irradiation. *Journ. Kansas Entomol. Soc.*, 47(4):437-444.

- CAVALLORO, R. e G. BONFANTI, 1966/67. Possibilit  dell'impiego di radiazioni ionizzanti contro *Acanthoscelides obsoletus* Say (Col., Bruchidae), a difesa dei legumi conservati. *Boll. Zool. Agr. Bahia.*, Serv. II, 8.
- CAVALLORO, R. e E. RATTI, 1976. Applicazioni e limiti del "método della pesata" in radioentomologia. Firenze, *Redia*, Vol. LIX: 69-76.
- COLABONE, M.A.P.; S.M.S. AGUIAR e F.M. WIENDL, 1981. Mortalid  e reprodu o de *Z. subfasciatus* (Boh., 1833) exposto a gases atmosféricos concentrados e duas temperaturas. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 33(3):416-418.
- CROMROY, H., 1977. Radiation Biology. In: *Laboratory training manual on the use of isotopes and radiation in entomology*. TRS (61) Vienna, p. 83-88.
- DOMARCO, R.E., 1977. Influência da taxa de radia o gama sobre a radiosensibilidade de cinco espécies de insetos. Piracicaba, ESALQ/USP, 68 p. (Disserta o de Mestrado).
- GALLO, D., 1960. Radiois topos no controle de pragas. *O So* 1:30-31.

GILES, N.H., 1954. Radiation-induced chromosome aberrations in *Tradescantia*. In: A. Hollaender, (ed.) *Radiation Biology*, Vol. 1, Part 2, McGraw-Hill, New York. 755-756.

HOSSAIN, M.M., J.H. BROWER e E.W. TILTON, 1972. Sensitivity to an acute gamma radiation exposure of successively irradiated generations of cowpea weevil. *Journ. Econ. Entomol.*, 65(6):1566-68.

LAMM, G.G., 1972. Proteção radiológica em trabalhos com radiações ionizantes, Piracicaba, CENA, BD (09):51 p.

NEHARIN, A., M. CALDERON e O. YACOBI, 1965. Susceptibility of *Callosobruchus maculatus* to high dose rate gamma irradiation. A preliminary study. *Israel Atomic Energy Comission*, Soreg. Research Establishment, Rehovoth. 11 p.

OHINATA, K., M. ASHRAF e E.J. HARRIS, 1977. Mediterranean fruit flies: sterility and sexual competitiveness in the laboratory after treatment with gamma radiation in air, carbon dioxide, helium, nitrogen or partial vacuum. *Journ. Econ. Entomol.*, 70(2):165-168.

PIZZARELLO, D.J. e R.L. WITCOFSKI, 1972. *Medical Radiation Biology*. Lea & Febiger - Philadelphia - U.S.A., 111 p.

PUZZI, D., 1973. *Conservação dos grãos armazenados. Armazens e silos*, Ed. Agr. CERES Ltda., São Paulo, 217 pp.

- WALDER, J.M.M., 1974. Alguns efeitos da radiação gama em *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1792) (Coleoptera: Bruchidae). Piracicaba, ESALQ/USP, 69 p. (Dissertação de Mestrado).
- WHITING, A.R., 1954. The effects of oxygen on the frequency of X-ray induced mutations in *Habrobracon* eggs. *Genetics*. 39:851.
- WIENDL, F.M., 1969. Alguns usos e efeitos das radiações gama em *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Col., Bruchidae) Piracicaba, ESALQ/USP, 205 p. (Tese de Doutorado).
- WIENDL, F.M., 1971. Some gamma irradiation effects on survival, longevity and reproduction of *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833). In: *Sterility Principle for Insect Control or Eradication*. IAEA, Vienna: 525-530.
- WIENDL, F.M., V. ARTHUR, J.M. PACHECO, R.B. SGRILLO, J.M.M. WALDER, e V.L. TORNISIELLO, 1973. Mortalidade e reprodução de *Sitophilus zeamais* mots., em milho pré-irradiado. Trabalho apresentado no seminário "Uso y calibración de fuentes intensas de radiación", em Santiago, Chile.

- WIENDL, F.M. e J.M.M. WALDER, 1973. New method for achieving sterilizing doses for stored-products insects. In: Circ. on Radiation Techniques and their Application to Insect Pests. IAEA, Vienna (summary) p. 17.
- WIENDL, F.M., V. ARTHUR, R.B. SGRILLO, R.C. DOMARCO, V.L. TORNISIELLO, J.M. PACHECO e J.M.M. WALDER, 1974. Mortalidade e reprodução de *Sitophilus zeamais* Mots., em arroz pré-irradiado. Piracicaba, CENA, BC (15):19 p.
- WIENDL, F.M., J.M. PACHECO, J.M.M. WALDER, R.B. SGRILLO e R.E. DOMARCO, 1975. A method of determining the gamma radiation doses for sterilization of stored products insects. In: IAEA - *Sterility Principle for Insect Control*. 1974. Vienna, 1975. 289-315.
- WIENDL, F.M., 1975. A desinfestação de grãos e produtos armazenados por meio de radiações ionizantes. Piracicaba, CENA, BD (18):28 p.

WIENDL, F.M. e V.L. TORNISIELLO, 1975. Influência da taxa de irradiação gama sobre a longevidade de *Laemophloeus ferrugineus* (Steph.). Piracicaba, CENA, BC(40):14 p.

WIENDL, F.M.; V.L. TORNISIELLO; J.M.M. WALDER e R.B. SGRILLO, 1976. Efeito do oxigênio, nitrogênio e dióxido de carbono durante a irradiação gama (^{60}Co) de *Sitophilus zeamais* Mots e *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). Piracicaba, CENA, BC(41):14 p.