

ALGUNS EFEITOS DA RADIAÇÃO GAMA EM *Callosobruchus
maculatus* (Fabr., 1792) (Coleoptera, Bruchidae)

JULIO MARCOS MELGES WALDER
Engenheiro Agrônomo

Orientador
Prof. Dr. Frederico Maximiliano Wiendl

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

PIRACICABA
SÃO PAULO
BRASIL
-1974-

In Memoriam

Dr. Oswaldo Walder Junior

A meus pais,
esposa e irmãos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A minha querida esposa Marcia pelo incentivo constante durante o transcorrer deste trabalho, assim como pelo auxílio prestado nas contagens e revisão das provas originais.

Ao Prof. Dr. Frederico M. Wiendl, Livre-Docente do Departamento de Entomologia da E.S.A. "Luiz de Queiroz", pela orientação nos trabalhos.

À Comissão Nacional de Energia Nuclear pela bolsa de estudo oferecida e ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura pelos materiais e facilidades concedidas.

Ao Eng^o Agr^o José Higino Ribeiro dos Santos pelas sugestões iniciais e pelo envio dos feijões.

Aos colegas Eng^o Agr^o Virgílio Franco do Nascimento Filho, pelos dados de dosimetria, e Eng^o Agr^o Paulo Leonel Libardi pelas sugestões e idéias na revisão dos textos.

Ao colega Eng^o Agr^o Ricardo Bohrer Sgrillo pelas fotografias.

Aos amigos Valdemar Luiz Tornisiello e Valter Arthur, pelos

auxílios prestados durante a realização desta pesquisa.

Para não errar por omissão, agradeço a todos que, embora não citados, participaram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

ÍNDICE

	página
LISTA DOS QUADROS	VII
LISTA DAS FIGURAS	VIII
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DA LITERATURA	4
MATERIAIS E MÉTODOS	13
Ensaio 1 - Determinação da dose letal para <u>o</u> vos	16
Ensaio 2 - Determinação da dose letal para <u>lar</u> vas	18
Ensaio 3 - Determinação das doses esteriliza <u>n</u> te e letal para pupas	19
Ensaio 4 - Influência da radiação gama na <u>mor</u> talidade de adultos	20
Ensaio 5 - Determinação da dose esterilizante para adultos	21
Ensaio 6 - Influência da radiação gama na <u>ovi</u> posição e longevidade de adultos..	22
DADOS OBTIDOS	23
Ensaio 1	23
Ensaio 2	26
Ensaio 3	29
Ensaio 4	32
Ensaio 5	34
Ensaio 6	37
DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	38
Ensaio 1	38
Ensaio 2	41
Ensaio 3	44
Ensaio 4	47
Ensaio 5	50
Ensaio 6	55
CONCLUSÕES	60
RESUMO	62
SUMMARY	63
BIBLIOGRAFIA	64

LISTA DE QUADROS

	página
Quadro 1 - Valores numéricos das contagens dos ovos <u>irradiados</u>	24
Quadro 2 - Porcentagens de ovos férteis, de ovos inférteis, de adultos nascidos e relação F/I de ovos postos por estes adultos	25
Quadro 3 - Valores numéricos das contagens das larvas <u>irradiadas</u>	27
Quadro 4 - Porcentagens de adultos nascidos, de larvas e pupas mortas, e verificação da fertilidade <u>desses</u> adultos	28
Quadro 5 - Valores numéricos das contagens das pupas <u>irradiadas</u>	30
Quadro 6 - Porcentagens de adultos nascidos, de pupas <u>mortas</u> e verificação da fertilidade desses adultos	31
Quadro 7 - Número de insetos mortos por tubo, número total de mortos, porcentagens de mortalidade e porcentagem de sobreviventes	32
Quadro 8 - Número de insetos mortos após cada 12 horas, a partir do término da irradiação	33
Quadro 9 - Variação de peso causada por <i>C.maculatus</i> (<i>Fabr.</i>) em feijão	35
Quadro 10 - Variação de peso expressa em porcentagem <u>causada</u> por <i>C.maculatus</i> (<i>Fabr.</i>) em feijão	36
Quadro 11 - Teor de umidade do feijão mantido na câmara <u>climatizada</u>	34
Quadro 12 - Número de ovos postos por adultos irradiados..	37
Quadro 13 - Longevidade média, em dias, dos adultos <u>irradiados</u>	37

LISTA DAS FIGURAS

	página
Figura 1 - Fonte de radiação gama, podendo-se observar o vidro do tipo "pequeno" em posição de irradiação-	15
Figura 2 - Campânula plástica transparente utilizada na sexagem e contagem dos carunchos	15
Figura 3 - Tipo de vidro e caixinha plástica utilizados neste trabalho	17
Figura 4 - Bloco de madeira com "tubinhos" que continham grãos de feijão com ovos	17
Figura 5 - Porcentagem de adultos nascidos de ovos irradiados	40
Figura 6 - Porcentagem de adultos nascidos de larvas irradiadas	42
Figura 7 - Porcentagem de ovos férteis postos pelos adultos nascidos de larvas irradiadas	43
Figura 8 - Porcentagem de adultos nascidos de pupas irradiadas	45
Figura 9 - Porcentagem de ovos férteis postos pelos adultos nascidos de pupas irradiadas	46
Figura 10 - Porcentagem de adultos mortos quando irradiados com diferentes doses de radiação gama	48
Figura 11 - Número de horas necessárias para que houvesse a morte do último indivíduo até dosagens de 360 krad	49
Figura 12 - Pesos de grãos em porcentagem, após 28 semanas da primeira contagem	51
Figura 13 - Gráfico comparativo da variação da umidade do feijão e da variação de peso nas amostras irradiadas com 20 krad	52

Figura 14 - Comparação dos pesos dos graos (em %), entre a dose de 20 krad e a testemunha durante 28 semanas	53
Figura 15 - Comparação entre a dose esterilizante (8 krad) com a testemunha	54
Figura 16 - Comparação entre a dose esterilizante com a mais próxima inferior (7 krad)	54
Figura 17 - Porcentagem de ovos postos por adultos irradiados com diversas doses de radiação, fazendo-se a testemunha igual a 100%	56
Figura 18 - Gráfico da longevidade média das fêmeas em função das doses de radiação empregadas	57
Figura 19 - Gráfico da longevidade média dos machos em função das doses de radiação empregadas	58

INTRODUÇÃO

Poucos são os trabalhos que apresentam uma estimativa das perdas em grãos armazenados. O que se encontra são, principalmente, dados de laboratórios ou de trabalhos realizados em pequena escala e extrapolados para toda uma região. Apesar de tudo são dados muito importantes, pois nos dão uma idéia de um grande problema.

A pesquisa completa realizada nesse sentido, no Brasil, foi a do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) através do plano da Rede Nacional de Armazéns e Silos (plano RENAS), na qual pôde-se estimar as perdas em cerca de 20%, conforme cita *Puzzi (1973)*. Por outro lado, o mesmo autor, referindo-se ao armazenamento de grãos em sacos, que é prática dominante no Brasil, diz que as perdas causadas por pragas em cereais e grãos leguminosos são, em conjunto, estimadas em 15% ao ano. Pesquisas realizadas pela FAO mostram que a quantidade de grãos destruídos por carunchos e traças, durante um ano, é suficiente para o abastecimento de 100 milhões de pessoas.

Com o constante crescimento da população mundial e consequente aumento da procura de alimentos, muito se tem feito com o intuito de se prolongar, intacta, a vida comercial dos produtos armazenados e um dos meios utilizados para se conseguir isso tem sido o emprego de técnicas nucleares.

A primeira aplicação de radiações ionizantes com resultados promissores foi realizada por *RUNNER (1916)*, que utilizou raio-x para controlar *Lasioderma serricornis* L., praga do tabaco armazenado. Porém, somente a partir de 1950 é que se verificou um grande avanço nesse tipo de pesquisa. Um dos fatores que provavelmente contribuiu para tal avanço foi a verificação de que certas pragas combatidas com inseticidas químicos se tornavam resistentes e necessitavam de quantidades cada vez maiores ou de outros produtos químicos para controlá-las. Também o desequilíbrio biológico causado por estes produtos veio ainda mais incrementar as pesquisas neste sentido. Convém ainda lembrar que produtos químicos mal utilizados na preservação de grãos armazenados, estão, em certos casos, causando problemas toxicológicos. Assim, alimentos tratados não podem ser consumidos imediatamente, antes que os resíduos tóxicos se degradem, não sendo, portanto, prontamente disponíveis quando requeridos.

A irradiação dos produtos armazenados poderá solucionar todos esses problemas, uma vez que não induz aparecimento de resistência (*HOSSAIN, BROWER e TILTON, 1972*) e nem de resíduos tóxicos (*ARTHUR et al, 1973 e WIENDL et al 1973 e 1974*).

Quando qualquer substância é exposta às radiações ionizantes, quer sejam radiações gama, raios-x, partículas beta ou elétrons acelerados, ou mesmo partículas alfa e núcleos acelerados, muitos fenômenos podem ocorrer. Em tecido orgânico, um dos principais é o fenômeno da ionização (primária e secundária) por causar os efeitos biológicos mais importantes.

Em meio aquoso, como é o caso dos tecidos vivos, os efeitos

das radiações normalmente poderão aumentar com o grau de reprodução das células e diminuir com o grau de diferenciação. Inicialmente, o efeito é causado pela formação de radicais livres (H e OH) da água constituinte do tecido. Como reações secundárias tais radicais livres interagirão com os constituintes celulares. Como a maioria das células orgânicas é rica em átomos de hidrogênio, podem ser formadas inúmeras moléculas novas pela simples recombinação de tais radicais. Isso pode ser prejudicial à célula e as consequências podem variar desde a inibição da divisão celular até a sua própria morte.

É devido a esses efeitos causados pelas radiações ionizantes que se dá a esterilização ou morte dos seres vivos. Esses efeitos são mais pronunciados nos animais de grande porte. Citamos, por exemplo, o homem, cuja $LD_{50(30)}$ (1) está ao redor de 350 rad, enquanto que insetos necessitam de 10.000 rad ou mesmo muito mais, simplesmente para esterilizá-los.

Para o controle de insetos pragas de produtos armazenados a través da utilização da radiação gama, é de primordial importância que se conheça as doses de radiação ionizante e letal para as diferentes fases do ciclo evolutivo da praga. O objetivo do presente trabalho é exatamente a obtenção dessas doses para o *Callosobruchus maculatus* (Fabr.), que ataca feijões do gênero *Vigna* visto que no Nordeste brasileiro, 90% da área total cultivada com feijão é deste gênero, sendo também o mais consumido na alimentação humana naquela região (SANTOS 1971). Este mesmo autor cita que no Estado do Ceará, onde este feijão ocupa o terceiro lugar na renda da agricultura, o *C. maculatus* (Fabr.) é uma praga muito importante, criando sérios problemas nos armazenamentos e causando redução no valor comercial do produto de até 50%.

(1) Dose de radiação que, administrada ao corpo todo do organismo de uma espécie, acarreta a morte de 50% dos indivíduos tratados dentro de 30 dias.

REVISÃO DA LITERATURA

A bibliografia sobre insetos que atacam grãos e produtos armazenados é vastíssima. Os trabalhos dentro do ramo da Radioentomologia, compreendidos entre o período de 1950 e 1973, enumeram-se mais de 400. No entanto, para a família *Bruchidae*, a literatura mundial se reduz a poucos trabalhos. Dentre os que estudam aspectos biológicos, ecológicos e questões de morfologia e sistemática, alguns apresentam dados interessantes ao presente estudo.

SISTEMÁTICA E BIOLOGIA

A posição sistemática do *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1792), segundo *SOUTHGATE et al* (1957) e *CARVALHO e MACHADO* (1967) é a seguinte:

Ordem	Coleoptera
Subordem	Polyphaga
Superfamília	Chrysomeloidea
Família	Bruchidae

SOUTHGATE et al (1957) fazem referência dos seguintes sinônimos para o *Callosobruchus maculatus* (Fabr.)

Bruchus quadrimaculatus Fabricius, 1792

Bruchus ornatus Boheman, 1892

Bruchus vicinus Gyllenhal, 1833

Bruchus ambiguus Gyllenhal, 1839

Bruchus sinuatus Fahraeus, 1839

Bruchus maculatus Fabricius, 1775

Segundo estes mesmos autores, foi Fabricius quem descreveu para o gênero *Bruchus* a espécie *maculatus*. O nome genérico *Callosobruchus* foi proposto por PIC (1902) para um novo subgênero do gênero *Bruchus*.

BONDAR (1936) cita o período de incubação dos ovos e eclosão das larvas como sendo de 4 a 6 dias. no tempo quente.

CARVALHO e MACHADO (1967), em contagens de ovos postos por três grupos de 25 casais colocados em feijão-frade desde a emergência até a morte, encontraram os seguintes valores para a fertilidade: 83,9; 84,1; 90,4%. Estes mesmos autores encontraram para o *C. maculatus* (Fabr.) os seguintes dados para a duração mínima dos estádios: 1º estágio larval, 3 dias; 2º estágio larval, 3 dias; 3º estágio larval, 2,5 dias; 4º estágio larval, 4 dias; estágio de pré-pupa, 2 dias e estágio de pupa, 5 dias. Esse trabalho foi realizado a 27°C e 70% de umidade relativa.

SANTOS (1971), estudando também a biologia do *C. maculatus* (Fabr.), determinou que a postura média por casal foi de 87,2 ovos, com um coeficiente de variação de 21,48% e com uma média de ovos inférteis de 6,2%. Verificou ainda que não houve diferença estatisticamente significativa entre a longevidade dos sexos, que seu valor médio foi de 6,84 dias, e que a longevidade das fêmeas foi menor para as que ovipositaram mais e maior para as que ovipositaram menos.

Este mesmo autor sugere ser o 3º dia de postura o melhor para estudos dos efeitos da radiação gama sobre a biologia dessa espécie, não só por apresentar maior porcentagem de ovos que deram adultos, como também por se revelar mais uniforme em relação aos números de ovos postos por casal, além de ter uma menor duração do período de ovo a adulto, e um baixo coeficiente de variação.

USO DAS RADIAÇÕES

HASSET e JENKINS (1952) determinaram as porcentagens de mortalidade para seis espécies de insetos após a exposição a várias doses de radiação gama proveniente de uma fonte de Cobalto-60, cuja taxa de irradiação era de 193.000 roetgens/hora. Determinaram o tempo para que houvesse uma mortalidade de 100% dos insetos adultos. Os resultados obtidos foram:

espécies	nº de indivíduos	dose em R	dias
<i>Attagenus piceus</i>	50	322.000	1
<i>Dermestes ater</i>	100	322.000	1
<i>Lasioderma serricorne</i>	100	322.000	2
<i>Sitophilus oryzae</i>	100	257.000	2
<i>Rhyzopertha dominica</i>	102	322.000	1
<i>Tribolium confusum</i>	110	322.000	1

BAKER, TABOADA e WIANT (1954) utilizando um acelerador de elétrons Van de Graaf, trataram feijão infestado artificialmente com *Acanthoscelides obtectus (Say)* e verificaram que, após 43 dias de exposição de 100.000 rep, o feijão estava conservado, não apresentando nenhum sinal de infestação.

PILTZ (1955), testando métodos para detectar infestação de carunchos em sementes de leguminosa, utilizou raio-x para descobrir a

infestação de *Callosobruchus quadrimaculatus Fabricius* no interior dos grãos.

HUQUE (1963) irradiou adultos de *R. dominica (Fabr.)*, *T. castaneus (Herbst.)*, *S. granarius (L.)* e *T. granarium (Everts)* e obteve 100% de mortalidade imediatamente após a exposição de uma dose de 250 KR. Ovos de *C. subinnotatus (Pic.)*, com idade de 1 dia, foram expostos às doses de 3 e 5 KR e não deram nenhuma emergência. A dose de 2,5 KR aumentou o ciclo de vida para 48 dias, enquanto que o controle foi de 39 dias. Larvas de 12 dias morreram dias após a exposição de 5,10,15 e 20 KR. A radiação gama era proveniente do irradiador de Cobalto-60, "Gamma-Cell-220" sendo a taxa de irradiação de 800 KR/hora. Este autor somente trabalhou com ovos e larvas de *C. subinnotatus (Pic.)*.

QURAIISHI e METIN (1963), determinaram a radiosensitividade de várias fases do ciclo evolutivo do *Callosobruchus chinensis (L.)*. Os insetos foram criados em laboratórios sobre feijão (*Phaseolus mungo L.*), à temperatura de $29^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e à umidade relativa de 70-75%. O período de desenvolvimento do inseto foi de 18 a 22 dias. Utilizaram uma fonte de Iridio-192, de intensidade de 4 Ci. A taxa de irradiação empregada para ovos foi de 80 KR/h e para larvas, pupas e ímagos, foi de 20 KR/h. Verificaram que a dose de krad causou 100% de mortalidade dos ovos. Com larvas de oito dias, a mortalidade total foi obtida com dose de 20 krad. Todas as pupas irradiadas com a dose de 47 krad morreram. A dose de radiação esterilizante para machos e fêmeas foi de 42 krad.

NEHARIN, CALDERON e YACOBI (1965), trabalharam com o *Callosobruchus maculatus (Fabr.)*, o qual foi criado em laboratório a uma temperatura de $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $70 \pm 2\%$ de umidade relativa. Utilizaram para o experimento um irradiador gama de Cobalto-60, com uma atividade de 3.000 Ci. A taxa de irradiação empregada foi de 8000 rad/min. Os ovos foram irradiados com a idade de 3 dias. A dose de 1.000 rad causou a morte de 50% dos ovos, em média; já a dose de 3.000 rad provocou total mortalidade dos ovos. As larvas foram irradiadas 14 dias a-

pôs a oviposição. Uma dose de aproximadamente 2.500 rad reduziu 50% da população larval. A eliminação total (100%) foi obtida com uma dose de 6.000 rad. Pupas irradiadas com 27 dias após a oviposição não deram emergência a adultos, quando submetidas à dose de 20 krad. Uma dose de 176 krad não foi suficiente para uma mortalidade imediata de 100%. Citam que uma população mista de adultos de ambos os sexos foi irradiada para teste de esterilização. A dose de 10 krad foi suficiente para completa esterilidade. Esses adultos puseram ovos, mas em número reduzido e foram todos inviáveis.

RUANGOPAS (1966), verificou os efeitos da radiação gama nas várias fases do ciclo evolutivo do *Callosobruchus chinensis* (L.). Os raios gama foram obtidos de um reator e também, para alguns testes, de uma fonte de Cobalto-60 com uma atividade de 8.000 Ci. Os ovos com idades de 7, 4, 2 e 1 dia, foram expostos a várias doses (taxa de irradiação=13.580 rad/min) e obteve-se as seguintes LD₅₀: ovos com 7 dias, 1.240 rad; com 4 dias, 620 rad; com 2 dias, 380 rad e com 1 dia, 340 rad. Prê-pupa e larva foram 100% eliminadas quando expostas a uma dose de 16 krad (taxa de irradiação=700 rad/min). As pupas foram totalmente mortas quando submetidas à dose de 32 krad.

Os adultos, quando no último estágio pupal, foram expostos a uma dose de 2.800 krad, que os tornou estéreis (taxa de irradiação=700 rad/min).

O autor cita que, observando os adultos, quando expostos na fase pupal a uma dose de 800 rad (taxa de irradiação=13.580 rad/min.) notou que as fêmeas em P ovipositam 71% de ovos inférteis; em F₁, 15,7% e em F₂, F₃ e F₄ nenhum ovo infértil.

ANDREEV et al (1969), em experimento visando a técnica do macho estéril em *Bruchus obtectus* Say, concluíram que a dose ideal para a esterilização está entre 12.000 R e 15.000 R. Utilizaram radiações gama provenientes de uma fonte de Cobalto-60.

MATSUYAMA (1966) (1973), no seu primeiro trabalho, pesquisou a radiosensitividade do *Sitophilus* sp, *C. chinensis* (L.) e do *T. castaneum* (Herbst.). Determinou como sendo de 5 a 7 krad a dose esterilizante para essas espécies e a dose que causa 100% de mortalidade foi de 300 krad ou mais. No segundo trabalho observou os efeitos de doses de radiação fracionadas sobre o *Callosobruchus chinensis* (L.), determinando efeitos contraditórios sobre longevidade.

HUMAGAI (1969), submeteu ovos de diferentes idades de *Callosobruchus chinensis* (L.) a várias doses de radiação gama, provenientes de uma fonte de Cobalto-60. Os ovos utilizados tinham de 2 horas a 6 dias de idade. Os dados revelaram que a radiosensitividade não é diretamente proporcional à idade dos ovos. Ovos com 8 horas de idade, são mais radiosensíveis, ao passo que os de 5 dias são mais resistentes às radiações. Todos os ovos com menos de 2 dias de idade foram mortos com uma dose de 1.600 krads. Ovos de 5 a 6 dias de idade apresentaram sempre uma boa porcentagem de viabilidade, quando expostos a uma dose de 25.600 rad, mas não deram emergência a adultos. Ovos de 3 a 6 dias de idade, submetidos à dose de 1.600 rad, deram adultos estéreis.

HOSSAIN, BROWER e TILTON (1972), trabalharam com cinco populações de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.), as quais foram tratadas, respectivamente, com 0 (testemunha); 0,5; 1; 2 e 4 krad de radiação gama por 7 sucessivas gerações. A atividade da fonte (^{60}Co) era de 2.600 Ci e a taxa de irradiação utilizada foi de 2.400 rad/min. Os adultos da sétima geração foram testados para resistência à irradiação aguda, por exposição à dose total de 16 krad e 50 krad. Após a observação da oitava geração concluíram que a possibilidade de desenvolvimento de uma linhagem de insetos resistente à radiação por uma exposição acidental de alguns insetos às doses subesterilizantes, durante uma desinfestação comercial, não parece ser problema.

CAVALLORO e BONFANTI (1966/67), utilizaram raio-x visando o controle de *Acanthoscelides obsoletus* (Say.). Citam que os machos são mais sensíveis que as fêmeas. Os machos são esterilizados com doses de

4.000 R e 5.000 R, quatro dias antes do fim do período pupal e no primeiro dia de adulto, respectivamente. Para as fêmeas, as doses correspondentes foram 6.000 R e 10.000 R.

SZENTESI (1972), cita a possibilidade de suprimir uma população natural de *Acanthoscelides obtectus* (Say.) aplicando a Técnica do Indivíduo Estéril (2). A dose de radiação gama que causa total esterilidade para machos é cêrca de 10 krad e para fêmeas é de 15 krad.

CORNWELL (1959), mostra ser inviável a Técnica do Macho Estéril (T.M.E.) (3) para a maioria dos carunchos e gorgulhos que atacam os produtos armazenados nos silos e armazens, principalmente por causa do grande poder de reprodução e também por causa dos insetos mortos que se acumulam entre os grãos. Além do mais, se os insetos se alimentam durante a fase adulta, podem ainda causar grandes prejuízos antes de morrerem.

WIENDL (1969) (1971), estudou os efeitos esterilizantes e letais das radiações gama em *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). Sob uma taxa de irradiação de 19,5 krad/hora não eclodiram ovos irradiados com 2 krad, larvas com 5 krad e pupas com 10 krad. Em adultos 10 krad causaram esterilização total. Sob a taxa de irradiação de 105 krad/hora, a dose letal para adultos foi de 350 krad, havendo morte dentro de 24 horas.

WIENDL (1969) provou, para o *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), ser a Técnica do Indivíduo Estéril eficiente, porém praticamente invi

(2) Técnica do Indivíduo Estéril - é o método pelo qual machos e fêmeas são esterilizados e soltos na população natural, com a finalidade de diminuir o nível populacional da praga no campo.

(3) Técnica do Macho Estéril (TME) - neste método somente machos são esterilizados para serem soltos na população natural, com a finalidade de reduzir o nível populacional natural da praga.

ável. O acúmulo de insetos mortos e a excessiva oviposição das fêmeas estéreis, causam completa conspurcação dos grãos, tornando-os de difícil comercialização.

TILTON e BROWER (1971) (1973), determinaram para *Callosobruchus maculatus* (Fabr.), que a dose de radiação esterilizante para machos foi de 10 krad. Estes mesmos autores (1973), utilizando irradiador de Cobalto-60 com atividade de 26.000 Ci, encontraram, para esta mesma espécie, que a dose esterilizante para machos e fêmeas, separadamente, foi de 7 krad e 6 krad quando ambos foram irradiados.

HUQUE e KHAN (1964), estudaram os efeitos da radiação gama em *Callosobruchus subinnotatus* (Pic.), criados em *Phaseolus aureus*. Os ovos, larvas, pupas e adultos podem ser controlados satisfatoriamente, com doses de 2,5 a 3; 5; 20 e 5 kR, respectivamente, sendo que para adultos foi visada a esterilização.

HUIGNARD (1971) irradiou machos de *Acanthoscelides obtectus* (Say.) com raios gama (Cobalto-60). A dose empregada foi de 9.000 rad. Estes machos foram acasalados com fêmeas normais, mas os ovos provenientes do cruzamento foram inviáveis. O autor diz da possibilidade do uso dessa técnica no controle da praga, mas cita que a mesma só terá efeito se os machos estéreis acasalarem com fêmeas naturais, ainda virgens.

PESSON (1963), achou que adultos de *Acanthoscelides obtectus* (Say.) tratados com 10 a 18 kR, eram parcialmente esterilizados e que a dose de 20 kR foi necessária para completa esterilização.

JERMY e NAGY (1969) observaram que adultos de *Acanthoscelides obtectus* (Say.), prestes a emergir do feijão, quando expostos à dose de 10 kR tornaram-se estéreis.

BROWER (1973), observou ser a dose de 7 krad a que causa completa esterilidade aos adultos de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.). A atividade da fonte de Cobalto-60 utilizada era de 2.000 Ci e a taxa

de irradiação empregada foi de 2,1 krad/min.

WALDER e WIENDL (1974) estudaram os efeitos da radiação gama na oviposição e longevidade do *Callosobruchus maculatus* (Fabr.). Sete grupos de adultos foram expostos a sete diferentes doses de radiação, a saber: 0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 krad. Observou-se que a dose de 5 krad abaixou o total de ovos que deram emergência a larvas de 90% para apenas 1%, tornando os adultos totalmente estéreis com 10 krad. As doses acima de 10 krad aumentaram a longevidade das fêmeas em 19% e nos machos houve uma diminuição de 5%. A irradiação diminuiu o número total de ovos postos, relativamente ao aumento da dose. Os mesmos autores (1974) observando os efeitos de altas doses de radiação, para esta mesma espécie, determinaram que a dose letal imediata(4) foi ao redor de 330 krad.

(4) A dose letal imediata é a que causa completa imobilidade em observações feitas logo após a irradiação, não havendo recuperação de movimentos após a irradiação.

MATERIAIS E MÉTODOS

A fonte de radiação gama foi um irradiador de Cobalto-60, tipo Gammabeam 150, da Atomic Energy of Canada Ltd, Ottawa, Canada, modelo GB-150B, com uma atividade de aproximadamente 680 Ci (5) no início do trabalho (Fig.1).

As condições ótimas para o desenvolvimento da espécie *Callosobruchus maculatus* (Fabr.), no decorrer deste trabalho, foram conseguidas através da utilização de uma estufa biológica e de uma câmara climatizada com temperatura e umidade relativa controladas. A umidade relativa oscilou ao redor de 70%, com uma variação de $\pm 5\%$ e a temperatura foi mantida praticamente constante a 30°C , com pequenas variações que não ultrapassaram de $\pm 1^{\circ}\text{C}$, conforme registros diários em termohigrógrafo.

(5) Em fevereiro de 1966 a atividade era de 1394 Ci.

Os carunchos utilizados no presente trabalho eram provenientes de Fortaleza, Estado do Ceará. Foram coletados em janeiro de 1970 e desde então criados no laboratório do Centro de Energia Nuclear na Agricultura. A confirmação de sua posição sistemática foi feita pelo especialista em bruquídeos Dr. John M. Kingsolver do Museu de Washington, USA.

A sexagem e contagens dos carunchos adultos foram feitas sob uma campânula de plástico (Fig. 2) o que permitiu não só maior facilidade como ainda evitou o uso de anestésicos, prejudiciais à biologia do inseto.

O feijão utilizado foi o *Vigna sinensis* cultivar *Seridô*. Para que não houvesse interferência de insetos provenientes do campo todos os grãos foram previamente irradiados com a dose de 10 krad, o que não causa prejuízo ao grão e elimina qualquer infestação latente como citam NEHARIN, CALDERON e YACOBI (1965) e WIENDL et al (1973). As sementes foram escolhidas quanto a sua sanidade e tamanho e não sofreram qualquer tratamento com inseticidas, fungicidas ou fumigantes, para evitar a interferência de resíduos desses praguicidas no ciclo do inseto.

As determinações de umidade nos grãos foram feitas pelo método da estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas.

A criação dos insetos pragas foi feita em vidros de boca larga, tipo "grande" (capacidade de 3 litros), vedados com tampas de plástico rosqueáveis contendo tela de cobre malha 200 e papel "Yes" (Fig. 3).

O cálculo das doses de radiação foi feito baseando-se na dosimetria (método de Fricke) e também levando-se em consideração outros erros, principalmente o de geometria

As doses de radiação neste trabalho foram dadas de maneira aguda (de uma vez e em curto intervalo de tempo) para evitar a regeneração dos tecidos, pois é sabido que a maioria dos organismos são re-

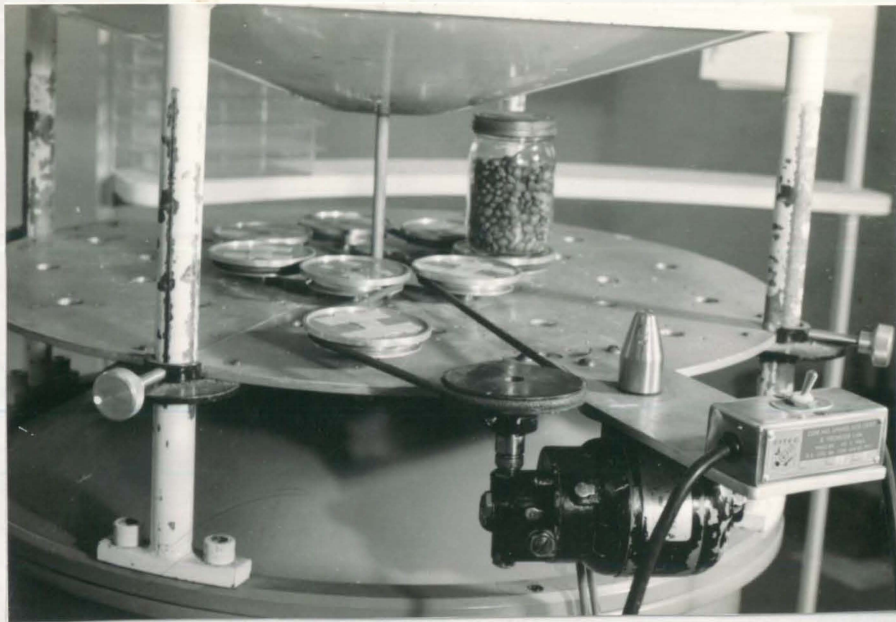


Fig.1 - Fonte de radiação gama, podendo-se observar o vi
dro do tipo "pequeno" em posição de irradiação.

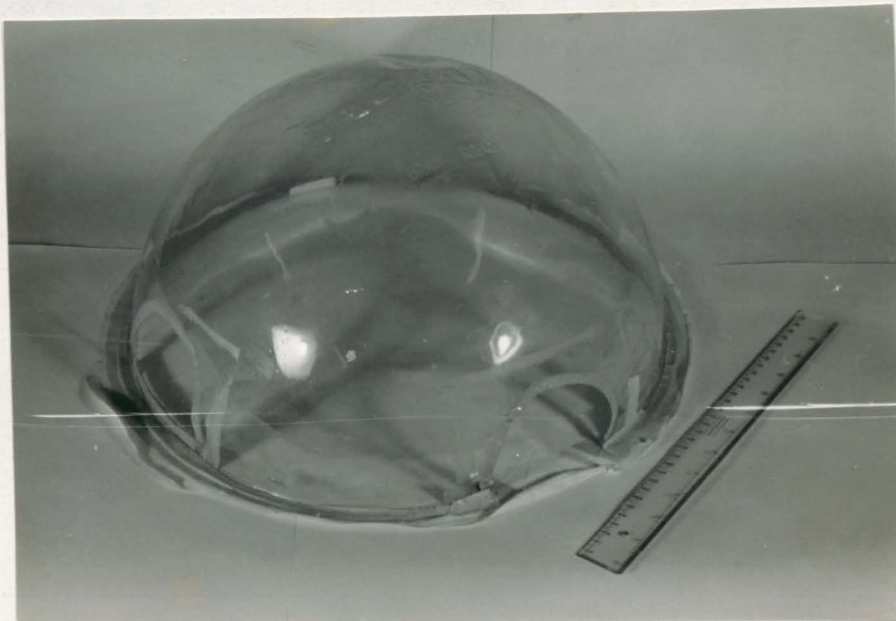


Fig.2 - Campânula plástica transparente utilizada na sex
gem e contagem dos carunchos.

generativos após um efeito somático.

Para maior facilidade de compreensão abordaremos cada ensaio realizado, separadamente.

Ensaio 1 - DETERMINAÇÃO DA DOSE LETAL PARA OVOS

No início deste ensaio (03/01/73), a taxa de irradiação calculada a 25 cm da fonte era de $9.820 \pm 300 \text{ rad}^{(6)}/\text{hora}$.

Para a obtenção dos ovos observou-se o seguinte procedimento: sobre sementes sadias colocaram-se os adultos com idade de 0-24 horas, e após 6 horas de oviposição, foram retirados. No 21º dia após essa oviposição foram retirados todos os adultos nascidos. Os insetos emergidos no 22º e 23º dias foram colocados sobre novas sementes sadias sendo que o substrato dos dois primeiros dias de oviposição foi descartado, utilizando-se apenas dos ovos do 3º dia de oviposição por serem mais representativos (SANTOS, 1971). Estes ovos, quando irradiados, tinham a idade de 0-24 horas. As doses de radiação empregadas foram: 0 (testemunha), 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1.000 e 2.000 rad, constando cada dose de 4 repetições.

O número de ovos por repetições foi mantido fixo em 50, variando-se, por causa da oviposição, o número de sementes. Utilizaram-se porém, sementes com no máximo 2 ovos cada uma.

Para a irradiação as sementes com ovos foram colocadas em vidro tipo "tubinho" (85 mm de altura por 22 mm de diâmetro) (Fig.3) com tampões de algodão envolvidos em papel "Yes". Durante a irradiação e transporte para o irradiador, esses tampões ficavam próximos às

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

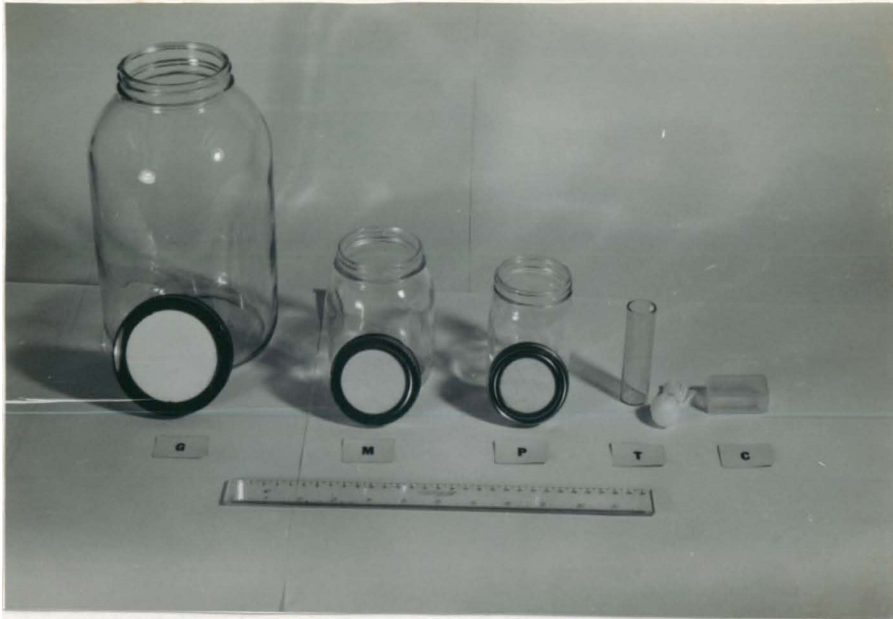


Fig. 3 - Vidros do tipo "grande" (G), tipo "médico" (M), tipo "pequeno" (P), tipo "tubinho" (T) e caixinha plástica (C) utilizados neste trabalho.

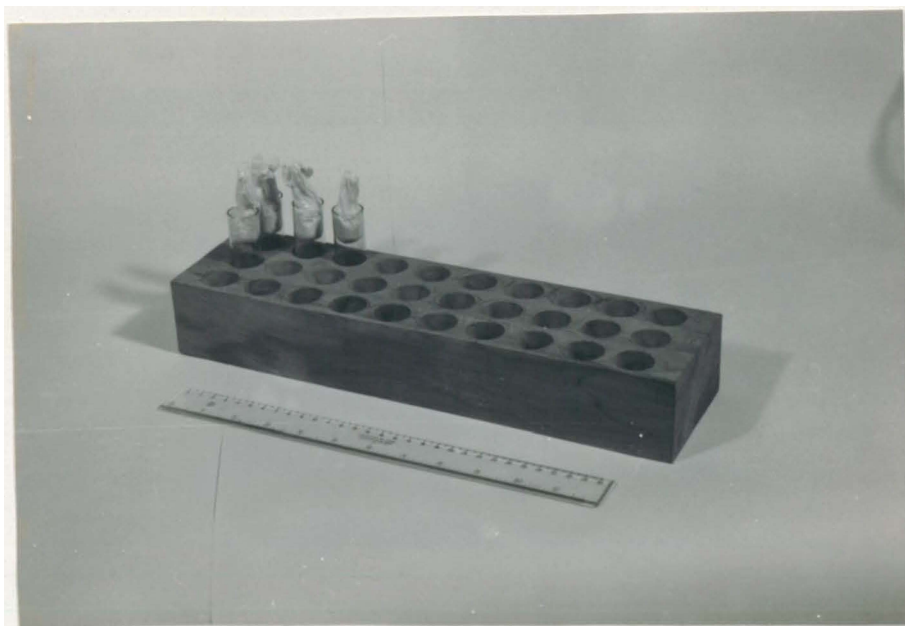


Fig. 4 - Bloco de madeira com "tubinhos" que continham grãos de feijão com ovos.

sementes a fim de mantê-las fixas para não alterar a geometria e proteger os ovos contra possíveis injúrias causadas pela movimentação dos grãos.

Após a irradiação, os "tubinhos" foram colocados em blocos de madeira (37 cm de comprimento, 10 cm de largura e 6 cm de altura), (Fig.4) e levados à câmara climatizada.

A determinação da dose de radiação letal foi feita pela posterior contagem, sob uma lupa binocular, dos ovos que deram ou não origem a larvas. Essa contagem foi feita 6 dias após a oviposição, quando já se podia fazer a distinção dos férteis e dos inférteis. Essa distinção foi baseada na informação de *CARVALHO e MACHADO (1967)* de que os ovos férteis são facilmente diferenciáveis dos demais pois apresentam uma coloração, geralmente branco-leitosa, das partículas rotas pelas larvas durante a eclosão e penetração nas sementes. Os inférteis são praticamente transparentes.

Determinou-se também, por contagem dos ovos férteis e inférteis, a fertilidade dos adultos provenientes dos ovos irradiados. Antes, porém, da emergência destes adultos, fez-se a retirada dos ovos contados, para facilitar as contagens posteriores. Agora os grãos já sem os ovos, foram transferidos para outro recipiente de vidro tipo "pequeno" (capacidade 250 ml) (Fig. 3) e, introduziram-se aproximadamente mais 350 grãos de feijão sadio a fim de aumentar a superfície de oviposição para os adultos. Após a emergência e oviposição destes adultos, fez-se a contagem dos ovos postos.

Anotou-se ainda, por observação, o dia da emergência do primeiro adulto após a irradiação dos ovos.

Ensaio 2 - DETERMINAÇÃO DA DOSE LETAL PARA LARVAS

Esse ensaio foi iniciado no dia 11/01/73, portanto 9 dias após a oviposição. Segundo *CARVALHO e MACHADO (1967)*, as larvas deve-

riam se encontrar no 1º ou 2º estágio. Isto realmente foi confirmado por observação direta sob uma lupa binocular.

A taxa de irradiação foi calculada em 9.820 ± 300 rad/hora, a uma distância de 25 cm da fonte.

As larvas foram obtidas pela contagem dos ovos férteis. A pos esta contagem foi feita a retirada de todos os ovos das sementes.

A irradiação foi feita em vidros "tubinhos" (Fig.3) e os cuidados observados foram os mesmos já descritos no Ensaio 1. As doses empregadas foram: 0 (testemunha), 1, 2, 3, 5, 7 e 10 krad. Cada dose contava com 4 repetições e o numero de larvas por repetição foi mantido fixo em 50, variando-se o numero de sementes. Cada semente con tinha no máximo 2 larvas.

Após a irradiação, as sementes contendo as larvas foram transferidas para o vidro "pequeno" (Fig.3), que já continha aproximadamente 350 grãos de feijão sadio, para aumentar a superfície de oviposição, sendo depois levados à câmara climatizada.

A determinação da dose letal foi feita pela posterior conta gem dos adultos emergidos. A fertilidade desses adultos foi averiguada pela contagem de ovos férteis e inférteis postos por esses adultos. Determinou-se também o tempo necessário para a emergência do 1º adulto, após a irradiação das larvas.

Ensaio 3 - DETERMINAÇÃO DAS DOSES DE RADIAÇÃO ESTERILIZANTE E LETAL PARA PUPAS

A irradiação foi realizada (20/01/73) em vidros tipo "tubinho" (Fig.3), sob uma taxa calculada em 9.820 ± 300 rad/hora, a 25 cm da fonte e as doses utilizadas foram: 0 (testemunha), 2, 5, 7, 10, 15 e 20 krad. Cada dose contava com 4 repetições, sendo que em cada u ma havia 25 pupas. O estágio pupal foi determinado, segundo *CARVALHO*

e MACHADO (1967), pelo numero de dias (18-19 dias) apos a oviposição, o que foi confirmado sob observação direta em lupa binocular.

Os cuidados no manuseio dos vidros para a irradiação foram idênticos àqueles dispensados nos Ensaio 1 e 2.

Antes que se procedesse à irradiação, retiraram-se todos os ovos existentes nos grãos os quais ficaram, portanto, somente com pupas. Após a irradiação estes grãos foram transferidos para vidros tipo "pequeno" (Fig. 3) contendo 350 sementes de feijão sadio. Logo após foram levados à câmara climatizada.

A dose letal foi determinada pela contagem do numero de adultos emergidos das pupas irradiadas e a fertilidade destes adultos foi verificada pelo número de ovos férteis e inférteis por eles postos.

Determinou-se também, por observação, o dia da emergência do primeiro adulto proveniente destas pupas irradiadas.

Ensaio 4 - INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO GAMA NA MORTALIDADE DE ADULTOS

O experimento foi iniciado no dia 07/12/71, sendo que a taxa de irradiação calculada era de 63.650 ± 1.500 rad/hora a 10 cm da fonte. A idade dos insetos era de 0-48 horas.

O ensaio foi dividido em dois testes; um para verificar a dose letal imediata e outro para verificar a longevidade do inseto quando exposto a altas doses de radiação.

O primeiro teste consistiu em um tratamento com sete repetições, em vidro tipo "tubinho" com tampão de algodão envolvido em papel "Yes" (Fig.3). Cada repetição possuía 50 insetos e as doses utilizadas variaram de 30 a 330 krad a uma razão constante de 30 krad. A sobrevivência após cada dose foi verificada através da contagem do numero de insetos mortos (imobilidade total) sob uma lupa binocular.

O segundo teste constou de oito tratamentos com três repetições, possuindo cada uma também 50 insetos, totalizando 1.200 insetos e 24 "tubinhos". As doses utilizadas em cada tratamento foram: 0 (testemunha), 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 krad. A sobrevivência após cada dose foi feita de maneira idêntica àquela do primeiro teste. Após isso os "tubinhos" eram levados à estufa biológica, onde de 12 em 12 horas novas contagens eram feitas para averiguação do número de insetos mortos.

Ensaio 5 - DETERMINAÇÃO DA DOSE ESTERILIZANTE PARA ADULTOS

O experimento foi iniciado no dia 22/09/72, sob uma taxa de irradiação calculada em 57.630 ± 5.000 rad/hora, a 10 cm da fonte.

Em cada 150 gramas de feijão, contidas em vidro tipo "pequeno" de tampas rosqueáveis com tela de cobre malha 200 e cobertas com papel "Yes", foram colocados 10 casais de *C.maculatus* com idade de 0-48 horas.

O ensaio consistiu em 14 tratamentos com 5 repetições. As doses utilizadas em cada tratamento foram: 0 (testemunha), 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15 e 20 krad. Após a irradiação os vidros foram levados a uma câmara climatizada onde eram pesados semanalmente a fim de verificar as variações de peso.

Com o intuito de verificar as variações de umidade dos grãos manteve-se dentro da mesma câmara 4 vidros tipo "médio" (Fig. 3) vedados da mesma maneira dos demais, porém isentos de insetos, e, a cada 15 dias, determinava-se a umidade pelo método da estufa, até o final do ensaio.

Ensaio 6 - INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO GAMA NA OVIPOSIÇÃO E LONGEVIDADE DE ADULTOS

Este ensaio foi iniciado no dia 08/10/71, sob uma taxa de ir radiação calculada em 65.070 ± 2.000 rad/hora, a 10 cm da fonte. Cons tou de 7 tratamentos com 5 repetições, sendo que as doses empregadas em cada tratamento foram: 0 (testemunha), 5, 10, 15, 20, 25 e 30 krad.

O experimento consistiu em se colocar num vidro tipo "tubi-
nho" (Fig.3) 30 sementes sadias de feijão e um casal de *C. maculatus*. A idade desses insetos era 0-12 horas. Após a irradiação estas semen-
tes eram substituídas de 24 em 24 horas e colocadas em pequenas cai -
xas plásticas (Fig. 3) que eram mantidas em estufa biológica para ve-
rificação do numero de ovos férteis, inférteis e emergência dos no-
vos adultos.

A influência da radiação gama na longevidade dos adultos foi feita através de observações diárias, onde se verificava a mortalida-
de desses insetos.

DADOS OBTIDOS

Ensaio 1 - DETERMINAÇÃO DA DOSE LETAL PARA OVOS

No Quadro 1 encontram-se os diversos valores numéricos das contagens dos ovos irradiados, dos ovos férteis, dos ovos inférteis; dos adultos emergidos, dos ovos férteis, inférteis, no vidro (postos pelos adultos emergidos) e o total destes ovos e, finalmente, o número de dias necessários para a emergência do primeiro adulto, após a irradiação dos ovos.

Com os dados do Quadro 1 calcularam-se os valores, em porcentagem, de ovos férteis, de ovos inférteis e de adultos, além da relação ovos férteis/ovos inférteis postos por estes adultos. Tais valores encontram-se relacionados no Quadro 2.

Quadro 1 - Dados de contagem do Ensaio 1

DOSE (rad)	REP.	Nº de ovos irradiados	Nº de ovos férteis	Nº de ovos infértéis	Nº de adultos nascidos	Nº de ovos postos por estes adultos				Dias após a irradiação para emergência do primeiro adulto
						férteis	infértéis	na vidra	TOTAL	
0	1	50	27	23	20	593	75	0	638	20
	2	50	22	28	20	614	52	0	666	20
	3	50	30	20	27	1332	222	0	1554	20
	4	50	31	19	25	995	94	0	1079	20
	TOTAL	200	110	90	92	3694	443	0	4137	
100	1	50	23	27	20	1110	148	1	1259	20
	2	50	32	18	28	1752	175	0	1927	20
	3	50	29	21	26	1371	114	0	1485	20
	4	50	25	25	23	995	153	0	1153	20
	TOTAL	200	109	91	97	5228	535	1	5824	
200	1	50	27	23	18	780	74	0	854	20
	2	50	22	28	22	1067	158	0	1225	20
	3	50	31	19	25	1159	208	0	1365	21
	4	50	22	28	20	944	109	0	1053	20
	TOTAL	200	102	98	85	3950	547	0	4497	
300	1	50	21	29	19	1440	239	0	1729	20
	2	50	33	17	28	1717	229	1	1947	20
	3	50	24	28	20	825	108	2	933	20
	4	50	33	17	30	587	151	0	718	20
	TOTAL	200	111	89	85	4549	775	3	5327	
400	1	50	32	18	28	938	127	4	1089	20
	2	50	20	30	16	893	154	0	1047	20
	3	50	27	23	27	1215	143	1	1359	20
	4	50	32	18	28	629	161	0	790	20
	TOTAL	200	111	89	97	3675	535	5	4265	
500	1	50	28	24	24	832	91	0	923	20
	2	50	21	29	20	511	115	0	626	20
	3	50	24	26	23	902	102	1	1005	21
	4	50	25	21	27	1237	233	2	1472	20
	TOTAL	200	103	100	94	3482	541	3	4026	
600	1	50	24	28	20	1594	252	2	1838	20
	2	50	23	27	20	932	150	0	1082	20
	3	50	34	16	29	1345	249	2	1596	20
	4	50	27	23	23	910	213	0	1123	21
	TOTAL	200	108	92	92	4771	654	4	5429	
700	1	50	28	24	24	942	321	2	1265	20
	2	50	28	22	21	958	305	0	1263	20
	3	50	24	28	24	1695	380	0	2075	21
	4	50	20	30	19	634	259	5	908	20
	TOTAL	200	99	107	88	4229	1275	7	5511	
800	1	50	18	34	16	631	175	1	837	20
	2	50	24	26	18	750	188	2	940	20
	3	50	28	24	19	618	203	1	822	21
	4	50	17	33	15	630	150	0	780	21
	TOTAL	200	83	117	68	2659	715	4	3379	
900	1	50	24	28	10	539	137	3	679	21
	2	50	17	33	15	780	204	5	989	20
	3	50	28	22	18	638	169	0	805	20
	4	50	18	34	14	639	188	2	829	21
	TOTAL	200	85	115	55	2594	698	10	3302	
1000	1	50	17	33	12	329	187	0	516	20
	2	50	22	28	17	518	139	3	680	20
	3	50	14	38	9	162	39	1	202	20
	4	50	24	26	17	558	142	0	709	20
	TOTAL	200	77	123	55	1567	507	4	2078	
2000	1	50	18	34	0	0	-	-	-	-
	2	50	13	37	0	0	-	-	-	-
	3	50	8	42	3	0	8	0	9	25
	4	50	17	33	1	-	-	-	-	25
	TOTAL	200	54	148	4	0	9	0	9	

Quadro 2 - Valores das % de ovos férteis e inférteis dos ovos irradiados; das % de adultos dos ovos irradiados e dos ovos férteis; e a relação ovos férteis/ovos inférteis (F/I) postos por estes adultos, tomando-se como índice a relação F/I da testemunha igual a 100 (T=100).

Dose (krad)	ovos férteis (% dos ovos irradiados)	ovos inférteis	Adultos		Relação dos ovos F/I postos por adultos (T=100)
			% dos ovos irradiados	% dos ovos férteis	
0	55,0	45,0	46,00	83,90	100
100	54,5	45,5	48,50	89,10	90,40
200	51,0	49,0	42,50	84,55	79,62
300	55,5	44,5	47,50	85,87	60,55
400	55,5	44,5	49,75	87,19	64,48
500	50,0	50,0	47,00	94,11	69,93
600	54,0	46,0	46,00	85,18	55,90
700	49,0	51,0	39,00	90,57	33,10
800	41,5	58,5	34,00	84,07	37,74
900	42,5	57,5	27,50	68,63	37,54
1000	38,5	61,5	27,50	70,74	33,73
2000	27,0	73,0	2,00	21,69	0,00

Ensaio 2 - DETERMINAÇÃO DA DOSE LETAL PARA LARVAS

No Quadro 3 encontram-se os diversos valores numéricos das contagens das larvas irradiadas; dos adultos nascidos; dos ovos férteis, inférteis, no vidro e total de ovos postos por estes adultos e também o número de dias necessários, após a irradiação para a emergência do primeiro adulto.

Com os dados do Quadro 3 calcularam-se os valores, em porcentagem, dos adultos nascidos, da morte de larvas e pupas, além da porcentagem de ovos postos, férteis, inférteis e da relação ovos férteis/ovos inférteis. Tais valores encontram-se relacionados no Quadro 4.

Quadro 3 - Dados de contagem do Ensaio 2.

Dose (krad)	REP.	Nº de lar- vas irra- diadas	Nº de adul- tos nasci- dos	Nº de ovos postos por estes adultos				Dias p/a emergân- cia do 1º adulto
				férteis	inférteis	no vidro	Total	
0	1	50	45	1887	142	12	2041	10
	2	50	48	1751	68	9	1828	10
	3	50	47	2071	109	2	2182	10
	4	50	39	958	69	3	1030	10
Total		200	179	6667	386	26	7079	-
1	1	50	40	1059	458	4	1519	11
	2	50	49	1619	865	0	2484	10
	3	50	45	1022	419	2	1443	11
	4	50	48	1596	494	1	2091	10
Total		200	182	5296	2234	7	7537	-
2	1	50	0	-	-	-	-	-
	2	50	8	42	56	2	100	11
	3	50	5	90	94	0	184	11
	4	50	0	-	-	-	-	-
Total		200	13	132	150	2	284	-
3	1	50	0	-	-	-	-	-
	2	50	0	-	-	-	-	-
	3	50	0	-	-	-	-	-
	4	50	0	-	-	-	-	-
Total		200	0	-	-	-	-	-
4	1	50	0	-	-	-	-	-
	2	50	0	-	-	-	-	-
	3	50	0	-	-	-	-	-
	4	50	0	-	-	-	-	-
Total		200	0	-	-	-	-	-
5	1	50	0	-	-	-	-	-
	2	50	0	-	-	-	-	-
	3	50	0	-	-	-	-	-
	4	50	0	-	-	-	-	-
Total		200	0	-	-	-	-	-
7	1	50	0	-	-	-	-	-
	2	50	0	-	-	-	-	-
	3	50	0	-	-	-	-	-
	4	50	0	-	-	-	-	-
Total		200	0	-	-	-	-	-
10	1	50	0	-	-	-	-	-
	2	50	0	-	-	-	-	-
	3	50	0	-	-	-	-	-
	4	50	0	-	-	-	-	-
Total		200	0	-	-	-	-	-

Quadro 4 - Valores das % de adultos nascidos das larvas irradiadas; das % de larvas e pupas mortas; e, tomando-se como índice a testemunha igual a 100 (T=100), os valores das % do total de ovos postos, das % de ovos férteis e inférteis e da relação ovos férteis/ovos inférteis (F/I) postos por estes adultos.

Dose	% de adultos nascidos	% de morte (larvas e pupas)	% de ovos postos (T = 100)	% de ovos férteis (T = 100)	% de ovos inférteis (T = 100)	Relação F/I T=100
0	89,50	10,50	100	100	100	100
1	91,00	9,00	106,46	79,43	578,75	13,76
2	6,50	93,50	4,01	1,97	38,86	5,11
3	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ensaio 3 - DETERMINAÇÃO DAS DOSES ESTERILIZANTE E LETAL PARA PUPAS

No Quadro 5 encontram-se os resultados numéricos das pupas irradiadas; dos adultos emergidos; dos ovos férteis, inférteis, no vidro e total de ovos postos por estes adultos e o número de dias necessários para o nascimento do primeiro adulto, após a irradiação das pupas.

Com os dados do Quadro 5 calcularam-se os valores, em porcentagem, dos adultos nascidos, da morte de pupas, além da porcentagem de ovos postos, férteis, inférteis e da relação ovos férteis/ovos inférteis. Tais valores encontram-se relacionados no Quadro 6.

Quadro 5 - Dados de contagem do Ensaio 3.

Dose (krad)	Rep.	Nº de larvas irradiadas	Nº de adultos nascidos	Nº de ovos postos por estes adultos			Total	Dias p/a emergência do 1º adulto
				férteis	inférteis	no vidro		
0	1	25	24	1437	61	0	1498	2
	2	25	22	1410	73	4	1487	3
	3	25	25	1218	87	24	1329	3
	4	25	23	1412	52	22	1486	3
	Total	100	94	5477	273	50	5790	-
2	1	25	25	165	206	11	382	2
	2	25	20	287	246	4	537	3
	3	25	20	335	270	4	609	3
	4	25	25	421	386	3	810	3
	Total	100	90	1208	1108	22	2338	-
5	1	25	22	0	18	0	18	3
	2	25	21	0	43	1	44	3
	3	25	19	0	34	2	36	2
	4	25	25	0	103	3	106	3
	Total	100	87	0	198	6	204	-
7	1	25	25	0	15	0	15	2
	2	25	19	0	29	0	29	3
	3	25	24	0	80	0	80	2
	4	25	20	0	65	2	67	3
	Total	100	88	0	189	2	191	-
10	1	25	15	0	14	1	15	3
	2	25	16	0	10	0	10	2
	3	25	17	0	11	3	14	3
	4	25	17	0	9	0	9	2
	Total	100	65	0	44	4	48	-
15	1	25	8	0	15	0	15	3
	2	25	6	0	7	0	7	3
	3	25	5	0	6	2	8	3
	4	25	8	0	10	0	10	3
	Total	100	27	0	38	2	40	-
20	1	25	2	0	5	1	6	3
	2	25	2	0	8	0	8	3
	3	25	2	0	6	0	6	3
	4	25	4	0	9	0	9	3
	Total	100	10	0	28	1	29	-

Quadro 6 - Valores das % de adultos nascidos de pupas irradiadas; das % de pupas mortas; e, tomando-se como índice a testemunha igual a 100 (T=100), os valores das % do total de ovos postos, das % de ovos férteis e inférteis e a relação ovos férteis/ovos inférteis (F/I) postos por estes adultos.

Doses (krad)	% de adultos nascidos	% de mortes de pupas	% de ovos postos T=100	% de ovos férteis T=100	% de ovos inférteis T=100	Relação F/I T=100
0	94	6	100	100	100	100
2	90	10	40,31	22,05	405,86	5,04
5	87	13	3,51	0,00	72,52	0,00
7	88	12	3,29	0,00	69,23	0,00
10	65	35	0,82	0,00	16,11	0,00
15	27	73	0,68	0,00	13,91	0,00
20	10	90	0,50	0,00	10,25	0,00

Ensaio 4 - INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO GAMA NA MORTALIDADE DE ADULTOS

Os resultados numéricos das observações feitas no primeiro teste estão dispostos no Quadro 7.

Os dados referentes ao segundo teste encontram-se no Quadro 8.

Quadro 7 - Número de mortos por tubo; numero total de mortos; porcentagem de mortalidade; porcentagem de sobreviventes.

Dose (krad)	Tubos	Numero de mortos por tubo							total	% Mortos	% Vivos
		1	2	3	4	5	6	7			
30		-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	100,00
60		-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	100,00
90		-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	100,00
120		-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	100,00
150		-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	100,00
180		-	-	-	-	-	-	-	0	0,00	100,00
210		-	2	1	-	-	-	-	3	0,86	99,14
240		1	9	23	11	27	22	6	99	29,15	70,85
270		37	23	15	18	13	10	24	140	69,15	30,85
300		5	8	11	18	10	12	20	84	92,85	7,15
330		7	8	-	3	-	6	-	24	100,00	0,00

Quadro 8 - Número de insetos mortos após cada 12 horas, a partir do término da irradiação.

Dose	RF	Dias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11										
Horas	0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228	240	252	264
1	-	-	1	3	-	4	3	-	1	3	2	-	4	3	1	3	2	4	5	4	4	4	1
0	2	-	-	2	-	3	2	-	1	2	-	4	3	2	4	1	3	5	3	6	3	3	2
3	-	-	-	4	-	3	-	-	1	-	3	2	2	4	3	2	3	5	7	4	3	1	3
1	-	-	3	2	1	5	30	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	2	-	-	2	-	1	22	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	4	-	-	1	8	30	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	1	3	1	8	14	14	9	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	2	-	2	1	7	4	15	12	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	5	5	6	12	18	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	1	3	29	5	2	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
240	2	-	3	27	5	3	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1	1	4	-	1	14	18	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	1	3	12	6	17	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270	2	6	11	20	7	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	2	3	14	9	10	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	26	13	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300	2	2	6	2	15	8	11	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	14	10	15	6	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	29	11	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
330	2	26	11	10	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	40	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
360	2	41	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ensaio 5 - DETERMINAÇÃO DA DOSE ESTERILIZANTE PARA ADULTOS

Os dados de pesagem obtidos encontram-se no Quadro 9 e seus valores percentuais, tomando-se como índice a primeira pesagem, assim como as respectivas perdas percentuais de peso também em relação à primeira pesagem, estão representadas no Quadro 10. Por outro lado, os valores da variação da umidade dos grãos, durante o experimento, encontram-se no Quadro 11.

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 dos grãos não mais deve cair. Desta maneira a dose esterilizante encontrada para os adultos de *C. maculatus* foi 8 krad (Quadros 9 e 10).

Quadro 11 Umidade de amostras do feijão mantido na camera climatizada.

Data	AMOSTRAS			
	1a.	2a.	3a.	Media
30-09-72	12,1	11,7	11,9	11,9
15-10-72	11,2	11,5	11,5	11,4
29-10-72	11,4	11,2	11,0	11,2
14-11-72	10,9	11,1	11,0	11,0
28-11-72	11,2	11,1	11,0	11,1
16-12-72	10,8	10,7	10,9	10,8
27-12-72	10,6	10,8	11,0	10,8
12-01-73	10,5	10,3	10,7	10,5
25-01-73	11,0	-	10,9	10,9
13-02-73	10,7	10,6	10,3	10,5
24-02-73	10,3	10,5	10,4	10,4
15-03-73	10,8	10,6	10,4	10,6
28-03-73	10,5	10,4	10,6	10,5
12-04-73	10,8	11,0	11,5	11,1
20-04-73	11,7	10,8	12,0	11,5

- Dado perdido

Quadro 9 - Variação de peso causada pelo ataque de *Callosobruchus maculatus* em feijão irradiado com diferentes doses de radiação gama.

Tratamen- tos (krad)	S e m a n a s																													
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
0	150,05	149,34	145,15	140,68	135,81	119,59	106,27	97,83	88,82	81,32	74,61	71,27	68,39	63,75	62,59	61,94	61,59	61,19	61,00	61,10	61,20	61,30	61,04	61,01	60,82	60,84	60,98	60,99	60,96	
	149,64	148,96	144,53	140,13	135,46	120,58	107,65	99,81	90,64	82,37	74,56	70,94	65,78	62,94	61,80	60,84	60,42	59,98	59,85	59,92	59,96	60,11	59,79	59,78	59,81	59,75	59,80	59,76	59,70	
	149,99	149,19	143,18	137,16	131,49	117,40	106,90	99,88	90,76	82,67	75,06	71,51	68,78	64,19	63,00	62,34	62,00	61,63	61,42	61,50	61,57	61,66	61,34	61,36	61,25	61,30	61,36	61,41	61,33	
	149,91	149,21	146,70	144,88	141,30	125,86	109,82	100,25	91,55	83,23	75,93	72,23	66,33	62,71	60,95	59,92	59,40	58,87	58,66	58,69	58,78	58,83	58,58	58,60	58,48	58,51	58,55	58,60	58,47	
	150,02	149,20	144,95	141,25	136,56	120,35	107,53	98,91	89,59	81,23	74,15	70,71	65,47	62,37	60,93	60,15	59,70	59,26	59,05	59,14	59,19	59,29	59,05	59,04	58,85	58,91	58,98	59,01	58,91	
749,61	745,90	724,51	704,10	680,62	603,78	538,17	496,48	451,36	410,82	374,31	356,66	330,75	315,96	309,07	305,19	303,11	300,93	299,98	300,35	300,71	301,19	299,80	299,79	299,01	299,31	299,67	299,77	299,37		
1	150,06	149,41	148,32	147,53	146,60	137,89	125,30	119,33	108,33	98,00	88,51	83,25	75,80	71,18	68,86	67,11	65,87	64,95	64,47	64,50	64,51	64,62	64,24	64,04	63,79	63,79	63,77	63,63	63,45	
	149,99	149,34	148,12	147,06	145,74	135,20	121,24	114,52	103,31	91,98	81,77	77,39	70,50	65,83	63,39	61,68	60,58	59,85	59,55	59,61	59,55	59,37	58,75	58,31	58,02	57,98	57,84	57,52	57,15	
	150,00	149,33	148,08	146,95	145,52	135,01	119,39	111,19	101,67	90,77	82,08	78,14	72,25	68,46	66,47	65,15	64,41	63,81	63,52	63,57	63,62	63,66	63,31	63,32	63,17	63,23	63,17	63,10	62,97	
	149,96	149,26	147,94	146,90	145,36	133,29	108,79	107,33	97,94	88,39	79,91	76,39	71,10	67,64	65,87	64,79	64,19	63,66	63,39	63,46	63,46	63,51	63,25	63,31	63,08	62,74	62,24	61,81	61,59	61,43
	149,92	149,24	147,46	145,26	143,03	129,39	112,40	102,15	93,19	83,77	76,03	72,64	67,21	63,83	62,29	61,38	60,90	60,43	60,20	60,29	60,35	60,45	60,26	60,22	60,00	60,04	60,10	60,10	59,99	
749,93	746,58	739,92	733,70	726,25	670,78	587,12	554,52	504,44	452,91	408,30	387,81	356,86	336,94	326,88	320,11	315,95	315,70	311,13	311,43	311,49	311,61	309,81	309,20	308,04	307,78	307,12	305,96	302,99		
2	150,26	149,54	146,37	147,21	146,01	136,88	121,23	113,28	102,74	92,18	82,12	77,62	70,73	65,96	63,59	61,97	60,91	60,17	59,84	59,92	59,91	60,00	59,82	59,86	59,47	59,60	59,88	59,81	59,57	
	150,05	149,43	148,02	146,24	144,43	131,73	114,54	104,16	94,95	85,57	77,39	73,87	68,28	61,81	63,11	62,02	61,45	60,98	60,79	63,88	60,85	60,88	60,51	60,25	59,43	58,20	58,90	58,20	52,40	
	150,08	149,40	148,42	147,58	146,78	139,76	129,45	125,36	115,29	104,50	93,72	87,03	78,62	72,97	69,83	67,42	65,66	64,38	63,67	63,57	63,56	63,58	63,30	63,23	63,12	63,19	63,24	63,23	63,19	
	150,04	149,33	148,23	147,05	146,02	137,53	122,33	114,82	105,65	94,77	85,01	80,46	73,54	69,05	66,76	65,09	64,12	63,31	62,88	62,90	62,89	62,94	62,70	62,70	62,57	62,56	62,68	62,68	62,66	
	150,09	149,45	148,06	146,80	145,07	133,61	118,04	109,79	100,93	89,68	80,93	76,99	71,03	66,97	64,88	63,50	62,71	62,04	61,68	61,80	61,83	61,88	61,65	61,63	61,44	61,48	61,59	61,59	61,53	
750,50	747,15	741,10	734,68	728,29	679,51	605,59	567,41	519,56	466,70	419,17	395,97	362,20	366,76	328,17	320,00	314,85	310,88	308,86	308,29	307,98	307,98	307,98	307,47	306,03	305,03	304,07	302,32	299,35		
3	150,08	149,45	148,66	147,87	147,30	142,10	133,60	130,30	119,42	108,64	99,83	93,39	83,81	77,88	74,45	71,82	69,72	68,08	67,07	66,86	66,75	66,75	66,39	66,32	66,11	66,20	66,31	66,21	66,26	
	150,02	149,41	148,74	148,29	147,96	143,51	134,32	131,13	118,97	107,93	99,75	92,75	83,17	77,31	73,36	71,50	69,63	68,52	66,43	65,65	65,36	65,37	65,04	64,79	64,58	64,71	64,78	64,58	64,75	
	150,05	149,46	148,69	148,11	147,86	145,68	142,01	140,31	129,83	112,98	102,41	95,58	84,65	78,31	74,27	70,78	67,87	64,43	63,54	62,84	62,57	62,43	62,10	61,98	61,81	61,91	61,87	62,54	61,89	
	150,05	149,48	148,71	148,20	147,61	142,90	136,94	134,03	119,08	107,05	98,22	91,59	82,39	76,43	72,94	70,20	68,15	66,52	65,42	65,21	65,12	65,10	64,87	64,79	64,61	64,69	64,75	64,79	64,74	
	150,16	149,54	148,60	147,60	146,74	139,67	127,60	123,00	112,35	101,20	90,18	84,25	76,62	71,17	68,07	65,80	64,07	62,75	61,99	61,92	61,88	61,99	61,69	61,61	61,40	61,47	61,58	61,61	61,55	
750,36	747,34	743,40	740,07	737,27	713,86	674,47	658,77	599,65	537,80	490,39	457,56	410,64	381,10	363,09	350,08	339,44	331,30	324,45	322,48	321,68	321,54	320,09	319,49	318,51	318,98	319,39	319,71	319,19		
4	150,00	149,40	148,68	148,11	147,62	144,21	139,45	137,28	123,78	110,97	100,88	93,97	83,72	77,40	73,61	70,45	67,98	66,05	64,78	64,49	64,37	64,32	64,01	63,87	63,65	63,72	63,88	63,87	63,79	
	150,11	149,53	148,89	148,39	148,04	146,92	144,30	143,10	133,98	115,78	104,82	98,27	86,65	79,93	75,85	71,81	68,21	65,47	63,35	62,55	62,21	62,02	61,62	61,45	61,28	61,37	61,46	61,46	61,40	
	150,17	149,58	148,74	148,07	147,46	142,66	134,97	131,72	119,44	107,77	98,55	91,60	82,41	76,47	72,88	69,98	67,77	66,00	64,81	64,52	64,36	64,31	64,01	63,89	63,75	63,82	63,88	63,84	63,81	
	150,20	149,59	148,91	148,46	147,99	147,13	144,29	143,03	134,71	115,24	102,93	96,23	85,10	78,23	73,81	69,51	68,00	63,19	61,01	60,19	59,88	59,70	59,33	59,21	59,03	59,07	59,15	59,10	58,17	
	150,09	149,51	148,89	148,39	147,95	147,27	143,73	142,92	139,95	120,95	110,67	104,31	91,40	84,12	79,48	75,28	71,88	68,68	66,26	65,28	64,78	64,53	64,12	63,94	63,72	63,63	63,78	63,90	63,81	63,85
750,57	747,61	744,11	741,42	739,06	728,19	698,05	651,86	570,71	517,85	484,38	429,28	396,15	375,23	356,83	341,64	329,39	320,21	317,03	315,60	314,98	313,09	312,36	311,43	311,76	312,25	312,08	312,02			
5	150,20	149,56	148,95	148,45	148,13	147,83	146,55	145,94	143,95	126,78	115,28	110,24	98,79	88,80	83,97	79,27	75,05	71,83	69,26	68,21	67,65	67,52	67,13	66,92	66,72	66,85	66,91	66,95	66,93	
	149,99	149,38	148,69	148,15	147,77	146,38	143,32	141,88	133,03	115,40	104,00	97,73	85,24	78,50	74,63	71,15	68,33	66,08	64,64	64,24	64,14	64,22	63,90	63,77	63,63	63,79	63,81	63,84	63,74	
	150,02	149,44	148,69	148,14	147,72	146,08	142,59	140,89	130,47	114,53	104,12	97,53	86,00	79,42	75,47	72,15	69,50	67,43	66,01	65,56	65,43	65,52	65,35	65,18	65,07	65,19	65,23	65,13		
	150,02	149,43	148,74	148,28	147,87	146,20	142,72	141,19	131,63	114,61	103,82	97,83	85,63	78,76	74,61	71,21	68,56	66,37	64,94	64,61	64,50	64,56	64,31	64,26	65,11	64,22	64,21	64,30	64,21	
	149,94	149,38	148,73	148,24	147,88	146,92	144,60	143,46	135,94	117,04	104,36	97,71	85,32	77,93	73,46	69,42	66,01	63,05	60,88	60,22	59,97	59,36	59,67	59,57	59,38	59,48	59,52	59,63	59,51	
750,17	747,17	743,80	741,26	739,37	733,41	719,78	713,36	675,02	588,36	531,58	500,94	440,98	403,41	382,14	363,20	347,45	334,76	325,73	322,64	321,69	321,78	320,26	319,70	319,91	319,53	319,64	319,95	319,52		
6	150,20	149,53	148,93	148,57	148,23	148,23	148,15	147,87	147,71	144,23	138,77	137,12	123,04	112,11	108,84	100,30	92,09	85,84	80,28	77,38	75,45	74,20	72,97	72,20	71,92	71,95	72,04	72,00	71,99	
	150,01	149,50	148,98	148,51	148,20	148,04	148,44	148,29	148,27	147,87	147,82	147,82	148,81	148,71	148,88	148,78	148,80	148,21	145,98	145,72	144,65	144,43	143,05	138,35	134,98	132,58	130,90	129,55	128,62	
	150,07	149,44	148,87	148,48	148,15	148,24	148,43	148																						

Quadro 10 - Variação porcentual de peso, causada pelo ataque de *Callosobruchus maculatus* em feijão irradiado com diferentes doses de radiação gama

S E M E N A S

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
100,00	99,50	98,65	93,92	90,79	80,55	71,80	58,23	80,21	54,80	49,03	47,58	44,12	42,15	41,23	40,71	40,43	40,14	40,02	40,07	40,11	40,18	39,99	39,89	39,88	39,93	39,97	40,00	39,94	0	
0	0,00	-0,50	-3,35	-6,08	-9,21	-19,45	-20,20	-33,77	-39,79	-45,20	-50,07	-52,42	-55,68	-57,05	-58,77	-59,86	-59,90	-59,93	-59,92	-60,01	-60,01	-60,12	-60,07	-60,03	-60,00	-60,00	-60,00	-60,06	1	
100,00	99,55	98,68	97,84	96,84	89,45	79,37	73,94	67,27	60,38	54,45	51,71	47,56	44,93	43,59	42,69	41,70	41,49	41,53	41,54	41,55	41,54	41,23	41,07	41,04	40,95	40,00	40,40	0	1	
0	0,00	-0,45	-1,34	-2,18	-3,16	-10,55	-20,63	-26,08	-32,73	-39,61	-45,55	-40,29	-52,42	-55,07	-58,41	-57,31	-57,87	-58,30	-58,51	-58,47	-58,48	-58,45	-58,77	-58,99	-55,96	-59,05	-59,20	-59,60	2	
100,00	99,55	98,75	97,90	97,04	90,34	80,69	75,60	69,23	62,19	55,05	52,76	48,75	43,73	42,64	41,95	41,42	41,15	41,18	41,18	41,21	41,03	40,97	40,78	40,78	40,52	40,28	39,89	0	2	
0	0,00	-0,45	-1,25	-2,10	-2,96	-9,46	-19,31	-24,40	-30,77	-37,81	-44,15	-47,24	-51,74	-54,73	-56,27	-57,36	-58,05	-58,58	-58,85	-58,82	-58,79	-58,97	-59,03	-59,22	-55,36	-59,40	-59,72	-60,11	3	
100,00	99,60	99,07	98,63	98,26	95,14	89,89	87,80	79,81	71,67	65,35	60,90	54,73	50,79	49,39	46,85	44,24	44,15	43,24	42,90	42,87	42,85	42,68	42,58	42,45	42,51	42,57	42,61	42,54	0	3
0	0,00	-0,40	-0,93	-1,37	-4,86	-10,11	-12,20	-20,09	-28,33	-34,85	-39,02	-45,22	-48,21	-51,81	-53,35	-54,76	-55,85	-56,76	-57,02	-57,12	-57,15	-57,34	-57,42	-57,55	-57,48	-57,49	-57,39	-57,46	4	
100,00	99,61	99,14	98,78	98,47	97,02	94,18	93,00	86,85	78,04	68,99	64,53	57,19	52,78	49,99	47,54	45,52	43,89	42,66	42,24	42,05	41,95	41,71	41,62	41,49	41,54	41,60	41,58	41,57	0	4
0	0,00	-0,39	-0,86	-1,22	-5,84	-7,00	-13,15	-23,98	-31,01	-35,47	-42,81	-47,22	-50,01	-52,48	-54,48	-56,11	-57,34	-57,76	-57,95	-58,05	-58,29	-58,38	-58,51	-53,46	-58,40	-58,42	-58,43	0	4	
100,00	99,60	99,15	98,81	98,56	97,76	95,95	95,09	89,98	79,43	70,86	68,78	60,78	53,77	50,94	48,42	46,32	44,82	43,04	42,80	42,89	42,69	42,82	42,82	42,51	42,59	42,61	42,65	42,59	0	5
0	0,00	-0,40	-0,85	-1,19	-2,24	-4,05	-4,91	-10,02	-21,57	-29,14	-33,22	-41,22	-46,23	-49,06	-51,58	-53,68	-55,38	-56,58	-58,98	-57,12	-57,11	-57,31	-57,38	-57,49	-57,41	-57,39	-57,35	-57,41	0	5
100,00	99,60	99,25	98,98	98,68	98,63	98,37	98,11	96,98	91,80	88,62	86,53	80,93	88,18	75,04	72,98	70,74	88,92	87,49	66,84	66,32	66,12	65,67	64,63	64,37	64,08	63,91	63,77	63,68	0	8
0	0,00	-0,10	-0,75	-1,02	-1,32	-1,37	-1,83	-3,02	-8,10	-11,38	-13,47	-19,07	-22,84	-24,88	-27,04	-29,28	-31,08	-32,51	-33,16	-33,68	-33,88	-34,33	-35,37	-35,63	-35,92	-36,09	-36,23	-36,32	0	8
100,00	99,53	99,20	98,97	98,74	98,72	98,54	98,32	97,59	92,28	88,67	87,32	83,35	80,14	78,21	76,28	73,58	71,05	68,97	68,92	64,93	63,67	62,13	60,03	59,30	58,97	58,66	58,41	58,10	0	7
0	0,00	-0,47	-0,80	-1,03	-1,26	-1,46	-1,69	-2,41	-7,72	-11,13	-12,68	-16,65	-19,86	-21,79	-23,72	-26,44	-28,95	-31,13	-33,08	-35,07	-36,33	-37,07	-39,37	-40,61	-41,09	-41,34	-41,59	-41,90	0	7
100,00	99,63	99,29	99,08	98,85	98,93	99,07	98,98	98,98	98,81	98,80	98,34	98,37	98,37	98,43	98,61	98,30	98,27	98,42	98,52	98,68	98,60	98,57	98,51	98,51	98,51	98,70	98,80	98,99	0	6
0	0,00	-0,37	-0,71	-0,92	-1,15	-1,07	-0,93	-1,02	-1,08	-1,19	-1,20	-1,66	-1,63	-1,63	-1,57	-1,49	-1,64	-1,73	-1,58	-1,40	-1,32	-1,40	-1,43	-1,49	-1,37	-1,24	-1,12	-1,01	0	6
100,00	99,66	99,33	99,13	98,91	98,97	99,11	98,99	99,00	98,94	98,84	98,62	98,40	98,44	98,43	98,40	98,57	98,44	90,33	90,50	98,78	98,76	98,00	98,02	98,57	98,60	98,81	98,94	99,03	0	9
0	0,00	-0,34	-0,67	-0,87	-1,09	-1,03	-0,89	-1,01	-1,00	-1,10	-1,10	-1,60	-1,56	-1,57	-1,43	-1,58	-1,67	-1,68	-1,67	-1,50	-1,41	-1,24	-1,34	-1,43	-1,31	-1,19	-1,06	-0,97	0	9
100,00	99,60	99,35	99,18	98,91	98,95	98,94	98,97	98,80	98,78	98,76	98,30	98,33	98,33	98,38	98,47	98,32	98,20	98,39	98,40	98,65	98,60	98,55	98,51	98,60	98,73	98,84	98,90	0	10	
0	0,00	-0,34	-0,65	-0,84	-1,08	-1,05	-0,95	-1,06	-1,03	-1,11	-1,22	-1,24	-1,70	-1,67	-1,70	-1,53	-1,68	-1,68	-1,60	-1,52	-1,35	-1,39	-1,45	-1,48	-1,40	-1,27	-1,16	-1,02	0	10
100,00	99,63	99,33	99,16	98,93	98,97	99,08	98,94	98,96	98,88	98,75	98,73	98,25	98,27	98,32	98,38	98,22	98,11	98,30	98,38	98,55	98,50	98,47	98,42	98,52	98,65	98,75	98,92	0	**	
0	0,00	-0,32	-0,67	-0,84	-1,07	-1,03	-0,94	-1,06	-1,04	-1,12	-1,23	-1,27	-1,75	-1,73	-1,73	-1,68	-1,70	-1,69	-1,70	-1,62	-1,45	-1,50	-1,53	-1,56	-1,48	-1,35	-1,25	-1,08	0	**
100,00	99,64	99,30	99,11	98,90	98,97	99,09	98,98	99,00	98,94	98,81	98,78	98,32	98,34	98,39	98,45	98,31	98,23	98,33	98,45	98,61	98,56	98,52	98,47	98,58	98,71	98,81	98,85	0	15	
0	0,00	-0,36	-0,70	-0,89	-1,10	-1,03	-0,91	-1,02	-1,00	-1,10	-1,21	-1,56	-1,66	-1,68	-1,61	-1,69	-1,77	-1,67	-1,66	-1,55	-1,39	-1,44	-1,48	-1,53	-1,42	-1,29	-1,19	-1,05	0	15
100,00	99,64	99,30	99,11	88,90	98,97	99,13	98,92	99,04	98,89	98,87	98,85	98,37	98,41	98,40	98,45	98,38	98,28	98,45	98,51	98,63	98,60	98,55	98,50	98,50	98,65	98,75	98,85	98,89	0	20
0	0,00	-0,36	-0,70	-0,88	-1,10	-1,03	-0,87	-0,98	-1,01	-1,13	-1,15	-1,63	-1,59	-1,60	-1,55	-1,47	-1,62	-1,55	-1,49	-1,37	-1,40	-1,45	-1,50	-1,40	-1,27	-1,15	-1,01	0	20	

Ensaio 6 - INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO GAMA NA OVIPOSIÇÃO E LONGEVIDADE DE ADULTOS

No Quadro 12 encontram-se os valores numéricos do total de ovos postos, ovos férteis, ovos inférteis e de adultos nascidos.

Os valores médios de longevidade dos insetos machos e fêmeas submetidos ao tratamento, assim como seus respectivos desvios padrões, encontram-se no Quadro 13.

Quadro 12 - Número de ovos férteis, inférteis, total de ovos postos e número de adultos nascidos.

Doses (krad)	Nº de ovos férteis	Nº de ovos inférteis	Total de ovos postos	Total de adultos nascidos
0	290	63	353	263
5	11	252	263	4
10	0	240	240	0
15	0	237	237	0
20	0	231	231	0
25	0	208	208	0
30	0	216	216	0

Quadro 13 - Longevidade média em dias para fêmeas e machos, em relação à dose de radiação empregada, assim como os respectivos desvios padrões.

Doses (krad)	Longevidade média (dias)			
	fêmeas	s	machos	s
0	7,6	0,89	9,5	0,50
5	8,0	1,73	9,0	1,00
10	9,0	1,00	8,0	0,00
15	8,6	0,89	8,8	0,84
20	9,2	0,84	7,2	0,84
25	9,4	0,89	7,4	1,30
30	9,0	1,00	7,8	1,61

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Devido aos erros de dosimetria, geometria, absorção pelos vidros, pelas sementes, além de outros fatores, as doses empregadas estão sujeitas a um erro de aproximadamente 10%.

ENSAIO 1

As porcentagens de adultos nascidos dos ovos irradiados em função das doses de radiação empregadas, encontram-se na Figura 5, e, através dela, pode-se verificar que até uma dose de 600 rad não há influência na viabilidade dos ovos. A partir daí, à medida que se aumenta a dose de radiação, há um decréscimo da viabilidade dos ovos.

Como a dose máxima empregada neste ensaio não foi suficiente para causar total mortalidade dos embriões, embora tenha causado total esterilidade nos poucos adultos nascidos (Quadro 1), calculou-se através de regressão linear, uma vez que o coeficiente de correlação

encontrado foi de 0,94, a dose letal para ovos em 2206 rad (ponto onde a reta corta o eixo das abscissas). A equação obtida nesta regressão foi:

$$y = 53,166 - 0,024x$$

onde y é a porcentagem de adultos nascidos dos ovos irradiados e x a dose em rad. Esta equação é válida para o intervalo de doses estudada

A dose letal para ovos encontrada neste trabalho difere muito pouco da obtida por *NEHARIN, CALDERON e YACOBI (1965)*, que trabalharam com a mesma espécie de inseto. Também está próxima das doses letais obtidas por *HUQUE (1963)*, *HUQUE e KHAN (1964)* e *WIENDL (1969)*, embora tenham estudado este efeito em espécies diferentes, mas em insetos pertencentes à mesma família dos bruquídeos. *QURAIISHI e METIN (1963)* encontraram para ovos de *C. chinensis (L.)* uma dose letal muito alta em comparação com as demais verificadas na literatura, mas isto é explicável pelo fato de terem utilizado uma fonte radioativa de baixa intensidade, sendo portanto inadequada para este tipo de pesquisa.

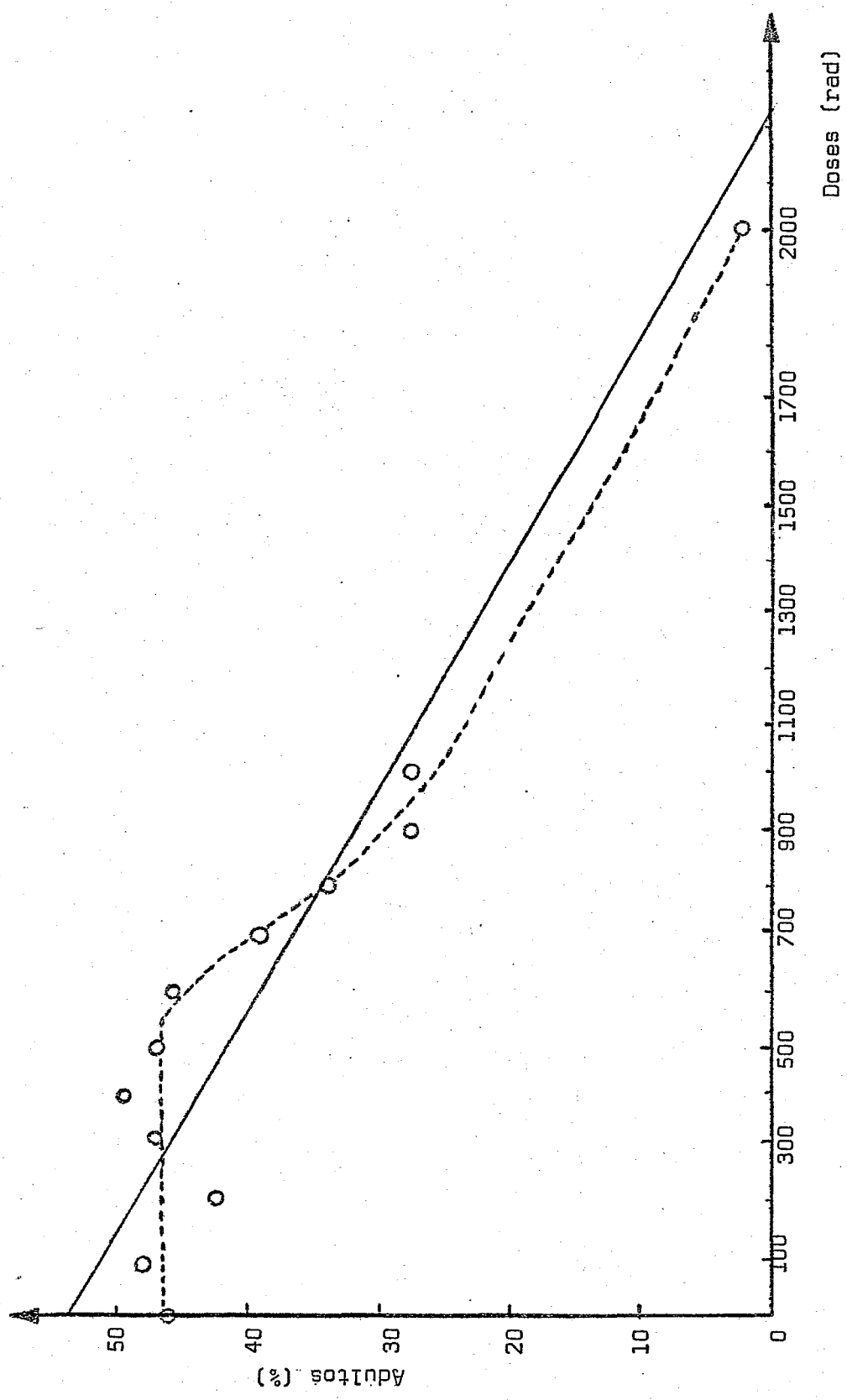


Fig. 5 - Porcentagem de adultos nascidos de ovos irradiados.

ENSAIO 2

A porcentagem de adultos nascidos de larvas irradiadas, em função das doses empregadas, está ilustrada na Figura 6, onde se pode notar que a dose letal foi de 3 krad. Por outro lado, na Figura 7 estão as porcentagens de ovos férteis, postos por estes adultos, também em função das doses empregadas.

A dose letal encontrada para larvas neste trabalho é bem próxima (5 ou 6 krad) daquelas obtidas por *NEHARIN, CALDERON e YACOBI (1965)*, *HUQUE (1963)*, *HUQUE e KHAN (1964)* e *WIENDL (1969)*. Já *QURAIISHI e METIN (1963)* obtiveram 100% de mortalidade para larvas de *C. chinensis (L.)* quando irradiaram-nas com 20 krad.

A porcentagem de ovos férteis postos por adultos nascidos de larvas irradiadas com 2 krad caiu bastante, isto é, foi de 1,97% em relação à testemunha tomada como 100% (Quadro 4 e Figura 7).

A dose de 1 krad não teve efeito sobre a mortalidade de larvas, mas, por outro lado, influenciou bastante na fertilidade dos adultos nascidos dessas larvas irradiadas (Quadros 3 e 4 e Figura 7).

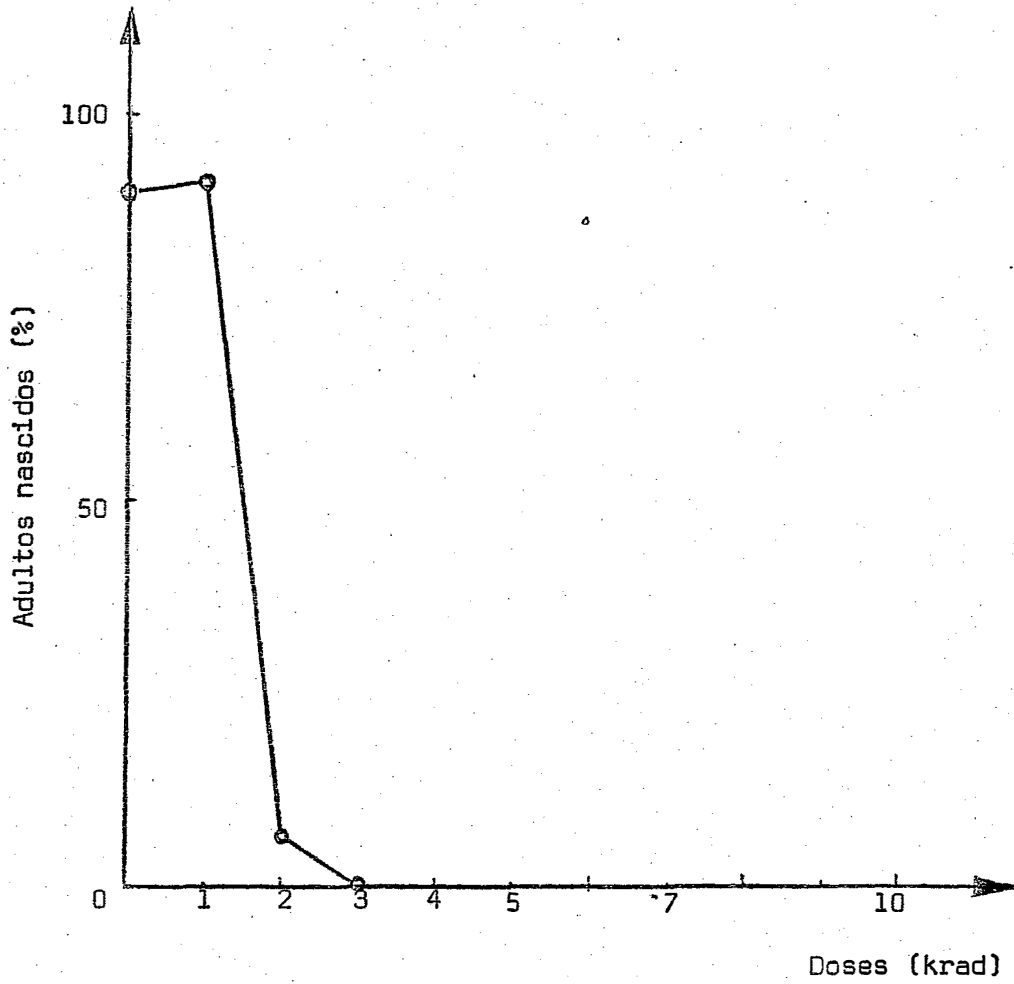


Figura 6 - Porcentagem de adultos nascidos de larvas irradiadas.

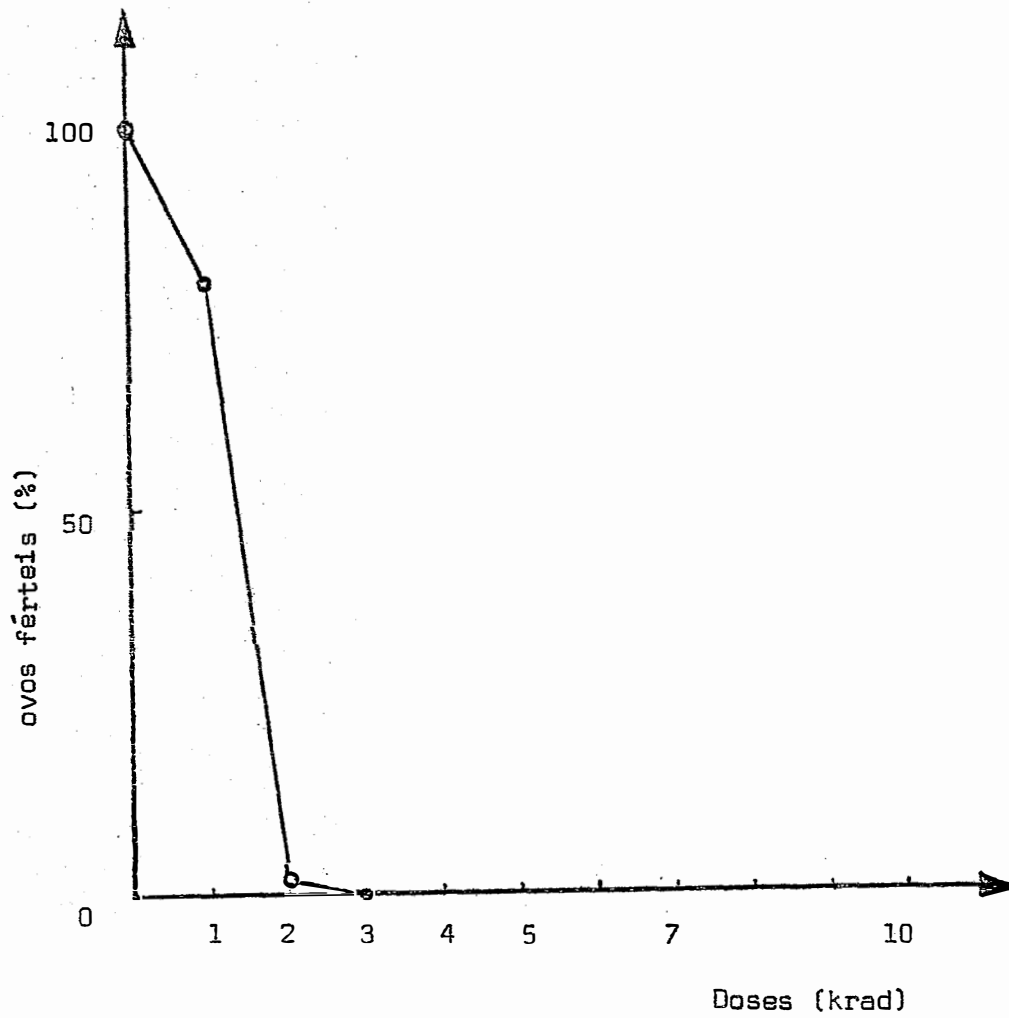


Figura 7 - Porcentagem de ovos férteis postos pelos adultos nascidos de larvas irradiadas.

ENSAIO 3

As porcentagens de adultos nascidos das pupas irradiadas em função das doses de radiação empregadas encontram-se na Figura 8. Por ela pode-se verificar que as doses empregadas até 7 krad não influíram sobre a mortalidade das pupas. A partir daí a porcentagem de adultos nascidos caiu bastante, mostrando, portanto, os efeitos deletérios das radiações em dosagens mais altas, nesta fase do ciclo evolutivo do inseto.

A dose letal para pupas foi calculada através de uma regressão linear, pois a dose máxima de radiação utilizada neste experimento não foi suficiente para causar 100% de mortalidade. O coeficiente de correlação encontrado foi de 0,96 e a equação obtida foi:

$$y = 104,44 - 4,58x$$

sendo y a porcentagem de adultos nascidos e x a dose de radiação em krad. Através dessa regressão pode-se notar que a dose que causaria total mortalidade das pupas seria 22,8 krad (ponto onde a reta corta o eixo das abscissas) conforme linha cheia na Figura 8.

Na Figura 9, está ilustrada a porcentagem de ovos férteis postos pelos adultos, quando irradiados na fase pupal, em função das doses de radiação utilizadas. Pode-se notar que a dose esterilizante foi de 5 krad.

A dose letal calculada para pupas está próxima à obtida por *NEHARIN, CALDERON e YACOBI (1965)* e *HUQUE e KHAN (1964)*. Outros autores como *WIENDL (1969)*, *RUANGOPAS (1966)* e *QURAIISHI e METIN (1963)* encontraram resultados bem diferentes, conforme item Revisão da Literatura.

A dose de radiação gama esterilizante para pupas (Quadro 5 e Figura 9) está bem próxima das encontradas por *WIENDL (1969)* e *CAVALORO e BONFANTI (1966/67)*.

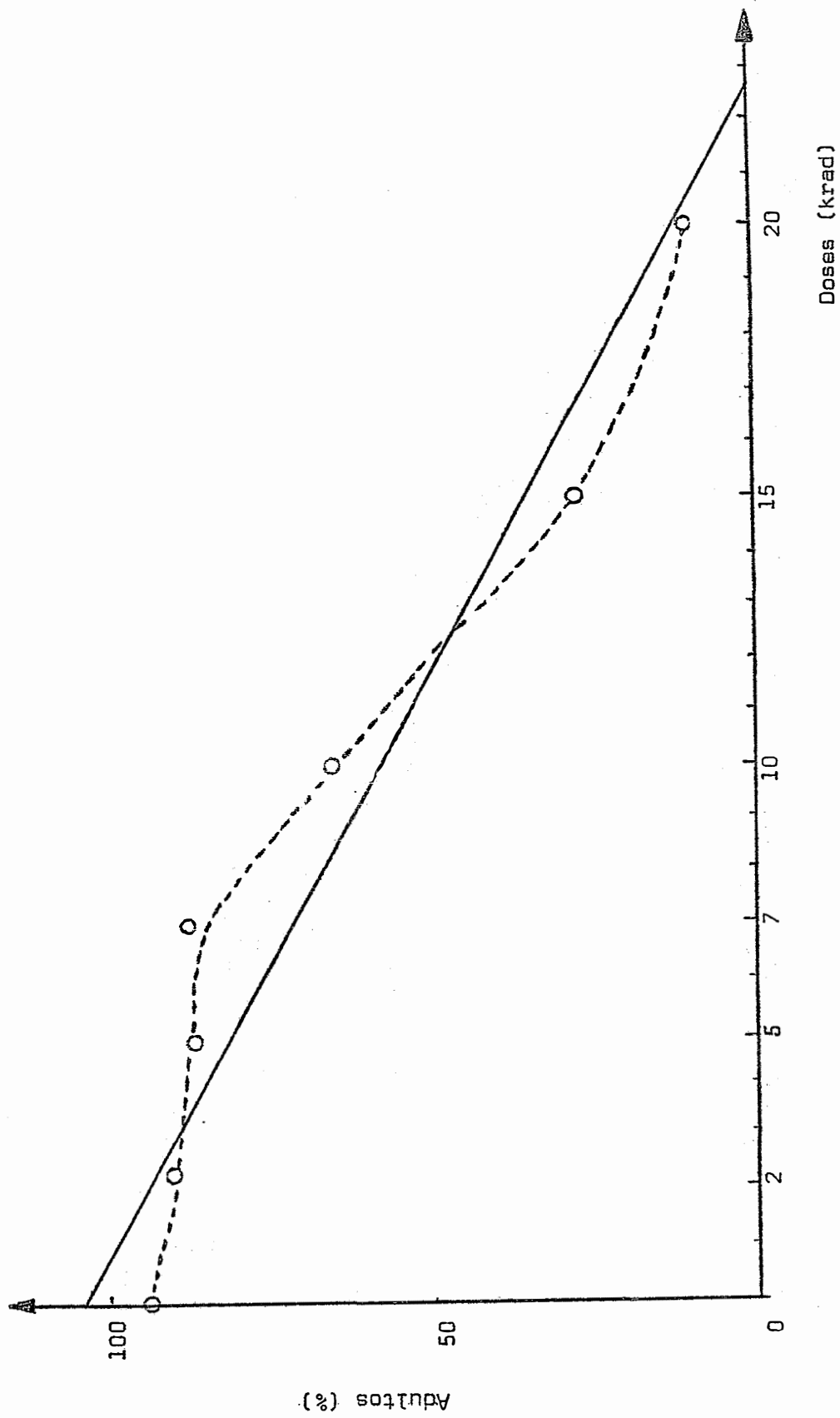


Figura 8 - Percentagem de adultos nascidos de pupas irradiadas.

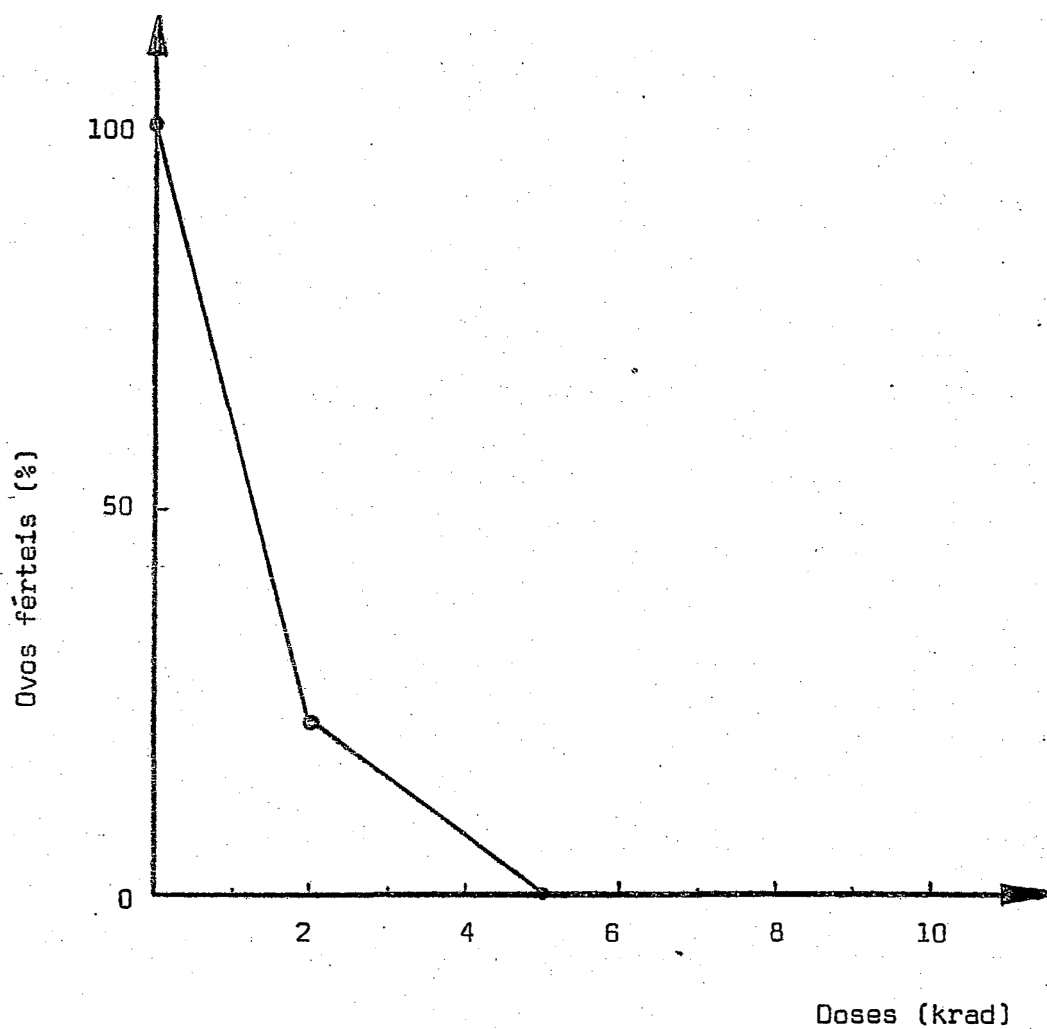


Figura 9 - Porcentagem de ovos férteis postos pelos adultos nascidos de pupas irradiadas.

ENSAIO 4

Pelos Quadros 7 e 8 e Figuras 10 e 11, verifica-se que a dose letal para adultos de *C. maculatus* (Fabr.) está ao redor de 330 krad, mostrando uma grande resistência quanto à radiação. Esta resistência é comum para quase todos os insetos adultos, haja visto os resultados de HASSET e JENKINS (1952), HUQUE (1963), MATSUIAMA (1966) e WIENDL (1969 e 1972).

Não se verificou uma mortalidade imediatamente após a irradiação, mas em compensação a longevidade dos insetos foi bastante reduzida (Quadro 8 e Figura 11).

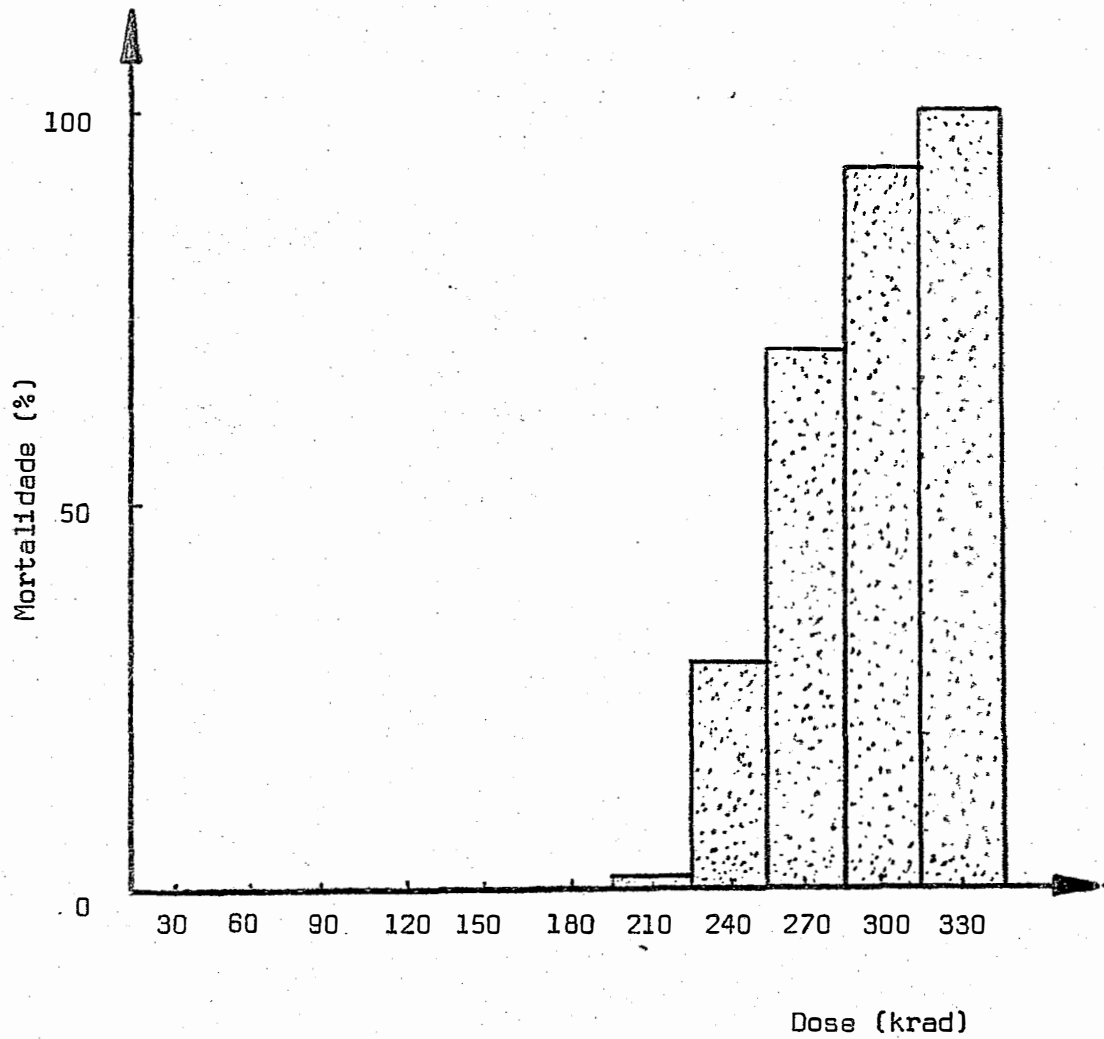


Figura 10 - Porcentagem de adultos mortos quando irradiados com diferentes doses de radiação gama.

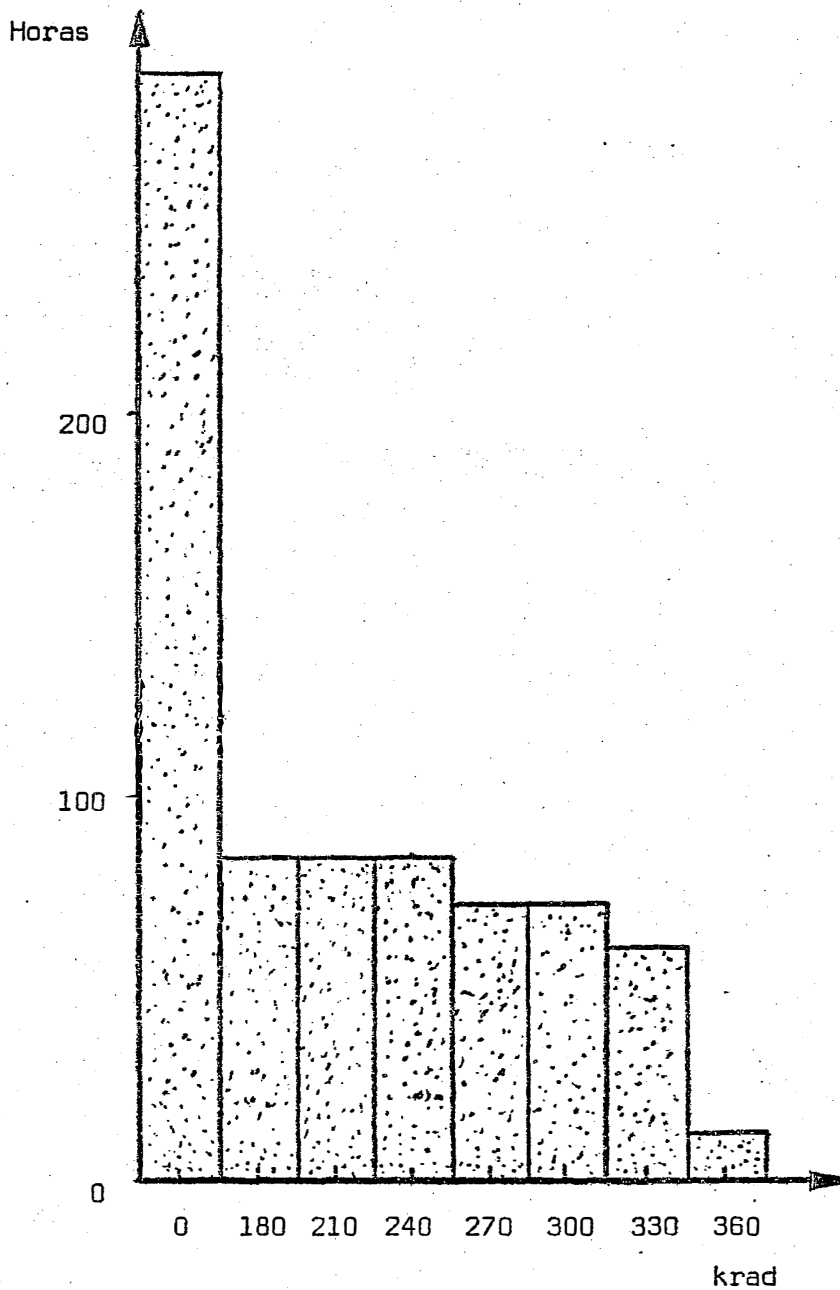


Figura 11 - Número de horas necessárias para que houvesse a morte do último indivíduo até dosagens de 360 krad.

ENSAIO 5

Com as porcentagens do Quadro 10 fez-se a Figura 12, onde nota-se melhor o efeito da dose esterilizante. Uma visão ilustrativa desse efeito esterilizante encontra-se nas Figuras 15 e 16. Pela Figura 12 nota-se que não houve esterilização dos adultos até a dose de 5 krad. Nos tratamentos que receberam 6 e 7 krad a esterilização não foi total.

Devido ao erro de geometria verificado neste ensaio e levando-se em consideração os erros maiores que certamente surgirão em uma aplicação comercial de maior volume, é necessário que se recomende uma dose de no mínimo 10 krad para se conseguir total esterilização, como margem de segurança.

A pequena variação dos pesos dos grãos encontrada nos tratamentos que tornaram-se estéreis, foi devido ao teor de umidade dos grãos. Isto torna-se fácil de visualizar pela Figura 13, onde aparecem as variações da umidade dos grãos comparadas com as de peso ocorridas nos grãos irradiados com 20 krad. Por outro lado, na Figura 14, fez-se o gráfico comparativo das perdas de peso dos grãos entre a dose de 20 krad e a testemunha (0 krad). Nesta figura pode-se notar que após 15 semanas houve uma destruição de 60% do peso dos grãos pela ação dos insetos e, após isso ocorreu uma extinção natural dessa praga por falta de alimento.

A dose de radiação esterilizante para adultos encontrada neste trabalho está de acordo com as obtidas por *NEHARIN, CALDERON e YACOBI (1965)*, *TILTON e BROWER (1971 e 1973)* e *BROWER (1973)*. Para outros insetos da mesma família do *C. maculatus (Fabr.)*, as doses obtidas foram variáveis, como pode-se verificar no item Revisão da Literatura.

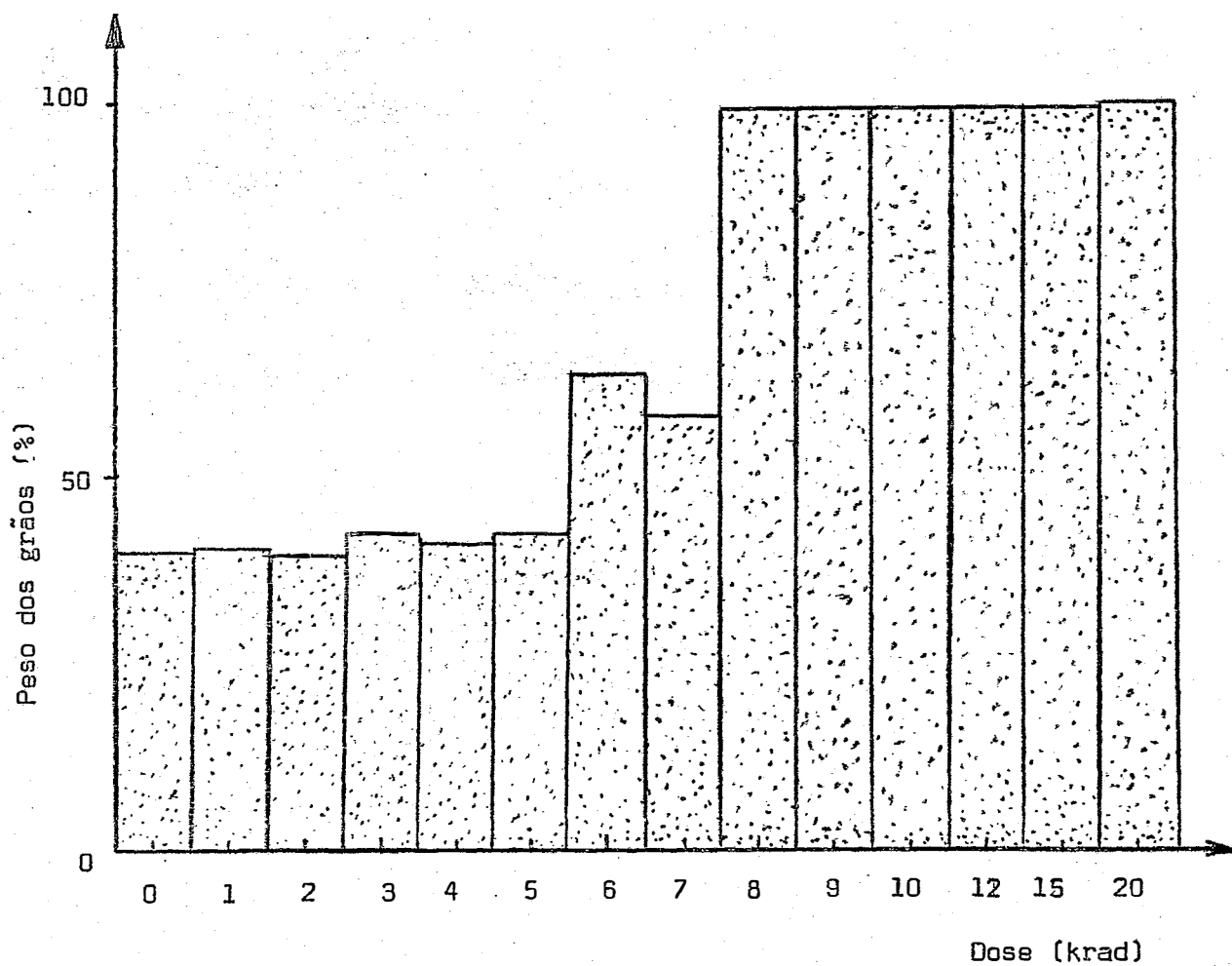


Figura 12 - Gráfico dos pesos dos grãos em % , após 28 semanas da primeira pesagem, que foi considerada 100%.

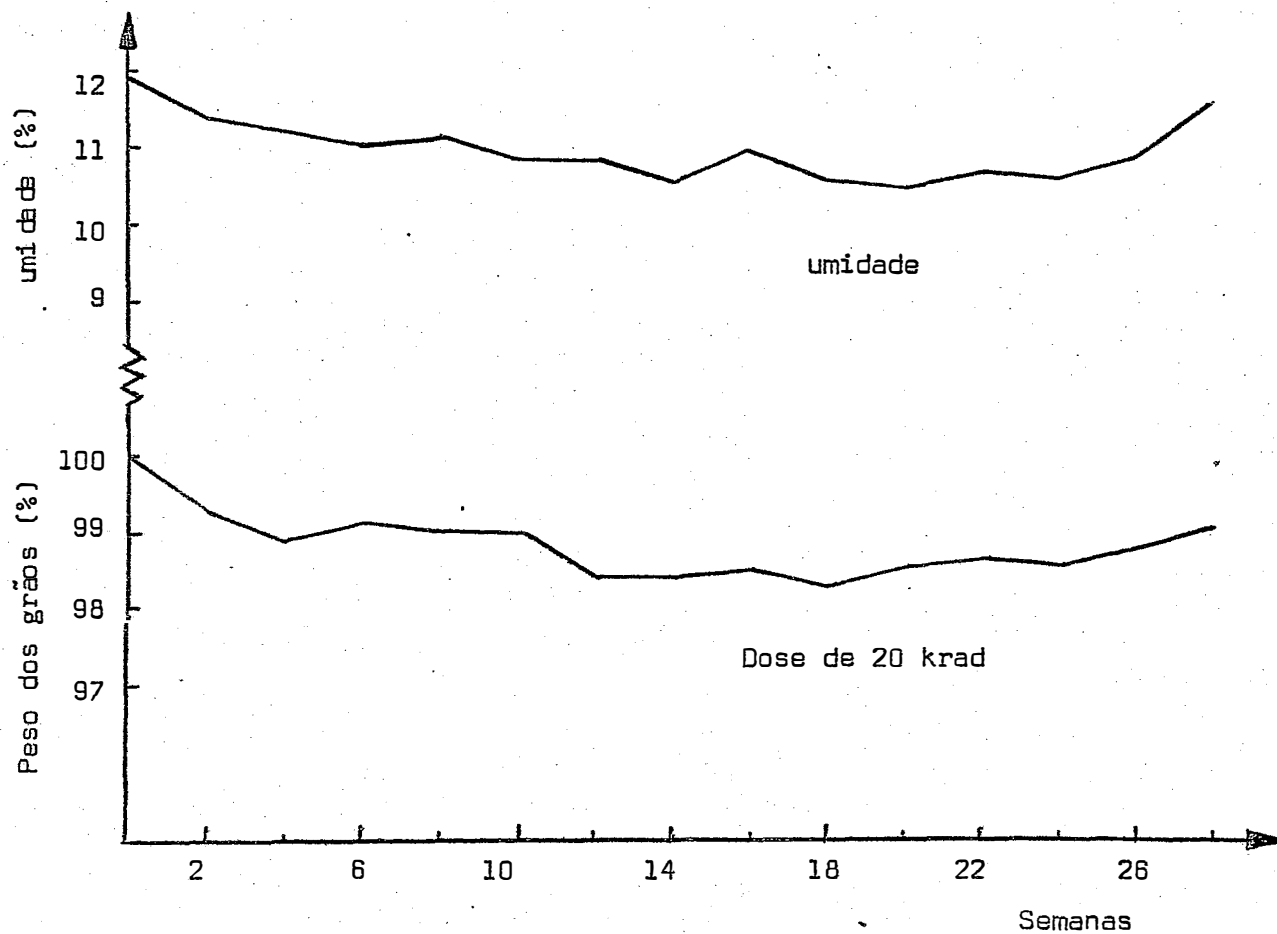


Figura 13 - Gráfico comparativo da variação da umidade do feijão e da variação de peso nas amostras irradiadas com 20 krad.

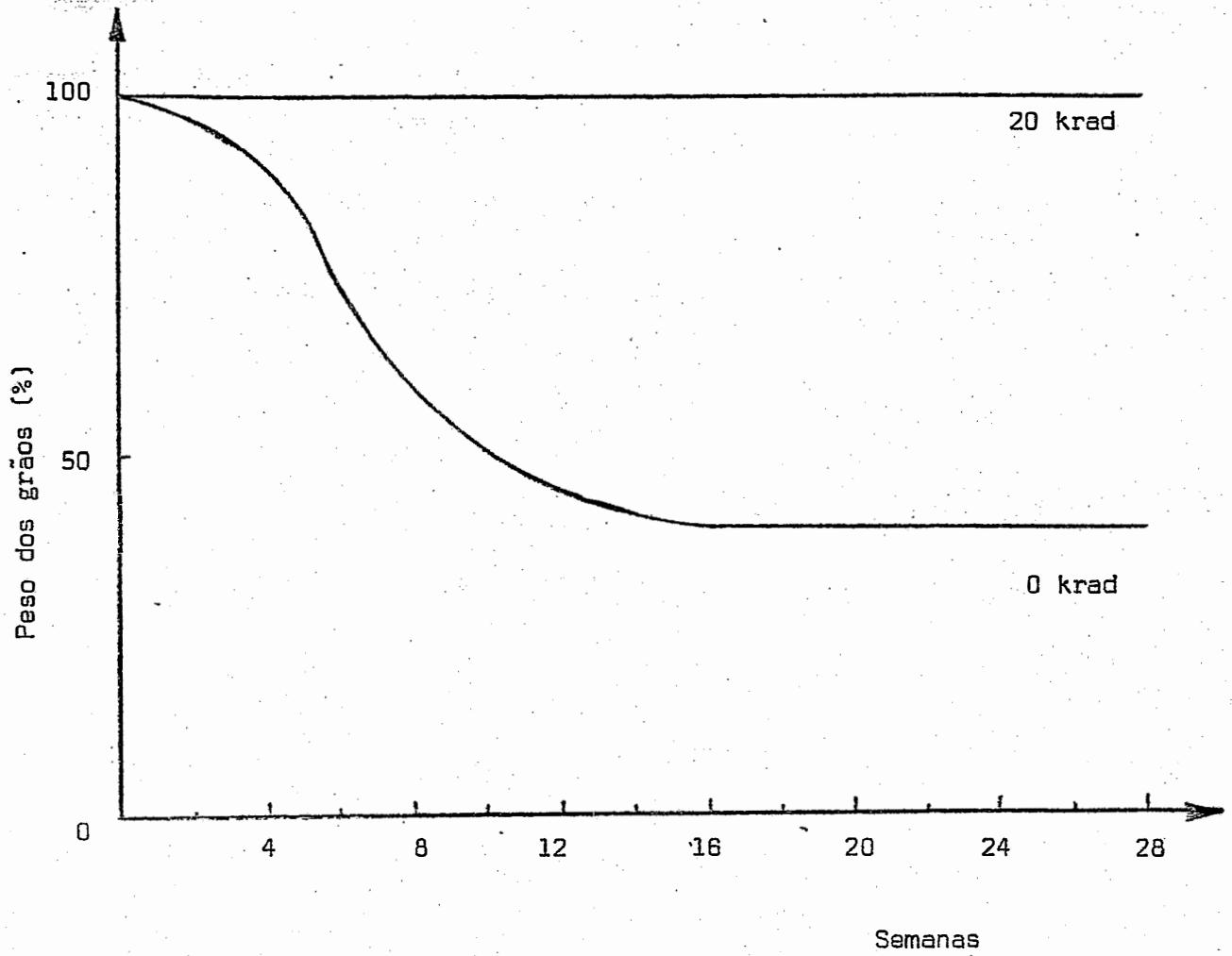


Figura 14 - Comparação dos pesos dos grãos (em %), entre a dose de 20 krad e a testemunha durante 28 semanas.

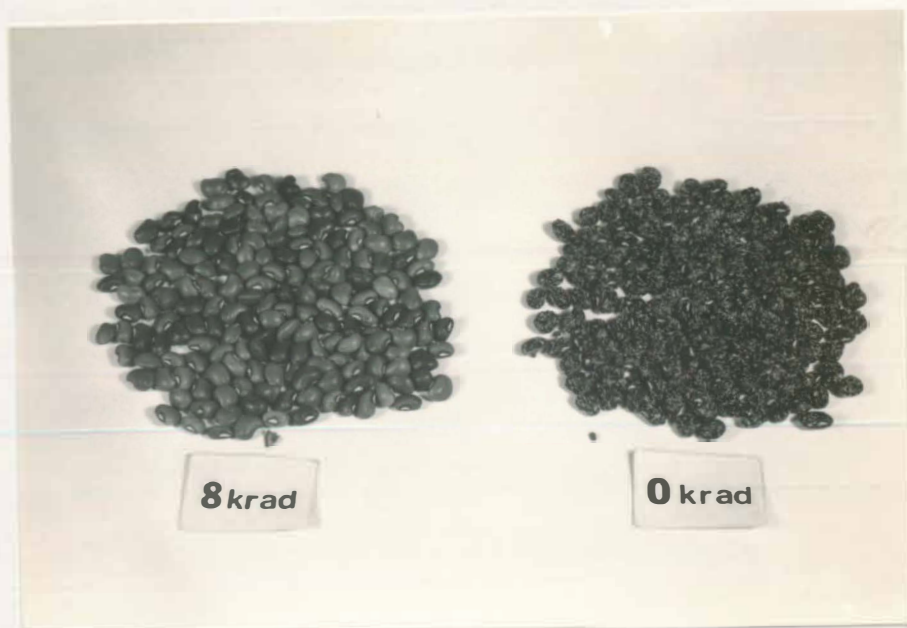


Figura 15 - Comparação entre a dose esterilizante (8 krad) com a testemunha.

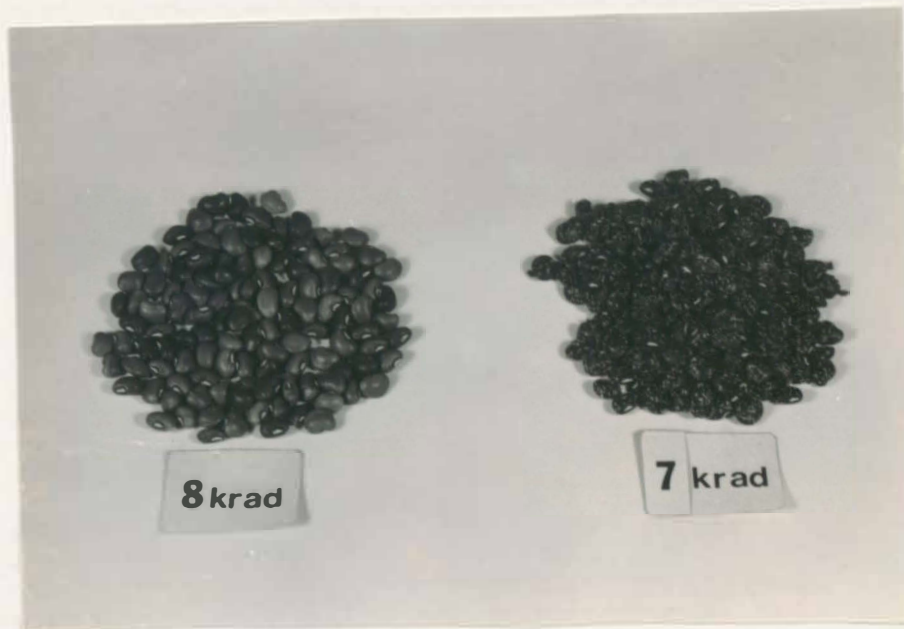


Figura 16 - Comparação entre a dose esterilizante com a ma is próxima inferior (7 krad).

ENSAIO 6

Com os dados do Quadro 12, fez-se o gráfico do total de ovos postos em porcentagem, tomando-se como índice a testemunha igual a 100%, em função das doses de radiação empregadas (Figura 17), onde se pode notar claramente a influência da radiação na oviposição desses insetos. A dose de 5 krad reduziu a oviposição em 25%, enquanto que a dose de 30 krad causou também uma redução de aproximadamente 40%. Em consequência disso e devido a uma reabsorção dos ovos do ovário pelo organismo, as fêmeas apresentam um aumento de longevidade (Figura 18), uma vez que estes ovos servem de alimento. Os machos, ao contrário, tem suas longevidades diminuídas (Figura 19).

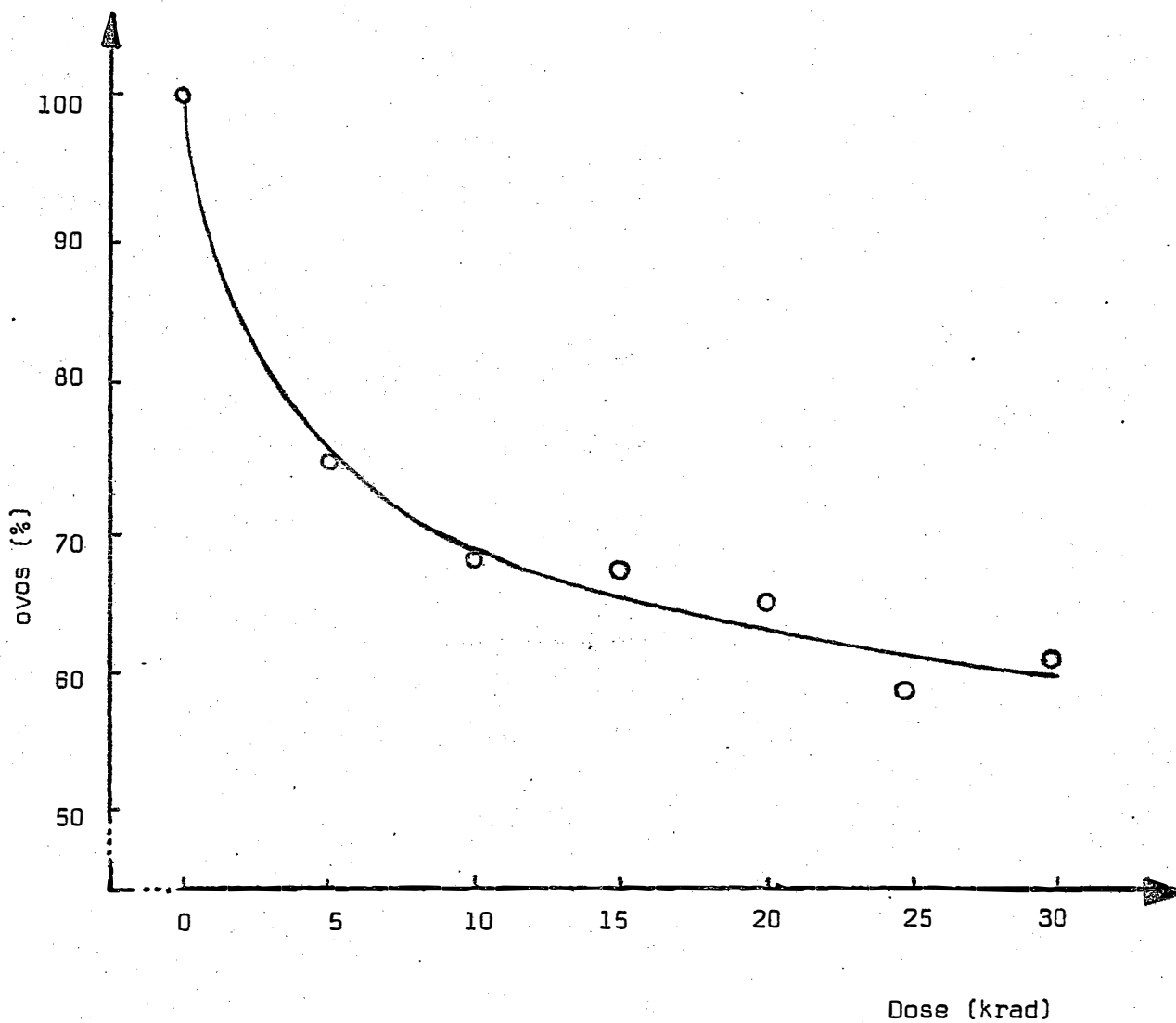


Figura 17 - Porcentagem de ovos postos por adultos irradiados com di
versas doses de radiação, fazendo-se a testemunha igual
a 100%.

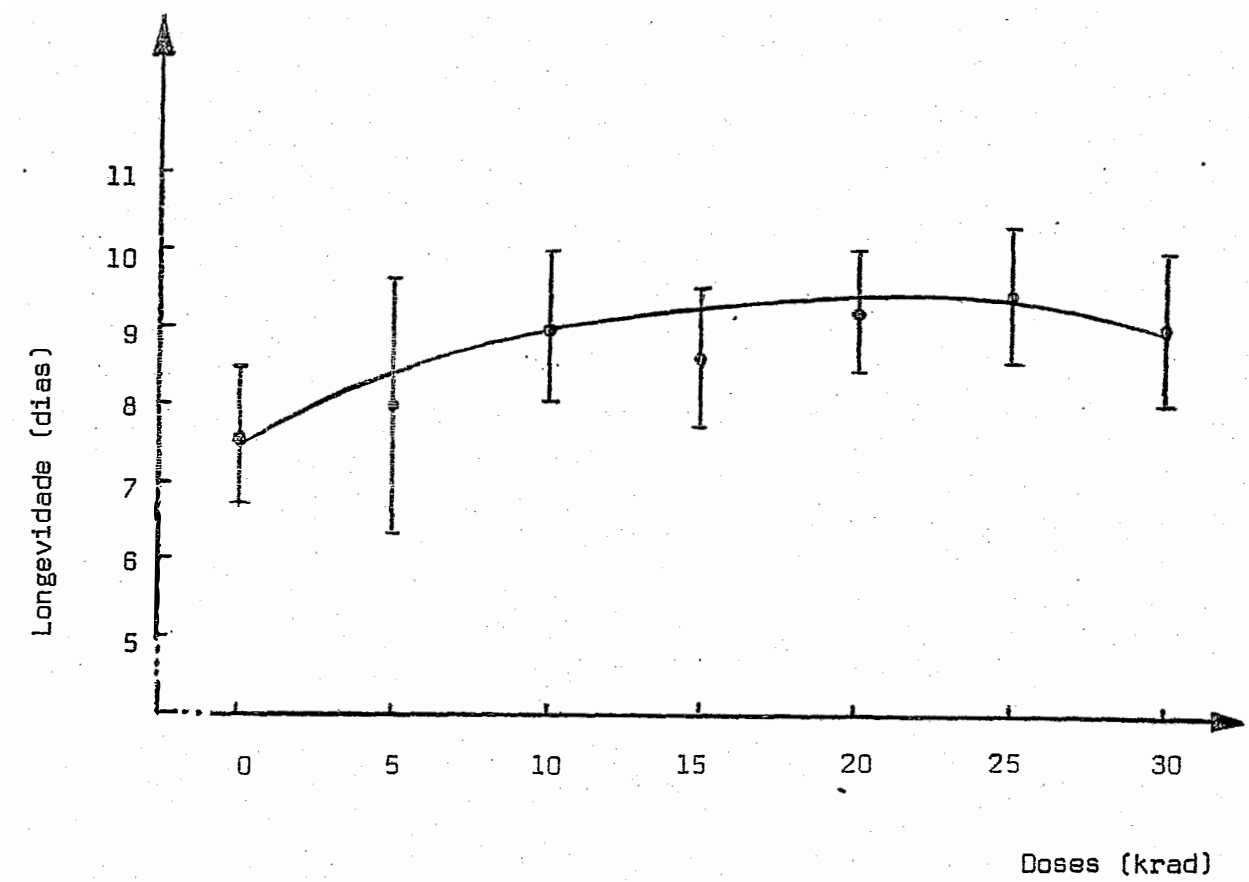


Figura 18 - Gráfico da longevidade média das fêmeas em função das doses de radiação empregadas.

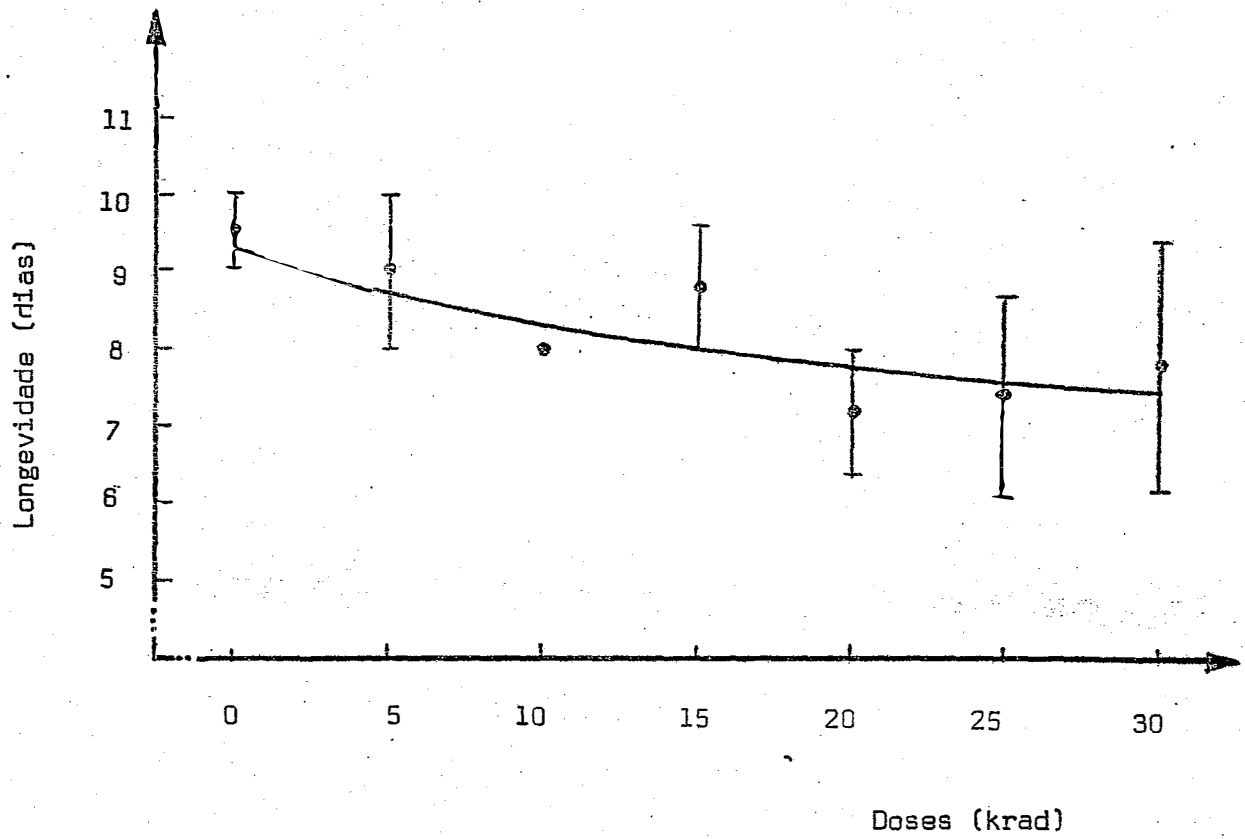


Figura 19 - Gráfico da longevidade média dos machos em função das doses de radiação empregadas.

As variações das doses esterilizantes e letais verificadas na Literatura e obtidas neste trabalho podem ser explicáveis pelos diferentes materiais e métodos utilizados. A intensidade da fonte radioativa, a energia e o tipo da radiação, a taxa de irradiação, a linhagem da espécie, a idade das fases do ciclo do inseto, a temperatura e a umidade são alguns dos fatores mais importantes que contribuem para essas variações.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foram realizados os ensaios e conforme os resultados obtidos para o *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) pode-se concluir que:

a dose letal para ovos, larvas e pupas foi de 2206, 3000 e 22800 rad, respectivamente;

a dose esterilizante para adultos, quando irradiados na fase pupal, foi de 5 krad;

a dose esterilizante para adultos irradiados nesta fase foi de 8 krad;

doses de até 600 rad não influenciaram na viabilidade dos ovos;

doses de até 7 krad não influenciaram na mortalidade das pupas;

a dose letal para adultos é alta e está ao redor de 330 krad;

as fêmeas irradiadas com doses de até 30 krad apresentam uma redução progressiva da oviposição e, conseqüentemente, sua longevidade é aumentada, ao contrário dos machos, que têm a longevidade diminuída;

para uma esterilização total, em escala comercial, é necessário utilizar no mínimo uma dose de 10 krad, devido aos erros de geometria.

RESUMO

Neste trabalho foram estudados os efeitos das radiações gamma, provenientes de uma fonte de Cobalto-60, no *Callosobruchus maculatus* (Fabr.). Sob uma taxa de irradiação de 9820 rad/hora houve total mortalidade dos embriões de ovos irradiados com 2,2 krad, total mortalidade de larvas com 3 krad, total mortalidade de pupas com 22,8 krad e total esterilidade dos adultos, quando irradiados na fase pupal com 5 krad. Sob uma taxa de irradiação calculada em 57.630 rad/hora, a dose esterilizante para adultos foi de 8 krad e a letal foi ao redor de 330 krad (taxa de irradiação = 63.650 rad/hora).

Verificou-se ainda que há uma diminuição do número de ovos postos em função da dose de radiação empregada e também uma tendência de aumento da longevidade das fêmeas e diminuição da longevidade dos machos, quando submetidos à radiação.

SUMMARY

The effect of gamma irradiation from a Cobalt-60 source on *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) was studied in this work. Experiments showed that at a dose-rate of 9820 ± 300 rad/hour the LD₁₀₀ of egg embryos was 2,2 krad, of larvae 3 krad and of pupae 22,8 krad. Total sterilization of adults irradiated of the pupal stage was 5 krad. The sterilizing dose of irradiated adults was 8 krad at a calculated dose-rate of 57.630 ± 5000 rad/hour, whereas the LD₁₀₀ was 330 krad at a dose-rate of 63650 ± 1500 rad/hour.

It was further verified that the number of eggs laid decreased with the irradiation dose. Longevity tended by increase in the females and diminish in the males as a result of irradiation.

BIBLIOGRAFIA

ANDREEV, S.V., B.K. MARTENS e V.A. MOLCHANOVA, 1969 - Development of research in sterilization techniques for agricultural insect pests in the USSR. Sterile- Male Technique for Eradication or Control of Harmful Insects (Proc. Panel. Vienna, 1968). IAEA, Vienna: 57.

ARTHUR, V., F.M.WIENDL, J.M.PACHECO, J.M.M.WALDER e R.B.SGRILLO, 1973- Mortalidade e Reprodução de *Sitophilus zeamais* Mots. em maccarrão irradiado. Trabalho apresentado no Seminário "Uso y calibracion de fluentes intensas de radiacion" em Santiago, Chile, de 18 a 22 de junho de 1973.

BAKER, V.H., O.TABOADA e D.E.WIANT, 1954 - Eletron Gun Aimed at Insects. Food Engng 26, 4: 64-6.

BONDAR, G. 1936 - Notas biológicas sobre bruchideos observados no Bra

sil. Arq. Inst. Biol. Veget. 3: 7-44. Rio de Janeiro .

BROWER, J.H. 1973 - Low-Dosage Gamma Radiation Effects on the Reproductive Capacity of *Callosobruchus maculatus*. Ann. Entomol. Soc. Am. vol. 66. no. 3.

CARVALHO, J.P. e M.U.M. MACHADO, 1967. A entomofauna dos produtos armazenados. Contribuição para o estudo do *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Col. Bruchidae). Bol. Soc. Portuguesa de Ciências Naturais, XI: 133-240. Lisboa.

CAVALLORO, R. e G. BONFANTI, 1966/67. Possibilità dell'impiego di radiazioni ionizzanti contro *Acanthoscelides obsoletus* Say (Coleoptera, Bruchidae), a difesa dei legumi conservati. Boll. Zool. Agr. Bachic., Serv. II, 8.

CORNWELL, P.B., 1959. The disinfection of foods, particularly grain. Internat. Journ. Appl. Radiation and Isotopes. 6: 188-93.

HASSET, C.C. e D.W. JENKINS, 1952. Use of Fission Products for Insect Control. Nucleonics 10, 12: 42-6.

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. Entomo., 65 (6): 1566-68.

HUIGNARD, J., 1971. Etude à l'aide d'une technique d'irradiation aux rayons gamma de la migration et de l'utilisation des spermatozoides chez la bruche du haricot, *Acanthoscelides obtectus* (Say.). Sterility Principle for Insect Control or Eradication (Proc. Symp., Athens 1970). IAEA, Vienna. 203-216.

HUQUE, H., 1963 - Preliminary Studies on Irradiation of some common

stored-grain insects in Pakistan. Radiation and Radioisotopes in Entomology (Proc. Symp. Athens, 1963). IAEA, Vienna.

_____, e M.A. KHAN , 1964. Possibilities of controlling *Callosobruchus subinnotatus* Pic (*Bruchidae*) by gamma rays. Food Irrad. 4,3: A₂-A₇.

JERMY, T. e B. NAGGY, 1969. Sterile technique studies in Hungary. Sterile-Male Technique for Eradication or Control of Harmful Insects (Proc. Panel. Vienna, 1968). IAEA, Vienna.

KUMAGAI, M., 1969 - Effects of irradiation on the eggs of adzuki-bean weevil, *Callosobruchus chinensis* L. (*Coleoptera-Bruchidae*). Appl. Ent. Zool. 4(1): 9-15.

MATSUYAMA, A., 1966 - Recent advances in food irradiation research in Japan. Food Irradiation (Proc. Intern. Symp. Karlsruhe, 1966) IAEA, Vienna.

_____, 1973 - Present status of food irradiation research in Japan with special reference to microbiological and entomological aspects. Radiation Preservation of Food (Proc. Symp. Bombay, 1972) IAEA, Vienna.

NEHARIN, A., M. CALDERON e O. YACOBI, 1965 - Susceptibility of *Callosobruchus maculatus* to high dose rate gamma irradiation. IA-1010, Israel Atomic Energy Comiss. Soreq. Research Establishment, Rehovoth, 11p.

PESSON, P. 1963. Some experimental data on Cobalt-60 radiation doses capable of arresting insect infestation of cereals and flour. Food Irrad. 3, 4 A₁₈-A₂₁.

PILTZ, H., 1955. Die Röntgenmethode und andere Methoden zur Feststellung von Innerem Käferbefall bei-Getreide und Hülsenfrüchlen Anz. Schädlingsk, 28.

- PUZZI, D., 1973 - Conservação dos Grãos Armazenados. Armazéns e Silos Ed. Agr. CERES Ltda. São Paulo. 217 pp.
- QURAIISHI, M.S. e M. METIN, 1963 - Radiosensitivity of various stages of *Callosobruchus chinensis* L., Radiation and Radioisotopes Applied to Insects of Agricultural Importance. (Proc.Symp. Athens.) IAEA, Vienna.
- RUANGOPAS, S., 1966 - Studies on the use of gamma radiation in control of pea weevil (*Callosobruchus chinensis*, L.). Insect Eradication by Irradiation, Bangkok, Thailand, pp. 18-30.
- RUNNER, G.A., 1916 - Effect of roetgen rays on the tabacco cigarette beethe and results of experiments with new form of roetgen tube. J. Agr. Res. 6(11): 383-88.
- SANTOS, J.H.R. dos, 1971 - Aspectos da Biologia do *Callosobruchus maculatus* (Fabr.), 1792) (Col. Bruchidae) sobre sementes de *Vigna sinensis* Endl. Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da U.S.P., para a obtenção do título de M.S., Piracicaba-SP, 87 pp.
- SOUTHGATE, B.J., R.W. HOWE e G.A.BRETT, 1957 - The specific status of *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus analis* (F.). Bull. Ent. Res. 48: 79-89.
- SZENTESI, Á, 1972 - Populációcsökkentési kísérletek sugársteril babzsizsikrmágók (*Acanthoscelides obtectus* Say., Col. Bruchidae) alkalmazásával. In: A növényvedelen korszerűsítése.
- TILTON, E.W. e J.H. BROWER, 1971 - Sexual competition of gamma-sterilized male cowpea weevils. Journ. Econ. Entomol., 64: 1337-8.
- e —————, 1973 - Utilization of Irradiated Sperm from Successive Matings by the Female Cowpea Weevil. Journ. Econ. Entomol., 66(2):545-546.

- e —————, 1973 - Status of U.S.Department of Agriculture Research on Irradiation Disinfestation of Grain and Grain Products. Radiation Preservation of Food (Proc. Symp. Bombay). IAEA, Vienna.
- WALDER, J.M.M. e F.M.WIENDL, 1974 - Influência da radiação gama na oviposição e longevidade de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1792) (Coleoptera, Bruchidae). Enviado para publicação nos Anais da Soc. Ent. do Brasil.
- e —————, 1974 - Efeitos de altas doses de radiação gama na longevidade de adultos de *Callosobruchus maculatus* (Fabr. 1792) (Col. Bruchidae). Boletim Científico nº 013 do CENA, Piracicaba- SP.
- WIENDL, F.M., 1969 - Alguns usos e efeitos das radiações gama em *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Col., Bruchidae). Tese de Doutorado, ESALQ, Piracicaba, SP, 167 + 38 pp.
- , 1971 - Some Gamma-Irradiation Effects on Survival, Longevity and Reproduction of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). Sterility Principle for Insect Control or Eradication (Proc. Symp., Athens, 1970) IAEA, Vienna, 1971. 525-530 p.
- , 1972 - Efeitos da radiação gama em *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera, Curculionidae). Tese de Livre Docência, ESALQ-USP, Piracicaba- SP, 156 pp.
- , V. ARTHUR, J.M.PACHECO, R.B.SGRILLO, J.M.M.WALDER e V.L.TORNIZIELLO, 1973 - Mortalidade e reprodução de *Sitophilus zeamais* Mots., em milho pré-irradiado. Trabalho apresentado no seminário "Uso y calibracion de fuentes intensas de radiation", em Santiago, Chile, de 18 a 22 de junho de 1973.

_____, V. ARTHUR, R.B.SGRILLO, R.E. DOMARCO, V.L. TORNISIELLO ,
J.M.PACHECO e J.M.M.WALDER, 1974 - Mortalidade e Reprodução
de *Sitophilus zeamais* Mots. em arroz pré-irradiado. Enviado
para publicação no Boletim Científico do CENA - Piracicaba,
S.P..