INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA ANTES E APÓS A
RADIAÇÃO GAMA EM *Zabrotes subfasciatus* (BOH., 1833)
(COLEOPTERA BRUCHIDAE)

VALTER ARTHUR

Orientador : FREDERICO MAXIMILIANO WIENDL

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto, 1981

DEDICO AOS MEUS PAIS, PAULO E ROSINA,
E À MINHA ESPOSA, CLEIDE

AGRADECIMENTOS

- ao Dr. *Frederico Maximiliano Wiendl*, a amizade e orientação;
- aos Drs. *Ricardo Bohrer Sgrillo* e *Julio Marcos Melges Walder*, as críticas, sugestões e auxílio nas análises estatísticas;
- aos *Amigos da Seção de Entomologia*, como também a todos os *Colegas do CENA*, o incentivo e amizade;
- aos colegas *Alfredo José Ferraz de Mello*, *Benedito Herculano Davanzo* e *Celso de Aguiar*, os serviços de datilografia e impressão;
- à *Direção* do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da Universidade de São Paulo (CENA/USP);
- a *Comissão Nacional de Energia Nuclear* (CNEN);
- a *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo* (FAPESP);
- ao *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq);
- a *Diretoria* da Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista (ESAPP);
- e a todos que, direta ou indiretamente, embora não citados, colaboraram para o desenvolvimento desta Dissertação.
- A *DEUS*, por ter-me dado forças nas horas difíceis.

Í N D I C E

Página

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
4. RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS	22
5. CONCLUSÕES	57
6. BIBLIOGRAFIA	59

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA ANTES E APÓS A RADIAÇÃO GAMA EM
Zabrotes subfasciatus (BOH., 1833) (COLEOPTERA BRUCHIDAE)

Valter Arthur

Frederico Maximiliano Wiendl
Orientador

RESUMO

Estudou-se a influência da temperatura antes e após a irradiação gama em *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Col., Bruchidae), sob as condições de calor e frio.

Para o experimento, usaram-se insetos com 0 a 24 horas de idade, sendo que as doses de radiação utilizadas foram: 0 (testemunha), 2, 4, 8, 16, 32 e 64 krad, ao qual foi aliado o tratamento de calor a 45°C, durante 15 minutos, ou frio a 5°C, por igual período, antes ou após a radiação gama, e o frio ou calor, durante os tempos de 0 (testemunha), 15, 30, 60, 120, 240 e 480 minutos.

Para os tratamentos com radiação gama, usou-se uma fonte de Cobalto-60 tipo Gammabeam-650, com uma atividade de aproximadamente 8000 Ci. Após todos os tratamentos, os experimentos foram colocados em câmara climatizada regulada à temperatura de $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa

de $70 \pm 5\%$. As contagens foram realizadas diariamente.

Confirmou-se ser a dose de 8 krad insuficiente para chegar à esterilidade dos insetos desta espécie.

Provou-se que o tratamento com frio antes da radiação possui um efeito protetor às radiações gama, sendo que o calor antes e após a radiação gama, assim como frio após, quase não influenciaram na longevidade dos adultos tratados.

De maneira semelhante, enquanto que o número de insetos nascidos da primeira geração filial (F_1), no tratamento do frio antes da irradiação gama diminuiu, não houve diferenças entre os outros tratamentos.

THE INFLUENCE OF HEATING AND/OR COOLING BEFORE AND AFTER GAMMA IRRADIATION
OF *Zabrotes subfasciatus* (BOH.,) (COL., BRUCHIDAE)

Valter Arthur

Frederico Maximiliano Wiendl

Adviser

SUMMARY

The influence of heating and/or cooling before and after gamma irradiation of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Col., Bruchidae) was studied.

Insects with 0-24 hours of age were used in the experiment. They were irradiated at the rates of 0 (control), 2, 4, 8, 16, 32 and 64 krad and submitted to heating at 45°C, or cooling at 5°C, for 15 minutes, before and after the irradiation, and to heating or cooling for periods of 0 (control), 15, 30, 60, 120, 240 and 480 minutes.

A 60-Cobalt Gammabeam-650 source with an activity of approximately 8000 Ci was used. After all treatments the experiment was placed in a temperature controlled chamber at $27 \pm 1^\circ\text{C}$, and relative humidity of $70 \pm 5\%$. Daily countings were made.

Inefficiency of the 8 krad dose to sterilize the insects was confirmed.

It was proved that cooling before irradiation had a protective effect against gamma irradiation. The influence of heating both before and after, and cooling before irradiation in the longevity of the adults was negligible.

The number of insects from the first generation (F_1) decreased with cooling before irradiation. No differences were observed in the other treatments.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

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

A pesquisa mais completa realizada nesse sentido no Brasil foi a do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (B.N.D.E.), através da Rede Nacional de Armazéns e Silos (plano RENAS), na qual pode-se estimar as perdas em cerca de 20%, conforme cita PUZZI (1973). Pesquisas realizadas pela FAO (1975) 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 na procura de alimentos, muito se tem feito com o intuito

de prolongar, intacta, a vida comercial dos produtos armazenados. Um dos meios utilizados para se conseguir isso tem sido o emprego de técnicas nucleares.

A aplicação de radiações ionizantes com resultados promissores foi realizada por RUNNER (1916), que utilizou raio X para controlar *Lasioderma serricorne* (L.), praga do tabaco armazenado. Porém, somente a partir de 1950 é que se verificou um grande avanço nesse tipo de pesquisa.

Quando qualquer substância é exposta às radiações ionizantes, quer sejam radiações gama, raios X, partículas alfa, beta, elétrons ou núcleos acelerados, podem ocorrer muitos fenômenos. Em tecido orgânico, um dos principais é o da ionização (primária e secundária). Em meio aquoso, como é o caso dos tecidos vivos, os efeitos das radiações normalmente aumentam com o seu grau de reprodução e diminuem com o seu grau de diferenciação. Inicialmente, o efeito é causado pela formação de radicais livres (H^+ e OH^-) da água constituinte do tecido. Em reações secundárias, tais radicais livres interagirão com constituintes celulares. Sendo a maioria das células orgânicas rica em átomos de hidrogênio, podem ser formadas inúmeras moléculas novas pela simples combinação de tais radicais. Isso é prejudicial à célula e as consequências variam desde a inibição da divisão celular até sua própria morte. É devido a esses efeitos das radiações ionizantes que se dá a esterilização ou morte dos seres vivos.

A irradiação dos produtos armazenados poderá solucionar to

dos esses problemas, uma vez que não induz o aparecimento de resistência (HOSSAIN *et alii*, 1972) e nem de resíduos tóxicos (ARTHUR *et alii*, 1973 e WIENDL *et alii*, 1973 e 1974).

Na conservação de grãos e produtos armazenados, atualmente já é consagrada a utilização da energia nuclear na forma de irradiações. Pela necessidade de uma melhor conservação, com tecnologia moderna e avançada de alta eficiência, baixo custo e ausência de efeitos colaterais, a irradiação tornou-se uma solução óbvia. Consiste em desinfestar os grãos com uma determinada dose de radiação, inibindo a reprodução dos insetos, causando o declínio das populações infestantes. Segundo SINGH e LILES (1972), é um método efetivo, facilmente incorporado na prática moderna de manuseio de grãos, sendo suas principais recomendações a absoluta inocuidade e total eficiência.

Pode-se considerar como fator de stress de uma população de insetos a deficiência ou excesso de temperatura, impedindo seu pleno desenvolvimento. Desta maneira, supõe-se que uma população submetida à determinada dose de radiação, tanto melhor se recupera quanto maior a tensão pela falta ou excesso de calor. Por esse motivo, os insetos parecem recuperar-se da irradiação, sendo que praticamente, necessitam de uma dose esterilizante mais elevada no seu preferendo de temperatura (BARBOSA, 1976).

Os insetos, como seres vivos, estão internamente dependentes do meio que os circunda. Como animais pecilotérmicos, qualquer variação no seu meio ambiente, principalmente de temperatura, muito influi

na sua biologia. Estudos que levaram em conta variações de temperatura sobre a longevidade e reprodução natural, determinaram para cada espécie um certo preferendo de temperatura.

Para se evidenciar a validade desta hipótese, programou-se a presente pesquisa, irradiando com diversas doses sub e esterilizantes o caruncho do feijão armazenado *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) com o aumento e diminuição do calor e frio, antes e após a irradiação. Observou-se ainda a influência do frio e do calor sem a aplicação da irradiação.

Objetivou-se verificar experimentalmente se o aumento da temperatura dos grãos na hora da secagem antes de serem armazenados com o seu metabolismo acelerado, tem ou não uma diminuição da dose necessária para serem esterilizados. Evidentemente, foi verificado também o efeito do frio, igualmente antes e após a irradiação.

Segundo GUERRA (1972), PROVERBS e NEWTON (1962), uma variação na temperatura pode influenciar ativamente na reprodução dos insetos, sendo os machos mais sensíveis, podendo chegar até a provocar esterilidade. Devido a este fato, consta ainda a parte da pesquisa sob a influência do calor e frio, observando uma possível alteração na biologia do inseto *Zabrotes subfasciatus* (Boh.).

2. REVISÃO DE LITERATURA

A literatura mundial e brasileira sobre carunchos do feijão, suas implicações econômicas, fisiologia, biologia e ecologia é vasta e diversificada. Consta deste trabalho com destaque o item "radiações", pois é o assunto principal da presente pesquisa, aliado ao item "temperatura".

a) Valor Econômico da Praga

CARVALHO e ROSSETTO (1968) verificaram que o feijão no Brasil é muito danificado por dois coleópteros da família Bruchidae: *Acanthoscelides obtectus* (Say) e *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). As duas espécies ocorrem no Estado de São Paulo, exigindo que o feijão receba tratamento químico de expurgo para ter conservação quando no depósito.

SANTOS (1976) determinou que se perdem no Brasil 30% do feijão armazenado, principalmente pelo ataque de insetos.

b) Biologia

CARVALHÔ e ROSSETTO (1968) estudaram a biologia de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). Para isso, usaram 30 casais deste inseto com até uma hora de vida. Observaram que as fêmeas viveram em média 11 dias e os machos 13,8 dias. A oviposição média por fêmea foi de 22,2 ovos. O período de vida adulta das fêmeas foi menor para as que ovipositaram mais, e maior para as que ovipositaram menos. A proporção dos sexos foi de um macho para cada 1,23 fêmeas. O ciclo evolutivo de ovo a adulto foi, no mínimo 23 dias e no máximo 33 dias, sendo a maior frequência de 26 dias.

SANTOS (1971), estudando a biologia do *Callosobruchus maculatus* (F.), determinou que a postura média por casal é de 87,2% ovos com um coeficiente de variação de 21,48%. Verificou também que não houve diferença significativa entre a longevidade de ambos os sexos, e seu valor médio foi de 6,48 dias. A longevidade das fêmeas foi menor daquelas que ovipositaram mais e maior nas que ovipositaram menos. A razão sexual foi de 0,5 e o ciclo evolutivo de ovo a adulto foi de 23,8 dias.

c) Radiação

TABOADA (1953) realizou pesquisas sobre vários tipos de radiações como controle de pragas de grãos armazenados, demonstrando que o uso de raios infra-vermelho a uma temperatura de 59°C e 2,5 minutos de exposição foram suficientes para causar a morte de *Tribolium castaneum* Duv., *Sitophilus granarius* (L.) e *Acanthoscelides obtectus* (Say).

CORNWELL (1959) mostrou ser inviável a técnica do macho

estéril⁽¹⁾ para a maioria dos carunchos e gorgulhos que atacam os produtos armazenados nos silos e armazéns, 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 alimentarem durante a fase adulta, podem ainda causar grandes prejuízos antes de morrerem.

PENDLEBURY *et alii* (1962) observaram que em adultos de *Sitophilus granarius* (L.), a uma temperatura elevada antes da irradiação, aumenta a sensibilidade, refletindo em grande mortalidade, ao passo que uma baixa temperatura provoca alguma proteção e durante a irradiação o efeito inverso. Após a irradiação, a mortalidade aumentou e com temperaturas altas e baixas a mortalidade foi retardada.

TILTON e SCHROEDER (1963), estudando o efeito das radiações infra-vermelho em ovos e formas imaturas de *Sitophilus oryzae* (L.) e *Rhyzopertha dominica* (F.) observaram, através da análise de variância, que o tratamento com infra-vermelho reduziu significativamente o número de insetos adultos emergidos. Esta pesquisa mostra que estas pragas podem ser controladas durante o processo de secagem de grãos com o uso de raios infra-vermelho.

QURAISHI e METIN (1963) determinaram a radiosensibilidade de várias fases do ciclo evolutivo do *Callosobruchus chinensis* (L.), sendo que a dose esterilizante para machos e fêmeas foi de 42 krad.

(1) Técnica do macho estéril (T.M.E.) - método pelo qual somente machos são esterilizados para serem soltos na população natural com a finalidade de reduzir o nível populacional natural da praga.

HUQUE e KHAN (1964) estudaram os efeitos da radiação gama em várias fases do ciclo evolutivo do *Callosobruchus subinnotatus* (Pic.).

SOLLUNN e STROMNAES (1964) observaram a influência da temperatura durante a irradiação em *Drosophila melanogaster* (Meigen) e concluíram que a temperatura de 0°C e 22°C, a uma dose de 2.500 R, não houve diferença entre os tratamentos e a testemunha.

NEHARIN *et alii* (1965) trabalharam com *Callosobruchus maculatus* (F.). Citaram que uma população mista de adultos de ambos os sexos foi irradiada para teste de esterilização e a dose suficiente para completa esterilidade foi de 10 krad. Esses adultos puseram ovos mas foram em número reduzido e inviáveis.

RUANGOPAS (1966) verificou os efeitos da radiação gama em várias fases do ciclo evolutivo do *Callosobruchus chinensis* (L.). Ovos, larvas e pré-pupas, quando expostos com uma dose de 16 krad, foram eliminados em 100%. O mesmo aconteceu com pupas na dose de 32 krad.

CAVALLORO e BONFANTI (1966,1967), visando o controle de *Acanthoscelides obtectus* (Say) citam que os machos são mais sensíveis que as fêmeas. Os machos são esterilizados com doses de 4000 R e 5000 R, isso quatro dias antes do fim do período pupal e no primeiro dia de adulto, respectivamente. Para as fêmeas, as doses correspondentes foram de 6000 e 1000 R.

PENDLEBURY (1966) observou as doses letal e esterilizante para adultos de *Sitophilus granarius* (L.) em temperaturas altas e baixas,

antes e após a irradiação. Após a irradiação em temperaturas elevadas, a mortalidade aumenta consideravelmente. Antes da irradiação há pequeno aumento da longevidade. Durante a irradiação, a influência da temperatura foi inversa, apresentando uma taxa de mortalidade maior nos insetos irradiados a 15°C do que a 30°C.

COGBURN (1967), trabalhando com as mesmas espécies pragas de grãos armazenados, *Sitophilus oryzae* (L.), *Rhyzopertha dominica* (F.) e *Sitotroga cerealella* (Oliver), observou que uma exposição de poucos minutos de infra-vermelho não conseguiu inibir a reprodução desses insetos.

WIENDL (1968) estudou os efeitos de baixas doses de radiação gama para várias fases do caruncho que mais ataca feijão armazenado no Brasil, *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), no intuito de um possível controle desta praga.

ANDREEY *et alii* (1968), em experimento visando a técnica do indivíduo estéril em *Bruchus obtectus* (Say), concluíram que a dose ideal para esterilização está entre 12000 e 15000 R.

WIENDL e ROSSETTO (1969) observaram que a eclosão de larvas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) provenientes de ovos irradiados com 2 krad, não deram eclosão às larvas. As larvas não originaram pupas quando irradiadas com 5 krad, e pupas irradiadas com 10 krad não resultaram emergência de adultos. Uma dose de 10 krad levou à esterilização completa dos adultos. A dose de 350 krad levou à morte total da população de adultos dentro de 24 horas.

WIENDL (1969) estudou os efeitos das radiações gama em *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) em vários estágios do inseto, chegando a obter total esterilização com a dose de 10 krad.

WIENDL (1970), no intuito de determinar a radiosensibilidade de *Laemophloeus sp.*, verificou a mortalidade após a irradiação em dois ambientes diferentes. Observou-se, de um modo geral, que a mortalidade foi maior em ambiente mais quente, intensamente influenciada pela dose de radiação. Empregando-se as seguintes doses: 0, 2,5, 5, 10, 20, 50, 100, 250 e 500 krad. Em dois ambientes: um de 30°C e 90% UR, e outro de 25°C e 65% UR.

COGBURN *et alii* (1971) trabalharam com quatro combinações de radiações: radiação gama, infra-vermelho, infra-vermelho mais gama e gama mais infra-vermelho, em diferentes estágios do ciclo de vida da traça *Sitotroga cerealella* (Oliver); observaram grande redução na emergência em todos os tratamentos, sendo que o de radiação gama seguido de infra-vermelho foi o que apresentou maior redução na emergência.

WIENDL (1971) observou os efeitos da irradiação gama em *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), visando uma possível desinfestação para armazenamento em escala comercial.

KIRKPATRICK e TILTON (1972a) trabalharam com 12 espécies de pragas de grãos armazenados, aplicando raios infra-vermelhos como medida de controle em três temperaturas, 49, 57 e 65°C, durante 20, 32 e 40 segundos, respectivamente. A 57°C ocorreu de 93 a 100% de mortalidade dos adultos e a 65°C ocorreu 99,6% de mortalidade.

KIRKPATRICK *et alii* (1972) observaram que *Sitophilus oryzae* (L.), quando submetido à radiação infra-vermelho, à uma temperatura de 54°C, reduziu em 95% a emergência de adultos, e com micro-ondas foi de 82%.

SZENTESI (1972) cita que há possibilidade de suprimir uma população natural de *Acanthoscelides obtectus* (Say) aplicando a técnica do macho estéril. A dose de radiação gama que causa total esterilidade para machos é ao redor de 10 krad e para fêmeas de 15 krad.

HOSSAIN *et alii* (1972) trabalharam com populações de *Callosobruchus maculatus* (F.) e foram tratados com 0 (testemunha), 0,5, 1, 2 e 4 krad de radiação gama, por sete gerações sucessivas. Testou os adultos da sétima geração, chegando à conclusão que a possibilidade do desenvolvimento de uma linhagem de insetos resistentes à radiação por uma exposição acidental de alguns insetos à dose subesterilizante durante uma desinfestação comercial não parece ser problema.

BROWER (1973) observou ser a dose de 7 krad a que causa esterilidade aos adultos de *Callosobruchus maculatus* (F.).

BROWER (1973) verificou a capacidade de reprodução e resistência quando submetido a uma dose de radiação aguda e subesterilizante em populações de *Callosobruchus maculatus* (F.). Houve significativa diminuição da população com o aumento da dose.

KIRKPATRICK *et alii* (1973) estudaram a associação de radiação gama com infra-vermelho e micro-onda para controlar *Rhyzopertha dominica*

ca (F.) em trigo e houve uma acentuada redução na emergência e na fecundidade dos adultos.

WALDER e WIENDL (1973) observaram que *Callosobruchus maculatus* (F.), espécie que ataca seriamente as sementes do feijão *Vigna sinensis* (L.), e são altamente susceptíveis à radiação gama, sendo a dose esterilizante de 10 krad, sendo que acima desta dose houve um aumento na longevidade das fêmeas de 19% e uma diminuição de 5% nos machos.

WIENDL *et alii* (1974) publicaram um trabalho realizado com *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), *Callosobruchus maculatus* (F.), *Sitophilus zeamais* (Mots.) e *Sitophilus oryzae* (L.), que relaciona a interdependência entre substrato, temperatura e dose esterilizante. Determinaram que *S. oryzae* (L.) em arroz e milho, irradiados com radiação gama e colocados a 27°C, a dose esterilizante foi de 7 krad; em macarrão, de 5 krad. Para *S. zeamais* (Mots.) em milho, a 30°C, foi de 8 krad. *Z. subfasciatus* (Boh.) em feijão Rosinha, a 30°C, foi esterilizado com 10 krad e *C. maculatus* (F.), em feijão de corda, a 30°C, foi esterilizado com 8 krad.

WALDER (1974) determinou alguns efeitos da radiação gama em *Callosobruchus maculatus* (F.) e verificou que a dose esterilizante para adultos foi de 8 krad e que houve uma tendência no aumento da longevidade das fêmeas e diminuição na longevidade dos machos, quando submetidos à radiação gama.

WIENDL e LINK (1974) observaram a influência do ambiente correlacionado à radiação gama sobre o desenvolvimento de uma população de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) em feijão armazenado. Aumentando-se a dose

de radiação gama, ou seja, 0 (testemunha), 1,15, 2,25 e 4,5 krad, mantida na forma subesterilizante, influenciou negativamente na reprodução dos insetos.

WALDER e WIENDL (1974) determinaram os efeitos letais e esterilizantes de radiação gama em ovos, larvas e adultos de *Callosobruchus maculatus* (Boh.). Concluíram ser possível a desinfestação de feijões *Vigna* armazenados através desta técnica. Utilizando-se a dose de 10 krad, houve margem de segurança para esterilização total desta praga em escala comercial.

KIRKPATRICK (1975) usou raios infra-vermelho para controlar *Sitophilus oryzae* (L.) e *Rhyzopertha dominica* (F.), elevando a temperatura do trigo para 48,6°C, sendo que, após, houve uma mortalidade quase que total dos adultos.

WIENDL *et alii* (1976) determinaram que a dose esterilizante para *Callosobruchus phaseoli* (F.) pelo método da perda de peso foi a partir da dose de 3 krad.

ARTHUR e WIENDL (1977) verificaram a radioresistência em *Acanthoscelides obtectus* (Say) e observaram que a dose letal LD_{50%} situa-se entre 275 e 300 krad e a LD_{100%} para população foi de 425 krad.

ARTHUR *et alii* (1977a) verificaram que a dose esterilizante para *Acanthoscelides obtectus* (Say) pelo método da perda de peso sendo de 10,82 krad, acreditaram, em conformidade com os resultados experimentais obtidos, que 10 krad são suficientes.

ARTHUR *et alii* (1977b) determinaram a dose letal e esterilizante para larvas e pupas de *Acanthoscelides obtectus* (Say) como sendo respectivamente de 10 e 3 krad.

d) Temperatura

BODENHEIMER (1926) determinou que, na mosca das frutas *Ceratitis capitata* (Wied.), uma diminuição da temperatura de 26 para 19,5°C, seu ciclo evolutivo aumenta de 20 para 41 dias.

PAYNE (1926) observou que os insetos morrem quando expostos à uma temperatura fora de sua faixa de preferendo térmico e que para a maioria dos insetos a faixa está entre 15 e 38°C.

ROBINSON (1928) determinou que 50% da população de *Sitophilus oryzae* (L.) morrem em 8 dias a 7,2°C; 4 dias a 1,6°C e 2 dias a -1,1°C.

ALLEE *et alii* (1929) verificaram que *Locustamigratoria* (L.) pode elevar a temperatura do corpo de 27,9°C quando colocado na sombra a 28°C para 42,7°C quando colocado no sol de intensidade de 1,07 cal em apenas 10 minutos.

KOGURE (1933) estudou a influência da luz e temperatura no desenvolvimento de ovos de *Bombyx mori* (L.). As fêmeas colocaram ovos normais quando se desenvolveram em temperaturas inferiores a 25°C e colocaram ovos de diapausa quando se desenvolveram em temperaturas superiores a esta.

MENUSAN (1934) determinou um método de avaliação dos efeitos da temperatura e umidade como fatores ambientais, verificando a duração e a viabilidade nos diferentes estágios do caruncho do feijão *Bruchus obtectus* (Say).

IDE (1935) comparou a distribuição de *Ephemeridae* no Canadá com espécies criadas em diferentes temperaturas. Os insetos criados a 24°C não se desenvolveram em temperaturas inferiores a de 9°C enquanto que os criados a 9°C não se desenvolveram em temperaturas acima de 24°C.

SALT (1936) verificou que adultos de *Tribolium confusum* (Du Val.) morrem com 15 minutos de exposição a -15°C.

NEL (1936) observou que ovos e larvas de *Ceratitis capitata* (Wied.) morrem quando expostos a baixas temperaturas pelo período de 7 semanas a 7°C, 3 semanas a 4°C e 2 semanas a 1°C.

MELLANBY (1940) determinou as temperaturas de torpor pelo frio em função da temperatura de aclimação para uma espécie de barata e uma de percevejo. Para as temperaturas de aclimação de 14 a 17°C, a de torpor foi de 2,0°C para barata e 4,5°C para o percevejo; a 30°C foi de 7,5°C e 7,0°C e a 36°C foi de 9,5°C e 7,5°C, respectivamente.

WILKES (1942), trabalhando com um microheminóptero do gênero *Mecropleton*, encontrou um preferendo de 25°C.

BIRCH (1944), criando *Sitophilus oryzae* (L.) em trigo, a diferentes profundidades numa caixa, observou que a população criada no fun-

do tem a tendência a se dispersar mais, atingindo mais rapidamente a superfície, devido ao problema da temperatura.

DAVIDSON e ANDREWARTHA (1948) mostraram que a dispersão de *Trips imaginis* (B.) em roseiras não depende da densidade e sim da temperatura e outros fatores ambientais. Notando-se que nos dias quentes ocorre maior movimentação e dispersão dos trips.

ANDREWARTHA e BIRCH (1954) observaram a duração do desenvolvimento embrionário de *Melanoplus mexicanus* (Saus.) em três diferentes temperaturas. Observaram que, após colocar os insetos previamente a 0°C, houve maior velocidade em seu desenvolvimento. Ao contrário, se colocado à temperatura normal, este desenvolvimento era mais lento. Estes resultados foram indiferentes às três temperaturas de observação, que foram 27, 32 e 37°C.

FONSECA (1955) determinou o ciclo evolutivo de *Coccus hesperidum* (L.) em diversas temperaturas que foram as seguintes: 30°C (24,7 dias), 25°C (35 dias), 20°C (60 dias) e 15°C (210 dias).

EL-SAWAF (1956) estudou o efeito de temperatura e umidade constante sobre diferentes estágios do *Callosobruchus maculatus* (F.). Verificou que a longevidade de adultos de ambos os sexos decresce com o aumento da temperatura e que as fêmeas vivem mais do que os machos, nas temperaturas estudadas.

FERREIRA (1960) observou que *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) normalmente não voa, mas a 30°C ou à luz do sol, faz a tentativa de pequenos vôos.

COTTON (1963) estudou o comportamento de *Sitophilus oryzae* (L.) em grãos de trigo durante cinco meses em condições variáveis de temperatura e umidade e aquela que produziu maior número de descendentes foi 26,6°C e 14% UR.

SUGAI (1963) verificou que a elevação da temperatura após irradiação tem um efeito marcante na fertilidade de machos de *Bombyx mori* (L.), diminuindo-a mais com o abaixamento da temperatura.

SANO (1967), usando a temperatura de 30°C para *Callosobruchus maculatus* (F.) observou que a oviposição após o nono dia, que corresponde ao estágio de segundo ínstar, foi muito susceptível ao calor.

PERTTUNEN e HAYRINEN (1969) determinaram a atividade espontânea de vôo para caruncho do feijão *Acanthoscelides obtectus* (Say). Foram estudados as seguintes temperaturas: 20; 22,5; 25; 30; 32,5; 40; 42,5 e 45°C (para 1000 lux e 77 RH), sendo que a preadaptação foi de 25°C por uma semana.

UTIDA (1971) verificou a influência da temperatura no número de ovos postos, mortalidade larval e pupal, número de adultos emergidos, duração do desenvolvimento e longevidade dos adultos de seis diferentes Bruchidae, infestando feijão armazenado em condições de laboratório. Concluiu ser *Callosobruchus maculatus* (F.) muito resistente à alta temperatura e *Callosobruchus analis* (F.) um pouco menos. Já *Callosobruchus rhodesianus* (Pic.) e *Callosobruchus phaseoli* (F.) apresentaram pouca resistência. Em comparação, *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) e *Callosobruchus chinensis*

sis (L.) puderam ser considerados intermediários.

DAJÓS (1973) determinou em horas o desenvolvimento embrionário de *Drosophila melanogaster* (Meigen) em função da temperatura, concluindo que as temperaturas mais baixas alongam o ciclo evolutivo do ovo de 17,8 horas a 27°C e 41,4 horas a 18,2°C com um aumento de 2,34%.

KIRKPATRICK e TILTON (1972b) relatam pesquisa que visou controlar *Sitophilus oryzae* (L.) e *Rhyzopertha dominica* (F.) com temperaturas de $39 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $75 \pm 5\%$ por quatro dias, durante o período de oviposição e exposição contínua a 60% de umidade relativa. Obtiveram um controle de 99% para ambas as espécies.

BIEMONT (1974) criou machos de *Achanthoscelides obtectus* (Say) a 27°C, sendo que suas pupas foram colocadas a 36°C durante períodos variáveis. Após esses tratamentos, os machos foram colocados com fêmeas a uma temperatura de 27°C. Também estudou a influência da temperatura de 45°C, durante meia hora de exposição para fêmeas virgens, de diferentes idades. Observou um aumento significativo na mortalidade dos ovos quando estas foram expostas ao calor antes da oviposição.

SILVEIRA NETO *et alii* (1976) citam que, de um modo geral, os machos têm uma razão de metabolismo maior e, conseqüentemente, uma longevidade menor.

COLABONE *et alii* (1979) estudaram os efeitos da influência de diferentes gases durante 20 minutos em duas diferentes temperaturas - 45°C e 6°C - sendo depois mantidos a 27°C. Observaram maior longevidade nos insetos que permaneceram à temperatura mais fria.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Seção de Entomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), Piracicaba, São Paulo.

O inseto utilizado foi *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Coleoptera-Bruchidae) e o substrato feijão *Phaseolus vulgaris* (L.) cultivar Rosinha. O estágio do inseto foi de 0 a 24 horas de idade adulta, sendo separados em casais sem uso de anestésicos, para não prejudicar as condições normais da sua biologia.

Esses insetos foram obtidos de uma criação de laboratório do setor de Entomologia, onde são criados há mais de 150 gerações. As condições para o desenvolvimento dessa espécie foram conseguidas utilizando-se uma câmara climatizada, regulada $21 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $75 \pm 5\%$ de umidade relativa.

Para as irradiações foi usado um irradiador de Cobalto 60, tipo Gammabeam 650, com uma atividade de aproximadamente 8.000 Ci na época de utilização. A taxa de dose variou de 97,75 a 102,5 krad/hora. As doses foram: 0 (test.), 2, 4, 8, 16, 32 e 64 krad de radiação gama, consideradas agudas, e determinadas pela dosimetria de Frick.

Para os choques de calor usou-se uma estufa e para o frio uma geladeira.

O "calor" antes e após a irradiação foi de 45°C, durante 15 minutos, o "frio" foi de 5°C, pelo mesmo período.

Como repetições, oito para cada dose, utilizou-se caixas plásticas transparentes, com tampa removível de 50x30x20 mm. Cada repetição constou de 5 casais, num total portanto, de 80 insetos por dose.

A metodologia do manuseio constava do seguinte: conforme o tratamento, antes ou após a irradiação os insetos eram colocados durante 15 minutos à temperatura de 45 ou 5°C e em seguida eram irradiados e colocados na câmara climatizada. Para verificar a mortalidade fez-se contagens diárias, sendo os mortos retirados. Após total mortalidade dos insetos, esperou-se a emergência da geração filial, fazendo-se contagem total dos insetos emergidos.

Conforme já abordado anteriormente, fez-se testes para comparação dos efeitos do calor e do frio. Os tempos de calor ou frio em

pregados foram os seguintes: 0 (testemunha), 15, 30, 60, 120, 240 e 480 minutos, as temperaturas de 45^o e 5^o, sendo que cada dose constou também de 8 repetições, totalizando 5 casais cada, e 80 insetos por "dose". A pós os tratamentos, também foram colocados em câmara climatizada, fazendo-se, igualmente, as contagens diárias para verificar a mortalidade. Após a emergência da geração filial, fez-se a contagem total.

A fim de completar o trabalho, utilizou-se ainda somente a irradiação nas mesmas doses de 0 (testemunha), 2, 4, 8, 16, 32 e 64 krad. Utilizou-se para cada dose também 8 repetições, cada uma constando de 5 casais, num total de 80 insetos por dose, depois colocados em câmara climatizada, à mesma temperatura e umidade relativa, seguindo-se a metodologia já estabelecida.

4. RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Devido ao grande volume de dados coletados, os resultados são concisamente apresentados na forma de tabelas.

Constam do grupo de tabelas nº 1 a 5, as esperanças de vida, calculadas em função das mortalidades observadas. Foram agrupados os resultados dos nascimentos dos insetos emergidos (F_1), cujos pais sofreram os diversos tratamentos programados, nas tabelas 19 e 20.

Da tabela 1 constam as esperanças de vida calculadas em relação ao início dos experimentos, (e_0^x), em dias e para cada uma das repetições, para machos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), em função do tratamento de calor a 45°C, durante 15 minutos e frio a 5°C, por tempo idêntico, antes e após a irradiação. Consta igualmente a análise da variância,

com o respectivo desvio padrão e coeficiente de variação, além da média aritmética das oito repetições.

De uma maneira semelhante, constam os mesmos valores de e_0^x para fêmeas, da tabela 2. Constan da tabela 3 as esperanças de vida e_0^x , em dias, de machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) irradiados com doses crescentes de radiações gama, conforme as oito repetições. Costa da mesma tabela ainda a análise da variância, com os respectivos desvios padrão, coeficientes de variação e a média das oito repetições.

Constam da tabela 4 as esperanças de vida e_0^x , em dias, dos machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) conforme os tempos de exposição ao calor a 45°C. Constan ainda os valores da análise de variância, respectivamente o desvio padrão, coeficiente de variação e a média das repetições. Constan finalmente da tabela 5 de maneira semelhante à anterior, os valores de e_0^x , conforme os tempos de exposição ao frio, a 5°C, para ambos os sexos.

A fim de facilitar a análise destes resultados, reagrupamos as médias dos tratamentos por calor (45°C) e frio (5°C) antes e após a irradiação, nas tabelas de 6 a 9. Constan nestas tabelas as médias das esperanças de vida, e_0^x , separadamente para machos e fêmeas, assim como a média para os casais. Constan da tabela 6 respectivamente as esperanças de vida referentes ao tratamento do calor antes da irradiação. Constan da tabela 7 as esperanças de vida referentes ao tratamento de calor após a irradiação. Constan da tabela 8 as referentes ao frio antes da

irradiação, e da Tabela 9 ao frio após a irradiação.

Verifica-se pelas tabelas de 6 a 9, e principalmente pelas figuras 1, 2, 3 e 4, para onde foram transferidos os principais resultados das tabelas 6, 7, 8 e 9 respectivamente, que nas doses até 32 Krad há um aumento relativo nas esperanças de vida, ao contrário da dose de 64 Krad, quando esta esperança diminuiu.

Este fato é sempre mais pronunciado nas fêmeas, enquanto que parece não haver muita influência da radiação gama sobre a longevidade dos machos pelo menos até a dose estudada.

Por outro lado, analisando as médias das esperanças de vida entre os insetos tratados com calor antes da irradiação e frio após a irradiação, em comparação com o calor após a irradiação e frio antes da irradiação, nota-se sua semelhança, conforme as mesmas figuras 1, 2, 3 e 4, mas principalmente a figura 5, que mostra a média geral de todas as esperanças de vida em relação a todos os tratamentos integrados de temperatura e irradiação.

Mostra-se portanto, ser importante a passagem de uma temperatura maior para uma menor ou vice versa. Não é importante o fator calor ou frio, mas a passagem deste para aquele, o que poderia ser esclarecido com o simples diagrama mostrado na página seguinte.

A fim de elucidar o efeito da irradiação, sem levar em conta a temperatura foi feita a tabela 10, onde constam as médias das esperanças de vida, tanto para machos como para fêmeas, assim como a média geral. Pode-se verificar de uma maneira mais explícita que o efeito da irradiação é bastante pronunciado, aumentando a esperança de vida dos insetos, com o aumento da dose até 32 Krad, mas causando efeito deletérico na dose de 64 Krad. Este aumento da longevidade com o aumento da dose é mais pronunciado para as fêmeas, sendo menos observado para os machos.

A fim de observar com maiores detalhes as influências das radiações, assim como do calor de 45°C e frio de 5°C , os resultados das tabelas 3, 4 e 5 devem ser considerados como testemunhas, em relação aos tratamentos integrados. Sob este ponto de vista para se poder comparar os resultados destes tratamentos, foram transportados os resultados destas tabelas para respectivamente a figura 6, onde constam os valores de e_o^x para o calor a 45°C durante 15 minutos, e da figura 7 onde constam os valores de e_o^x para o frio a 5°C , tanto para machos como para fêmeas e a

média entre os sexos.

A fim de completar o quadro de lógica, constam da figura 8 os valores de e_0^x dos insetos tratados apenas com radiações, mostrando principalmente as fêmeas e padrão do incremento na longevidade proporcionalmente com o aumento da dose, até 32 krad, quando com a dose de 64 Krad há diminuição drástica na esperança de vida.

Agrupando as esperanças de vida em ordem crescente, conforme a tabela 11, segundo os tratamentos e em relação à testemunha (1ª linha da tabela 12), pode-se observar um grande efeito dos tratamentos sobre os adultos, quase todos muito deletéricos para machos, e até certo ponto, benéficos para as fêmeas quando em relação à longevidade. Assim mostra a tabela 13 e a sua análise estatística, na tabela 14, significância do tratamento, para ambos os sexos, tanto para calor como para o frio. Semelhantemente as tabelas 15 e 16 provam a influência das doses de radiação gama em relação ao calor e ao frio, resultando significativas interações.

Não se mostrou porém significativa a irradiação apenas, tanto para machos como para fêmeas, quando observada a longevidade média de ambos, conforme pode ser observado no resultado analítico da tabela 17. Mas as esperanças de vida na análise da variância entre os tratamentos tanto quanto de temperatura como da dose de radiações, segundo consta nos resultados da tabela 18.

Constam na tabela 19 os resultados numéricos dos nascimentos de adultos provenientes de pais que sofreram os tratamentos de calor (45°C) e frio (5°C), antes e após a irradiação gama, com diferentes doses. Constam ainda os números totais dos adultos que nasceram de ovos postos por adultos apenas irradiados, e que não sofreram outro tratamento.

Como pode ser observado nessa tabela, confirma-se o fato de que a espécie *Zabrotes subfasciatus* é esterilizada com doses entre 8 e 16 krad, alcançando-se a esterilização com doses próximas à inferior. Este fato é pouco dependente do tratamento integrado com as radiações, não sendo, praticamente, observada nenhuma diferença.

O tipo de tratamento, de calor a 45°C ou frio a 5°C a que se submeteu a geração paterna de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), praticamente não influenciou no número da progênie, como se observa na tabela 20. Nesta tabela, constam o número de adultos nascidos de pais que foram submetidos a diversos tempos de tratamento de calor a 45°C e frio a 5°C . Os resultados percentuais desta tabela foram transpostos para a figura 9, a fim de se visualizar melhor seus valores, pouco coerentes no experimento.

A fim de se poder analisar com maiores detalhes as diferenças biológicas nos adultos que sofreram os diversos tratamentos, foram feitas regressões com os totais de adultos da geração filial, em função da dose de radiação gama.

Pode-se observar, pela dose esterilizante calculada teoricamente, assim obtida, cujos resultados constam na tabela 21, ser necessária no caso do tratamento com frio antes da irradiação, uma dose de radiações muito maior para atingir a esterilidade completa dos insetos adultos.

Neste contexto, confirma-se que o tratamento do frio a 5°C, dado em choque de 15 minutos antes da irradiação gama, permite, além de uma maior sobrevivência conforme as tabelas 13 e 14, assim como a figura 3, uma maior vitalidade, só anulada com a irradiação.

Tabela 1 - Esperança de vida média (e_0^x), em dias, respectivos desvio padrão e coeficiente de variação para machos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) de todas as repetições, conforme as doses de radiação gama, para os tratamentos de calor (45°C) antes e após a irradiação, assim como do frio (5°C), igualmente antes e após a irradiação.

Tratamentos	Dose em krad	Repetições								Análise de Variância		
		1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{m}$	dP	CV
Calor Antes da Irradiação	0	10,70	10,90	11,50	11,70	10,83	11,70	11,10	11,90	11,29	0,43	3,84%
	2	11,50	9,50	11,50	10,70	11,33	11,00	10,90	9,83	10,78	0,70	6,52%
	4	9,30	10,70	11,30	11,25	11,10	12,30	12,10	11,70	11,23	0,88	7,85%
	8	10,83	11,90	11,70	10,50	9,50	12,50	11,00	11,30	11,15	0,85	7,65%
	16	11,10	12,10	10,90	11,33	13,30	16,30	12,10	10,90	12,25	1,71	13,95%
	32	12,10	12,50	12,90	11,70	11,30	12,30	11,50	10,30	11,83	0,76	6,44%
	64	11,90	11,90	10,30	10,70	11,50	10,90	10,90	10,50	11,08	0,58	5,22%
Calor Após a Irradiação	0	13,10	9,50	10,90	14,00	12,70	12,10	13,50	13,75	12,44	1,45	11,68%
	2	12,50	12,30	11,75	14,17	14,00	15,70	12,70	12,25	13,17	1,24	7,44%
	4	12,50	13,50	14,10	10,75	13,70	13,90	14,00	10,90	12,91	1,09	10,02%
	8	12,90	14,17	13,83	12,70	14,25	9,50	11,30	13,10	12,71	1,50	11,87%
	16	16,10	8,50	15,30	14,50	14,90	13,50	12,90	15,07	13,84	2,23	16,11%
	32	15,70	14,50	15,30	13,35	12,50	16,30	14,30	15,64	14,69	1,22	8,33%
	64	13,70	12,30	11,70	11,83	12,50	12,70	13,10	11,90	12,46	0,64	5,16%
Frio Antes da Irradiação	0	19,90	18,10	19,10	18,50	16,50	16,83	19,10	17,75	18,22	1,09	6,00%
	2	17,90	19,10	18,50	18,30	19,10	20,10	18,70	16,30	18,50	1,03	5,59%
	4	17,00	18,50	17,75	21,33	18,75	19,30	17,90	17,90	18,55	1,24	6,66%
	8	17,00	18,50	17,75	18,25	18,75	19,30	17,90	18,30	18,29	0,69	3,75%
	16	20,33	19,30	20,70	18,10	16,50	16,25	19,10	18,10	18,55	1,52	8,21%
	32	22,10	19,90	20,70	18,17	20,90	18,10	17,70	19,70	19,66	1,46	7,44%
	64	16,30	16,30	14,50	15,90	15,50	15,70	14,70	17,70	15,83	0,94	5,96%
Frio Após a Irradiação	0	12,50	10,50	11,50	11,30	11,50	12,00	12,10	10,90	11,53	0,81	5,30%
	2	14,30	11,90	12,70	11,70	11,10	10,50	11,90	13,10	12,15	1,12	9,19%
	4	12,90	13,10	11,70	13,50	13,50	12,10	10,30	13,10	12,53	1,03	8,24%
	8	12,90	11,10	14,30	12,30	11,90	10,90	13,50	13,30	12,53	1,12	8,91%
	16	12,30	12,50	14,50	13,67	14,83	14,25	12,90	12,17	13,25	0,98	7,27%
	32	14,50	15,50	13,83	14,50	13,17	13,33	12,90	14,70	14,05	0,84	5,95%
	64	11,90	11,00	12,17	11,90	12,10	11,10	11,62	11,70	11,69	0,40	3,45%

Tabela 2 - Esperança de vida (e_0^x) em dias, e respectivos desvio padrão, coeficiente de variação e média, para fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), de todas as repetições, conforme as doses de radiação gamma, para os tratamentos de calor (45°C), antes e após a irradiação, assim como do frio (5°C), igualmente antes e após a irradiação.

Tratamentos	Dose em krad	Repetições								Análise de Variância		
		1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{m}$	dP	CV
Calor Antes da Irradiação	0	9,10	10,10	9,67	8,50	8,90	8,90	7,10	8,50	8,85	0,84	9,47%
	2	10,90	11,10	11,10	8,50	11,00	9,90	10,90	11,10	10,56	0,86	8,18%
	4	10,00	12,50	12,70	14,30	11,50	10,70	11,90	10,90	11,84	1,25	10,56%
	8	11,30	11,30	13,10	11,30	10,50	11,50	11,50	11,10	11,45	0,69	6,04%
	16	13,10	12,25	11,90	12,30	11,10	14,10	13,50	12,53	12,57	0,89	7,07%
	32	11,00	13,10	9,30	12,50	11,70	11,50	11,90	8,90	11,24	1,37	12,19%
	64	11,00	9,90	9,30	9,50	11,90	9,50	9,70	11,00	10,23	0,89	8,68%
Calor Após a Irradiação	0	9,50	9,00	9,90	10,50	9,70	10,90	9,90	9,10	9,81	0,60	6,18%
	2	11,67	10,90	9,10	13,10	12,00	12,50	12,10	13,00	11,80	1,23	10,42%
	4	12,50	11,17	11,90	13,50	12,90	15,70	15,50	13,30	13,30	1,49	11,25%
	8	10,30	14,30	14,50	15,10	15,10	13,75	11,10	13,25	13,42	1,08	10,58%
	16	13,70	10,50	15,90	14,90	16,00	15,07	12,25	15,36	14,21	1,81	12,79%
	32	16,50	12,70	17,70	15,90	15,90	17,90	12,50	15,90	15,62	1,83	12,14%
	64	13,50	12,25	12,30	11,70	12,70	13,33	12,50	12,50	12,64	0,55	4,38%
Frio Antes da Irradiação	0	13,50	13,30	12,90	13,10	14,10	14,00	13,90	13,90	13,59	0,42	3,11%
	2	15,50	16,30	15,50	13,70	14,50	15,50	14,90	11,50	14,68	1,41	9,57%
	4	16,00	14,90	16,50	16,10	17,30	14,70	16,50	17,30	16,16	0,91	5,51%
	8	16,00	15,00	16,50	16,10	19,67	14,70	16,50	17,30	16,47	1,44	8,74%
	16	18,75	18,70	17,75	18,75	18,30	18,50	17,90	18,90	18,57	0,48	2,59%
	32	21,70	17,75	20,70	19,00	17,90	18,30	22,30	18,70	19,54	1,66	8,50%
	64	17,30	17,70	15,17	15,75	10,70	18,50	17,70	15,50	16,79	1,13	6,73%
Frio Após a Irradiação	0	9,17	9,57	8,75	9,30	9,00	9,93	9,30	9,10	9,27	0,34	6,77%
	2	8,70	8,83	10,10	9,10	9,00	9,30	9,70	11,10	9,48	0,75	7,91%
	4	10,30	12,30	11,30	11,30	11,10	8,90	9,00	8,70	10,35	1,27	12,22%
	8	12,90	13,10	12,50	12,50	11,90	10,00	10,50	12,70	12,01	1,08	8,96%
	16	13,00	11,30	11,50	14,50	12,00	13,83	11,90	10,75	12,35	1,22	9,90%
	32	13,70	13,50	13,75	11,70	11,00	12,50	11,70	11,90	12,47	0,99	7,96%
	64	11,70	12,50	12,50	12,30	12,10	12,10	12,00	12,30	12,19	0,25	2,07%

Tabela 3 - Esperança de vida (e_0^x) em dias e respectivos desvio padrão, coeficiente de variação e média para machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) de todas as repetições, conforme dada dose de radiação gama.

Sexo	Dose em krad	Repetições								Análise de Variância		
		1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{m}$	dp	CV
Machos	0	15,83	15,17	17,90	14,50	23,33	19,30	20,50	18,10	18,08	2,77	15,31
	2	16,90	17,30	15,70	21,10	11,70	15,50	17,70	12,10	16,00	2,85	17,88
	4	15,17	19,50	20,30	18,50	19,50	18,50	17,50	16,25	18,15	1,64	9,02
	8	16,33	17,50	17,50	16,25	18,90	17,25	16,90	15,10	16,97	1,05	6,18
	16	16,25	15,00	18,30	17,30	17,50	20,25	20,70	16,70	17,75	1,82	10,24
	32	16,83	20,00	20,30	17,70	18,30	17,67	17,17	18,67	18,33	1,18	6,46
	64	15,30	16,50	13,50	15,67	16,10	15,70	16,10	13,50	15,17	1,05	6,90
Fêmeas	0	12,83	10,00	11,70	12,30	12,67	12,70	11,83	12,30	12,04	0,86	7,14
	2	13,90	16,30	13,50	15,90	12,70	16,50	12,50	13,30	14,33	1,54	10,76
	4	14,50	15,50	16,30	15,90	17,17	17,75	16,30	17,30	16,34	0,99	6,08
	8	12,75	15,30	16,70	16,33	17,10	16,83	14,50	14,50	15,50	1,42	9,14
	16	18,25	17,00	17,50	18,50	18,10	18,10	16,30	16,50	17,53	0,79	4,49
	32	18,50	18,83	15,50	21,50	19,00	17,75	18,10	18,30	18,44	1,54	8,58
	64	15,50	15,90	15,90	12,75	15,75	13,67	15,50	13,30	14,78	1,23	8,29

Tabela 4 - Esperança de vida (e_0^x) em dias e respectivos desvio padrão, coeficiente de variação e média para machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) de todas as repetições, conforme cada tempo de exposição ao calor (45°C).

Sexo	Tempo em Min.	Repetições								Análise de Variância		
		1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{m}$	dp	CV
Machos	0	10,90	18,30	16,10	16,10	15,50	16,70	17,70	17,90	16,13	2,17	13,47%
	7,5	11,00	12,50	13,50	10,90	15,50	15,30	12,80	13,50	13,14	1,60	12,20%
	15	13,90	10,25	14,90	14,85	13,10	14,50	16,50	12,70	14,59	1,27	8,69%
	30	14,75	14,33	17,30	15,10	13,75	17,50	16,50	12,50	15,22	1,65	10,84%
	60	17,10	12,90	13,90	11,30	18,10	15,91	14,70	15,30	14,65	1,77	12,05%
	120	15,50	13,50	14,10	11,50	10,50	15,30	14,10	13,50	13,50	1,62	11,99%
	240	12,50	16,50	13,50	13,30	16,70	13,90	16,50	15,30	14,78	1,57	10,61%
	480	15,50	15,50	16,10	12,90	16,10	12,70	17,10	14,10	15,00	1,49	9,96%
Fêmeas	0	7,70	10,90	9,50	10,50	10,70	12,30	12,30	9,30	10,15	1,26	12,45%
	1,5	13,10	7,50	8,50	8,30	6,50	9,10	11,30	9,25	9,19	1,97	21,45%
	15	9,83	12,90	9,30	11,70	11,30	10,90	13,50	6,50	10,74	2,07	19,31%
	30	11,30	11,30	10,70	9,90	10,70	10,50	9,83	7,83	10,26	1,05	10,22%
	50	10,30	10,50	8,90	10,70	10,10	7,90	8,70	7,30	9,30	1,20	12,90%
	120	9,30	6,25	7,70	12,30	9,70	5,70	9,90	10,90	8,97	2,12	23,66%
	240	12,20	12,25	10,50	13,10	12,30	12,70	10,50	10,10	11,71	1,08	9,22%
	480	12,50	9,67	11,10	11,70	10,30	11,30	11,50	14,10	11,52	1,26	10,97%

Tabela 5 - Esperança de vida média (e_0^x) em dias e respectivos desvio padrão, coeficiente de variação e média para machos e fêmeas de *Zabrotes subopacatus* (Boh.) de todas as repetições, conforme cada tempo de exposição ao frio (5°C).

Sexo	Tempo em Min.	Repetições								Análise de Variância		
		1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{m}$	dp	CV
Machos	0	14,00	12,90	15,70	14,30	16,67	16,75	18,00	13,70	15,25	1,67	10,97%
	7,5	16,50	15,10	16,25	16,90	12,90	15,70	14,67	15,50	15,44	1,18	7,64%
	15	14,30	14,70	16,30	16,30	12,70	13,10	17,10	15,90	15,05	1,50	9,08%
	30	15,50	13,50	12,50	18,83	14,90	14,50	15,00	16,30	15,12	1,77	11,73%
	60	17,00	11,50	9,90	16,90	19,10	12,25	13,30	11,00	14,24	3,10	21,78%
	120	16,90	14,10	12,10	9,10	14,30	13,50	14,30	9,50	12,97	3,45	10,94%
	240	17,70	12,67	13,90	14,10	14,90	14,67	20,00	16,50	15,55	2,02	11,31%
	480	16,10	16,50	17,90	17,90	15,70	15,90	16,10	15,30	16,42	0,91	5,54%
Fêmeas	0	11,67	14,70	14,83	12,90	14,25	11,83	12,67	13,50	13,29	1,15	8,06%
	7,5	11,30	15,90	12,83	12,30	10,90	13,70	11,75	13,10	12,72	1,48	11,58%
	15	8,50	12,30	11,70	11,10	12,50	10,90	11,30	11,70	11,25	1,16	10,31%
	30	13,10	12,90	12,10	13,88	14,10	14,30	12,50	11,90	13,03	0,85	6,55%
	60	13,10	12,33	15,70	11,10	12,10	13,70	12,90	12,10	12,87	1,09	10,03%
	120	11,10	15,10	9,25	12,90	15,90	4,10	13,30	13,70	13,16	2,00	15,20%
	240	10,70	11,50	11,30	10,50	12,00	10,00	8,90	11,90	10,85	0,90	9,05%
	480	8,75	10,50	13,50	9,10	13,30	11,10	11,30	12,70	11,28	1,68	14,89%

Tabela 6 - Médias das esperanças de vida e_0^x de machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), tratados com calor (45°C) antes da irradiação gama.

Dose em krad	e_0^x		
	Machos	Fêmeas	Média dos Sexos
0	11,29	8,85	10,07
2	10,78	10,56	10,67
4	11,23	11,84	11,54
8	11,15	11,45	11,30
16	12,25	12,57	12,41
32	11,83	11,24	11,54
64	11,08	10,23	10,66

Tabela 7 - Médias das esperanças de vida e_0^x de machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) tratados com calor (45°C) após a irradiação.

Dose em krad	e_0^x		
	Machos	Fêmeas	Média dos Sexos
0	12,44	9,81	11,13
2	13,17	11,80	12,49
4	12,91	13,30	13,11
8	12,71	13,42	13,07
16	13,84	14,21	13,85
32	14,69	15,69	15,16
64	12,46	12,64	12,55

Tabela 8 - Médias das esperanças de vida e_0^x de machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) tratados com frio (5°C) antes da radiação gama.

Dose em krad	e_0^x		
	Machos	Fêmeas	Média dos Sexos
0	18,22	13,59	16,06
2	18,50	14,68	16,59
4	18,55	16,16	17,36
8	18,29	16,47	17,38
16	18,55	18,57	18,56
32	19,66	19,94	19,60
64	15,83	16,79	16,31

Tabela 9 - Médias das esperanças de vida e_0^x de machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) tratados com frio (5°C) após a irradiação gama.

Dose em krad	e_0^x		
	Machos	Fêmeas	Média dos Sexos
0	11,53	9,27	10,40
2	12,15	9,48	10,82
4	12,53	10,36	11,44
8	12,53	12,01	12,27
16	13,25	12,35	12,78
32	14,05	12,47	13,26
64	11,69	12,19	11,94

Tabela 10 - Média geral das esperanças de vida de machos e fêmeas adultos tratados com calor (45°C) e frio (5°C) antes e após a irradiação gama (em dias).

Dose (krad)	e_0^x (geral)		
	Machos	Fêmeas	Média Entre Sexos
0	14,43	10,71	12,59
2	14,12	12,17	13,15
4	15,27	13,60	14,44
8	14,33	13,77	14,05
16	15,27	15,05	15,16
32	15,71	15,46	15,59
64	13,24	13,33	13,29

Tabela 11 - Média geral das esperanças de vida e_0^x dos tratamentos para machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) em ordem crescente de e_0^x e porcentagem em relação à testemunha.

Tratamento	Machos		Fêmeas	
	e_0^x	%	e_0^x	%
Testemunha	18,08	100	12,04	100
Calor antes da irradiação	11,37	63	10,96	91
Frio após a irradiação	12,53	69	11,16	93
Calor após a irradiação	13,17	73	12,97	108
Irradiação somente	17,21	95	15,57	129
Frio antes da irradiação	18,23	101	16,54	137

Tabela 12 - Médias das esperanças de vida e_0^x de machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) tratados com radiações gama.

Dose em Krad	e_0^x		
	Machos	Fêmeas	Média
0	18,08	12,04	15,06
2	16,00	14,33	15,17
4	18,15	16,34	17,25
8	16,97	15,50	16,24
16	17,75	17,53	17,64
32	18,33	18,44	18,39
64	15,17	14,78	14,98

Tabela 13 - Médias das esperanças de vida e_0^x por tempo (dose) dos tratamentos de calor (45°C) e frio (5°C) para machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.).

Tempos (min.)	e_0^x			
	Frio (5°C)		Calor (45°C)	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
0	15,25	13,29	16,13	10,50
15	15,05	11,25	14,59	10,74
30	15,12	13,03	15,22	10,26
60	14,24	12,87	14,65	9,30
75	15,44	12,72	13,14	9,19
120	12,97	13,16	13,50	8,97
240	15,55	10,85	14,78	11,71
480	16,42	11,28	15,00	11,52
Média	14,76	12,31	12,31	10,23

Tabela 14 - Significância a 5% da análise de variância dos tratamentos de calor (45°C) e frio (5°C) para machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.).

	Calor (45°C)	Frio (5°C)
Repetições	n.s.	n.s.
Sexo	*	*
Tempo	n.s.	*
Interação	*	n.s.

Tabela 15 - Significância a 5% da análise de variância para os tratamentos de calor antes e após a irradiação gama de machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.).

	Calor (45°C)		
	Antes da Irradiação	Após a Irradiação	Antes e Após a Irradiação
Repetições	*	n.s.	n.s.
Sexo	n.s.	*	*
Doses	*	*	*
Interação	*	*	*

Tabela 16 - Significância a 5% da análise de variância para os tratamentos de frio antes e após a irradiação gama, para machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.).

	Frio (5°C)		
	Antes da Irradiação	Após a Irradiação	Antes e Após a Irradiação
Repetições	n.s.	n.s.	n.s.
Sexo	*	*	*
Doses	*	*	*
Interação	*	*	*

Tabela 17 - Significância a 5% da análise de variância para o tratamento de irradiação, da média das doses, para machos e fêmeas de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.).

Média de Machos e Fêmeas	
Repetições	n.s.
Sexo	n.s.
Doses	n.s.
Interação	n.s.

Tabela 18 - Significância a 5% da análise de variância para todos os tratamentos e repetições de calor antes e após a irradiação, assim como do frio antes e após a irradiação, e sô irradiação, conforme os sexos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.).

	Machos	Fêmeas
Repetição	n.s.	n.s.
Temperatura	*	*
Doses	*	*
Interação	n.s.	*

Tabela 20 - Número total de adultos nascidos da primeira geração filial (F_1) de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) para os tratamentos de calor (45°C) e frio (5°C) durante determinados tempos.

Tempo em Minutos	Tratamentos			
	Calor (45°C)		Frio (5°C)	
	nº	%	nº	%
0	418	100	395	100
15	457	109	330	120
30	503	120	427	108
60	480	115	422	107
120	454	109	385	97
240	546	131	546	138
480	377	90	616	156

Tabela 21 - Dose esterilizante teórica, obtida com os valores constantes da Tabela 19, onde foram eliminados os valores das doses de 16, 32 e 64 krad.

Tratamento	Dose Esterilizante Teórica
Calor antes da irradiação	18
Calor após a irradiação	17
Frio antes da irradiação	27
Frio após a irradiação	17
Irradiação somente	17

Figura 1 - Esperanças de vida de adultos de *Zabrotes subfasciatus* submetidos a calor, 45°C, durante 15 minutos, antes da irradiação gama (em dias).

Figura 2 - Esperanças de vida de adultos de *Zabrotes subfasciatus* submetidos a calor, 45°C, durante 15 minutos, depois da irradiação gama (em dias).

Figura 3 - Esperanças de vida de adultos de *Zabrotes subfasciatus* submetidos a frio, 5°C, durante 15 minutos, antes da irradiação gama (em dias).

Tabela 4 - Esperanças de vida de adultos de *Zabrotes subfasciatus* submetidos a frio, 5°C, durante 15 minutos, depois da irradiação gama (em dias).

Figura 5 - Médias das esperanças de vida de adultos de *Zabrotes subfasciatus* submetidos a todos os tratamentos de calor e frio, antes e após a irradiação.

Figura 6 - Esperanças de vida de adultos de *Zabrotes subfasciatus* submetidos a tratamento só com calor (45°C), em dias.

Figura 7 - Esperanças de vida de adultos de *Zabrotes subfasciatus* submetidos a tratamentos só com frio (5°C), em dias.

Figura 8 - Esperanças de vida de adultos de *Zabrotes subfasciatus* submetidos a tratamento só com radiação gama (em dias).

Figura 9 - Porcentagem de adultos nascidos da primeira geração filial (F_1) de *Zabrotes subfasciatus* para tratamentos de calor (45°C) e frio (5°C), durante determinados tempos.

5. CONCLUSÕES

De um modo geral, como pode ser verificado na Revisão de Literatura, a conclusão relativa a efeitos de temperatura é bastante variável, dependendo mormente dos resultados das pesquisas dos diferentes autores.

Neste caso, não devemos esquecer que cada pesquisador realizou suas investigações sob as mais diversas condições climáticas.

É por esta e outras razões que se torna bastante difícil chegar a conclusões definitivas. É igualmente por razões semelhantes que se torna bastante árdua a tarefa de chegar a definir qual é a interdependência, de uma maneira taxativa, entre a temperatura e a dose ideal para esterilizar os insetos da espécie em estudo: *Zabrotes subfasciatus* (Boh.).

Pode-se observar que, de acordo com os resultados dos trabalhos de WALDER e WIENDL (1974), com *C. maculatus*, ARTHUR *et alii* (1977),

com *A. obtectus* e de WIENDL e ROSSETTO (1969), com *Z. subfasciatus*, os presentes resultados referentes à indução de esterilidade praticamente conferem com os resultados obtidos neste trabalho. Observa-se que realmente a dose de 8 krad não é suficiente para esterilizar os adultos da espécie em estudo, indiferente a qualquer tratamento térmico antes ou após a irradiação.

Por outro lado, parece-nos de suma importância a coerência entre os resultados de um maior aumento da longevidade com uma possível maior dose de radiações necessária para induzir esterilidade, no tratamento do frio a 5°C, durante 15 minutos, antes da irradiação. Serve o frio, no caso, como uma espécie de radio-protetor, como alguns gases (SANTOS *et alii*, 1975; MARTINS, comunicação pessoal).

De maneira bastante similar, o tratamento do calor a 45°C, durante 15 minutos, parece induzir a uma maior susceptibilidade às radiações.

De qualquer maneira, não pode deixar de ser comentada ainda a influência da variação da temperatura, portanto, o gradiente, e não o fator térmico em si, como sendo provavelmente o maior responsável pelos efeitos observados. Infelizmente, não se pode comentar nada deste assunto em relação a outros trabalhos semelhantes, devido à lacuna vazia neste campo de pesquisa.

6. LITERATURA CITADA

ALLEE, W.C.; A.C. EMERSON; P. PARK; T. PARK e K.P. SCHMIDT, 1929. *Principles of Ecology*. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 837 p.

ANDREEY, S.V.; B.K. MARTENS e V.A. MALCHANOVA, 1968. Development of research in sterilization techniques for agricultural insect pests in the USSR. *In: IAEA Sterile-male technique for eradication or control of harmful insects*. Vienna, Proceedings Panel: p. 57.

ANDREWARTHA, H.S. e L.C. BIRCH, 1954. *The distribution and abundance of animals*. Chicago, University of Chicago Press. 782 p.

ARTHUR, V.; F.M. WIENOL; J.M. PACHECO; J.M.M. WALDER e R.B. SGRILLO, 1973. Mortalidade e reprodução de *Sitophilus zeamais* (Mots) em macarrão irradiado. "Uso y calibración de fuentes intensas de radiación", Santiago, 12 p.

- ARTHUR, V. e F.M. WIENDL, 1977. Determinação da dose letal imediata de radiação gama (^{60}Co) em imagos de *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Ciência e Cultura*, São Paulo, 29(7): 698. (Resumo).
- ARTHUR, V.; F.M. WIENDL; R.B. SGRILLO e R.E. DOMARCO, 1977a. Determinação da dose esterilizante de radiação (^{60}Co) para imagos de *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Ciência e Cultura*, São Paulo, 29(7): 698. (Resumo).
- ARTHUR, V.; F.M. WIENOL; J.M.M. WALDER; R.B. SGRILLO e R.E. DOMARCO, 1977b. Determinação da dose esterilizante de radiação gama para larvas e pupas de *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Ciência e Cultura*, São Paulo, 29(7): 698. (Resumo).
- 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).
- BIEMONT, J.C., 1974. Influence de modifications de courtedurée de la temperature d'elevage sur la capacité reproductrice de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col. Bruchidae). In: IAEA. *Sterility principle for insect control*. Vienna. 10 p.
- BIRCH, L.C., 1944. The effect of temperature and dryness on the survival of eggs of *Calandra oryzae* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (Fabr.). *Australian Journal of Experimental Biology & Med. SC.*, 22: 265-269.
- BODENHEIMER, F.S., 1926. *Problems of animal ecology*. Oxford University Press, 198 p.

- BROWER, J.H., 1973. Inability of population of *Callosobruchus maculatus* (F.) to develop tolerance to exposures of acute gamma irradiation. *Agric. Res. Serv.* USDA, Savannah, GA 31403, p. 287-291.
- BROWER, J.H., 1973. Low dosage gamma radiation effects on the reproductive capacity of *Callosobruchus maculatus* (F.). *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, Maryland, 66: 517-619.
- CARVALHO, R.P.L. e J.C. ROSSETTO, 1974. Biologia de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Col. Bruchidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, 13: 105-117.
- CAVALLORO, R. e G. BONFANTI, 1966/67. Possibilita dell'emprego di radiazioni ionizzanti contro *Acanthoscelides obtectus* (Say) a difesa dei legumi conservati. *Boll. Zool. Agr. Bachic.*, Série II, 8: 115-134.
- COGBURN, R.R., 1967. Infrared radiation effect on reproduction by three species of stored-product insects. *J. Econ. Ent.*, 60(2): 584-550.
- COGBURN, R.R.; J.H. BROWER e E.W. TILTON, 1971. Combination of gamma and infrared radiation for control of the grain moth in wheat. *J. Econ. Ent.*, 4(4): 923-925.
- COLABONE, P.A.M.; S.M.S. AGUIAR e F.M. WIENDL, 1979. Influência do gás carbônico, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio a duas temperaturas diferentes na longevidade e reprodução de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Col. Bruchidae). *Ciência e Cultura*, São Paulo, 33(3): 416-418.

- CORNWELL, P.B., 1959. The desinfestation of feed particularly grain. *Int. J. App. Rad. Isot.*, 6: 188-193.
- COTTON, R.T., 1963. *Pests of stored grain and grainproducts*. Burgess Publishing Company, USA. 318 p.
- DAJÓŠ, R., 1973. *Ecologia geral*. Petrópolis, Editora Vozes; São Paulo, USP. 474 p.
- DAVIDSON, J. e H.G. ANDREWARTHA, 1948. Annual trends in a natural population of *Trips imaginis*. *J. Anim. Ecol.*, 17: 193-199.
- EL-SAWAF, S.K., 1956. Some factors affecting longevity oviposition and rate of development in the Southern Cowpea Weevil *Callosobruchus maculatus* (F.) (Col. Bruchidae). *Bull. Soc. Ent. Egypt*, 15: 29-95.
- FAO, 1975. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma. 223 p.
- FONSECA, J.C., 1955. Contribuição para o estudo do *Coccus hesperidum* (L.) (Homoptera, Coccidae). *Brotéria*, Série de Ciên. Nat., 23(1): 95-110.
- FERREIRA, A.M., 1960. Subsídios para o estudo de uma praga de feijão (*Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Col. Bruchidae) dos climas tropicais. *Garcia de Orta*, Lisboa, 8: 559-581.
- GUERRA, A.A., 1972. Induction of sexual sterility in bollworms and tobacco budworms by heat treatment of pupae. *J. Econ. Ent.*, 65: 368-370.

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

HOSSAIN, M.M.; J.H. BROWER e E.W. TILTON, 1972. Sensitivity to an acute gamma radiation expone of inccesively irradiated generations of cowpea weevil. *J. Econ. Ent.*, 65(5): 1566-1568.

IDE, F.P., 1935. The effect of temperature on the distribution of the may fly gamma of a stream. *Univ. Toronto Stud. Biol.*, 39: 1-76.

KIRKPATRICK, R.L., 1975. Infrared radiations for control of lesser grain borer and rice weevils in bulk wheat (Coleoptera: Bostrychidae e Curculionidae). *J. Kansas Ent. Soc.*, 48(1): 100-104.

KIRKPATRICK, R.L. e E.W. TILTON, 1972a. Elevated temperatures to control insect infestation in wheat. *J. Georgia Ent. Sci.*, 8(4): 264-268.

KIRKPATRICK, R.L. e E.W. TILTON, 1972b. Infrared to control adult stored product coleoptera. *J. Georgia Ent. Sco.*, 7(1): 73-75.

KIRKPATRICK, R.L.; J.H. BROWER e E.W. TILTON, 1972. A comparation of micro wave and infrared radiation to control rice weevils (Coleoptera: Curculionidae) in wheat. *J. Kansas Ent. Soc.*, 45(4): 434-438.

KIRKPATRICK, R.L.; J.H. BROWER e E.W. TILTON, 1973. Gamma infrared and micro wave radiation combinations for control of *Rhyzopertha dominica* in wheat. *J. Stored Prod. Res.*, 9: 19-23.

KOGURE, M., 1933. The influence of light and temperature on certain

- characteres of silkworm. *J. Rept. Agr. Kynshn. Imp. Univ.* 4: 1-93.
- LECATO, L.G. e R.L. PIENKOWSKI, 1972. High or low temperature treatments affecting alfafa weevil fecundity, egg fertility, and longevity. *J. Econ. Ent.*, 65: 146-148.
- MELLANBY, K., 1940. The activity of certain arctic insects at low temperature. *J. Anim. Ecol.*, 9: 296-301.
- MENUSAN, H., 1934. Effects of temperature and humidity on the life process of the bean weevil, *Bruchus obtectus* (Say). *Ann. Ent. Soc. Amer.*, Maryland, 27(4): 515-526.
- NEHARIN, A.; M. CALDERON e D. YACOBY, 1965. Susceptibility of *Callosobruchus maculatus* to high dose rate gamma irradiation IA-1010. *Soreg. Research Establishment Rehovoth.* 11 p.
- NEL, R.G., 1936. The utilization of low temperatures in the sterilization of deciduous fruit infested with *Ceratitis capitata* (Wied.). *Scient. Bull. Dept. Agr. South Africa*, 155: 186.
- PAYNE, N.M., 1926. Freezing and survival at low temperatures. *Quart. Rev. Biol.*, 1: 270-232.
- PENDLEBURY, J.B., 1966. The influence of temperature upon the radiation susceptibility of *Sitophilus granarius* (L.). In: *The Entomology of Radiation Resenfestation of Grain.* First Edition, p. 27-40.
- PENDLEBURY, J.B.; E.J. BANHAM; B.G. COOPER e C.M. BLAND, 1962. The influence

- of temperature upon the radiation susceptibility of *Sitophilus granarius* (L.). AERE-R3641, United Kingdom Atomic Energy Authority Research Group Isotope Research Div., Wantage Berks, England. 35 p.
- PERTTUNEN, V. e T. HAYRINEW, 1969. The effect of temperature and light intensity and take off rate in *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col. Bruchidae). *Ann. Ent. Fenn.*, 35(4): 190-204.
- PROVERBS, M.D. e J.R. NEWTON, 1962. Effect of heat on the fertility of the coddling moth, *Carpocapsa pomonella* (L.) (Lepidoptera: Olithreutidae). *Can. Entomol.*, 94: 255-233.
- PUZZI, D., 1973. *Conservação de grãos armazenados. Armazéns e silos*. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo. 217 p.
- QURAISHI, M.S. e M. METIN, 1963. Radiosensitivity of various stages of *Callosobruchus chinensis* (L.). In: IAEA. *Radiation and radioisotopes applied to insects of agricultural importance*. (Proc. Symp. Athens.). Vienna, p. 479-484.
- ROBINSON, W., 1928. Water conservation in insects. *J. Econ. Entomol.*, 21: 897-902.
- RUANGOPAS, S., 1966. Studies on the use of gamma radiation in control of pea weevil *Callosobruchus chinensis* (L.). Insect Eradication by irradiation, Bangkok, Tailand, p. 18-30.
- RUNNER, G.A., 1916. Effect of roentgen rays on the tobacco cigarette butle and results of experiments with new roetgen tube. *J. Agr. Res.*, 6: 383-388.

- SALT, R. W., 1936. Studies on the freezing process in insects. *Tech. Bull. Minnesota Agr. Exper. Sta.*, 116: 177-196.
- SANO, I., 1967. Density effect and environmental temperature as the factors producing the active form of *Callosobruchus maculatus* (F.) (Col. Bruchidae). *J. Stored Prod. Res.*, 2: 187-195.
- SANTOS, J.H.R. dos, 1971. Aspectos da biologia do *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1792) (Col. Bruchidae) sobre sementes de *Vigna sinensis*. Piracicaba, ESALQ/USP, 87 p. (Dissertação de Mestrado).
- SANTOS, J.H.R. dos; F.M. WIENDL e V. ARTHUR, 1975. Uso do hidrogênio durante a irradiação para aumentar a esperança de vida de adultos de *Musca domestica* (L.). *Ciênc. Agron.*, Fortaleza, 5(1-2): 73-77.
- SANTOS, J.H.R. dos, 1976. Aspectos da resistência de cultivares de *Vigna sinensis* (L.) Savi ao ataque do *Callosobruchus maculatus* (F., 1792) (Col. Bruchidae), mantidos no Estado do Ceará, Brasil. Piracicaba, ESALQ/USP, 194 p. (Tese de Doutorado).
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; D. BARBIN e N.A. VILLA NOVA, 1976. *Manual de ecologia dos insetos*. Editora Agronômica Ceres, São Paulo. 419 p.
- SINGH, H. e J.N. LILES, 1972. Effects of gamma rays on the acute lethality and reproductive potential of lesser grain borer adults. *J. Econ. Ent.*, 65(3): 656-659.
- SOLLUNN, E. e J. STROMNAES, 1964. The effect of temperature during irradiation on induced frequency in *Drosophila melanogaster* (Meigen).

Hereditas, 51: 1-12.

SZENTEZI, A., 1972. Populációcsőck kenti kisérletek sugárstíril babzsiszsekrmágok *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col. Bruchidae) alkalmazásóvol. In: A novényvedelen Koriz írusitése, 5-15 (Summary in English).

SUGAI, E., 1963. Effect of temperature on radiation induced male sterility in silkworm *Bombyx mori* (L.). *Jap. J. Appl. Ent. Zool.*, 9(4): 226-270.

TABOADA, O., 1953. Some effects of radiant energy on the beetles, *Tribolium confusum* Duv., *Sitophilus granarius* (L.) and *Acanthoscelides obtectus* (Say). Michigan, School Grad. Study of Michigan (Thesis of M.Sc.). (Resumo).

TILTON, E.W. e H.W. SCHROEDER, 1963. Some effects of infrared on the mortality of immature insects in kernels of rough rice. *J. Econ. Ent.*, 56(6): 727-730.

UTIDA, E., 1971. Influence of temperature on the number of eggs, mortality and development of several species of bruchid infecting stored beans. *J. Appl. Ent. Zool.*, 15: 23-30.

WALDER, J.M.M., 1974. Alguns efeitos da radiação gama em *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1792) (Col. Bruchidae). Piracicaba, ESALQ/USP, 69 p. (Dissertação de Mestrado).

- WALDER, J.M.M. e F.M. WIENDL, 1973. Influência da radiação gama na oviposição e longevidade de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1792) (Col. Bruchidae). *Anais da SBE*, Itabuna, 2(1): 102-108.
- WALDER, J.M.M. e F.M. WIENDL, 1974. Efeitos de altas doses de radiação gama na longevidade de adultos de *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1792) (Col. Bruchidae). CENA/USP, Piracicaba, BC-001. 12 p.
- WIENDL, F.M., 1968. Efeitos da radiação gama sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). *Revista da Agricultura*, Piracicaba, 42(2): 68. (Resumo).
- WIENDL, F.M., 1969. Alguns usos e efeitos das radiações gama em *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833). Piracicaba, ESALQ/USP, 205 p. (Tese de Doutorado).
- WIENDL, F.M., 1970. Influência da temperatura em *Laemophloeus* sp quando irradiados com diferentes doses de radiação gama. In: *Anais do 1º Simpósio Brasileiro de Radioisótopos*, Rio de Janeiro. 33 p.
- WIENDL, F.M., 1971. Some gamma irradiation effects on survival and longevity of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). In: IAEA. *Sterility principle for insect control or eradication*. p. 525-530.
- WIENDL, F.M. e C.J. ROSSETTO, 1969. Efeitos da radiação gama em *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). *Anais da 2a. Reunião da S.B.E.*, Recife, p. 80. (Resumo).
- WIENDL, F.M. e D. LINK, 1974. Influência da umidade, temperatura e radiação gama sobre a biologia de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) em feijão.

CENA/USP, Piracicaba, BC-001. 23 p.

WIENDL, F.M.; O. LINK e A.S. PEDROSO, 1971. Efeitos da temperatura, umidade e radiação gama no armazenamento de feijão infestado pelo caruncho *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). In: 1º Simpósio Brasileiro do Feijão, Campinas. p. 19. (Resumo).

WIENDL, F.M.; J.M.M. WALDER; R.B. SGRILLO e V.L. TORNISIELO, 1977. Efeitos do raio laser sobre a longevidade de adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). 4º Congresso Brasileiro de Entomologia, Goiânia, p. 104. (Resumo).

WIENDL, F.M.; V. ARTHUR; J.M. PACHECO; R.B. SGRILLO; J.M.M. WALDER e V.L. TORNISIELO, 1973. Mortalidade e reprodução de *Sitophilus zeamais* (Mots) em milho pré-irradiado. In: *Uso y calibración de fuentes intensas de radiación*, Santiago. 12 p.

WIENDL, F.M.; V. ARTHUR; R.B. SGRILLO; R.E. DOMARCO; V.L. TORNISIELO; J.M. PACHECO e J.M.M. WALDER, 1974. Mortalidade e reprodução de *Sitophilus zeamais* (Mots) em arroz irradiado. CENA/USP, Piracicaba, BC-015. 19 p.

WIENDL, F.M.; V.L. TORNISIELO; V. ARTHUR e R.E. DOMARCO, 1976. Determinação da dose de radiação gama (^{60}Co) para esterilização de *Callosobruchus phaseoli* (F.). *Ciência e Cultura*, Brasília, 28(7): 782. (Resumo).

WILKES, A., 1942. The influence of relation on the preferendum of a chalcid *Microplectron* and its significance in the biological control. *Proc. R. Ent. Soc.*, London B, 130: 409-415.