

INTERAÇÃO RADIAÇÃO GAMA-TEMPERATURA NA DETERMINAÇÃO DA DOSE ESTERILIZANTE PARA ALGUMAS PRAGAS DE PRODUTOS ARMAZENADOS

ALESSANDRA PERAZZO BARBOSA

Orientador : FREDERICO M. WIENDL

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Entomologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Agosto, 1976

A meus pais e avós

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Ao estimado amigo e orientador *Frederico Maximiliano Wiendl*, pela amizade e valiosa orientação, sem a qual este trabalho não teria sido realizado.
- Ao Dr. Domingos Gallo, Chefe do Departamento de Entomologia da ESALQ, pela atenção dispensada durante esta permanência no citado Departamento.
- Aos queridos primos Armando de Castro Mendes e Maria Eleonora Perazzo Barbosa Mendes, pela acolhida carinhosa que me dispensaram no seu lar, enquanto aqui residiam.
- Aos funcionários do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, especialmente àqueles do Setor de Radioentomologia pelo apoio, ajuda e sentimento de humanidade para com minha pessoa.
- Ao Sr. Cleusval Bissi, pelo trabalho de datilografia e aos Srs. Benedito Herculano Davanzo, Luiz César Zambello e Celso de Aguiar, pelo trabalho de impressão.
- Aos Eng. Agr. M.S. Júlio Marcos Melges Walder, Ricardo Borer Sgrillo, José Vargas de Oliveira e ao Dr. Henry Long, pelas colaborações.
- Aos caros funcionários da Biblioteca da ESALQ, pela boa vontade e bom atendimento comigo, assim como àqueles dos Departamentos de Entomologia e Zoologia.
- Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura, pela oportunidade não só de realizar este trabalho, mas também de conviver com todas as pessoas que lá trabalham.
- A todas aquelas pessoas que com boa vontade e por amor ao trabalho participaram direta ou indiretamente na realização desta pesquisa.

I N D I C E

	<u>Página</u>
1. RESUMO	01
2. INTRODUÇÃO	02
3. REVISÃO DE LITERATURA.	06
4. MATERIAIS E MÉTODOS.	19
5. RESULTADOS.	21
5.1. <i>Sitophilus zeamais</i> Mots., em milho.	21
5.2. <i>Sitophilus oryzae</i> (L.), em arroz	32
5.3. <i>Araecerus fasciculatus</i> (DeGeer), em café.	42
5.4. <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh.), em feijão	52
6. DISCUSSÃO.	61
6.1. <i>Sitophilus zeamais</i> Mots., em milho	61
6.2. <i>Sitophilus oryzae</i> (L.), em arroz.	62
6.3. <i>Araecerus fasciculatus</i> (DeGeer), em café.	63
6.4. <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh.), em feijão	64
7. CONCLUSÕES	65
7.1. <i>Sitophilus zeamais</i> Mots., em milho	65
7.1.1. Em relação à variação de peso.	65
7.1.2. Em relação à presença ou ausência de insetos vivos	66
7.2. <i>Sitophilus oryzae</i> (L.), em arroz	67
7.2.1. Em relação à variação de peso.	67
7.2.2. Em relação à presença ou ausência de adultos vivos	67
7.3. <i>Araecerus fasciculatus</i> (DeGeer), em café.	68
7.3.1. Em relação à variação de peso	68
7.3.2. Em relação à presença ou ausência de insetos vivos	68

	<u>Página</u>
7.4. <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh.), em feijão	69
7.4.1. Em relação à variação de peso	69
7.4.2. Em relação à presença de insetos vivos	69
8. SUMMARY	71
9. BIBLIOGRAFIA CITADA.	72

LISTA DE TABELAS

<u>Tabela</u>	<u>Página</u>
01 - Variação porcentual média de peso de milho infestado com <i>Sitophilus zeamais</i> Mots. irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 22 semanas em ambiente de 24°C após irradiação.	23
02 - Variação porcentual média de peso de milho irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 22 semanas em ambiente de 27°C após irradiação.	24
03 - Variação porcentual média de peso de milho infestado com <i>Sitophilus zeamais</i> Mots. irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 22 semanas em ambiente de 30°C após irradiação	25
04 - Variação porcentual média de peso de milho infestado com <i>Sitophilus zeamais</i> Mots. irradiado com diversas doses de radiação gama durante 23 semanas em ambiente de 33°C após irradiação	26
05 - Variação porcentual média de peso de milho infestado com <i>Sitophilus zeamais</i> Mots. irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 22 semanas em ambiente de 36°C após irradiação	27
06 - Peso médio em percentagem de milho infestado com <i>Sitophilus zeamais</i> Mots. irradiado com diversas doses de radiação gama após 22 semanas de irradiação, em relação às temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C em que foram mantidas as repetições	28
07 - Presença ou ausência de insetos adultos vivos, em milho de <i>Sitophilus zeamais</i> Mots. na 22. ^a semana após irradiação com diversas doses de radiação gama.	29
08 - Variação porcentual média de peso de arroz infestado com <i>Sitophilus oryzae</i> (L.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 19 semanas após irradiação em ambiente de 24°C	33
09 - Variação porcentual média de peso de arroz infestado com <i>Sitophilus oryzae</i> (L.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 19 semanas após irradiação em ambiente de 27°C.	34

<u>Tabela</u>	<u>Página</u>
10 - Variação percentual média de peso de arroz infestado com <i>Sitophilus oryzae</i> (L.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 19 semanas após irradiação em ambiente de 30°C.	35
11 - Variação percentual média de peso de arroz infestado com <i>Sitophilus oryzae</i> (L.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 19 semanas após irradiação em ambiente de 33°C.	36
12 - Variação percentual média de peso de arroz infestado com <i>Sitophilus oryzae</i> (L.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 19 semanas após irradiação em ambiente de 36°C.	37
13 - Peso médio em percentagem de arroz infestado com <i>Sitophilus oryzae</i> (L.) irradiado com diversas doses de radiação gama, na 19. ^a semana após irradiação, em relação às temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C em que foram mantidas as repetições.	38
14 - Presença ou ausência de insetos adultos vivos de <i>Sitophilus oryzae</i> (L.) em arroz, na 19. ^a semana após irradiação com diversas doses de radiação gama.	39
15 - Variação percentual média semanal de peso de café infestado com <i>Araecerus fasciculatus</i> (DeGeer), irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 22 semanas após irradiação em ambiente de 24°C.	43
16 - Variação percentual média de perda de peso de café infestado com <i>Araecerus fasciculatus</i> (DeGeer), irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 22 semanas após irradiação em ambiente de 27°C.	44
17 - Variação percentual de peso por semana de café infestado com <i>Araecerus fasciculatus</i> (DeGeer) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 22 semanas após irradiação em ambiente de 30°C.	45
18 - Variação percentual média semanal de peso de café infestado por <i>Araecerus fasciculatus</i> (DeGeer) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 22 semanas após irradiação em ambiente de 33°C.	46

<u>Tabela</u>	<u>Página</u>
19 - Variação percentual média semanal de peso de café infestado por <i>Araecerus fasciculatus</i> (DeGeer) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 22 semanas após irradiação em ambiente de 36°C.	47
20 - Peso médio em percentagem de café infestado com <i>Araecerus fasciculatus</i> (DeGeer) irradiado com diversas doses de radiação gama, na 22. ^a semana após irradiação, em relação às temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C em que foram mantidas as repetições	48
21 - Presença ou ausência de insetos adultos vivos de <i>Araecerus fasciculatus</i> (DeGeer), em café, na 22. ^a semana após irradiação com diversas doses de radiação gama	49
22 - Variação percentual média de peso de feijão infestado com <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 17 semanas após irradiação à temperatura ambiental.	53
23 - Variação percentual média de peso de feijão infestado com <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 17 semanas após irradiação em ambiente de 24°C.	54
24 - Variação percentual média de peso de feijão infestado com <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 17 semanas após irradiação em ambiente de 27°C.	55
25 - Variação percentual média de peso de feijão infestado com <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 17 semanas após irradiação em ambiente de 30°C.	56
26 - Peso médio em percentagem de feijão infestado com <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh.) irradiado com diversas doses de radiação gama, após a 19. ^a semana de infestação, em relação às temperaturas de 24, 27, 30°C e temperatura ambiental.	57
27 - Presença ou ausência de insetos adultos vivos, de <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh.) em feijão, na 17. ^a semana após irradiação.	58

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
01 - Variação percentual média de peso de milho infestado com <i>Sitophilus zeamais</i> Mots., irradiado com diversas doses de radiação gama, nas temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C, em relação à última semana de pesagem.	30
02 - Dose esterilizante para o <i>Sitophilus zeamais</i> Mots. em milho, em relação às temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C.	31
03 - Variação percentual média de peso de arroz infestado com <i>Sitophilus oryzae</i> (L.) irradiado com diversas doses de radiação gama, nas temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C em relação à última semana de pesagem.	40
04 - Dose esterilizante para o <i>Sitophilus oryzae</i> (L.) em arroz, em relação às temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C	41
05 - Variação percentual média de peso de café infestado com <i>Araecerus fasciculatus</i> (DeGeer), irradiado com diversas doses de radiação gama, nas temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C, em relação à última semana de pesagem . .	50
06 - Dose esterilizante para <i>Araecerus fasciculatus</i> (DeGeer), em café, em relação às temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C	51
07 - Variação percentual média de peso de feijão infestado com <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh.), irradiado com diversas doses de radiação gama, nas temperaturas ambientais de 24, 27 e 30°C, em relação à última semana de pesagem	59
08 - Dose esterilizante para o <i>Zabrotes subfasciatus</i> (Boh.), em feijão, em relação às temperaturas ambiental, de 24, 27 e 30°C	60

1. RESUMO

Estudou-se a influência da temperatura na dose esterilizante de radiação gama para *Sitophilus zeamais* Mots. em milho, *Sitophilus oryzae* (L.) em arroz, *Araecerus fasciculatus* (DeGeer) em café e *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) em feijão.

Verificou-se que a temperatura exerceu marcada influência. Necessitou-se das doses mais elevadas para atingir esterilização na temperatura mais favorável ao desenvolvimento da espécie.

Assim, para *Sitophilus zeamais* Mots. em milho, encontrou-se 8 krad a 24°C. Para *Sitophilus oryzae* (L.) em arroz a dose foi de 9 krad a 24°C; para *Araecerus fasciculatus* (DeGeer) em café a dose foi 6 krad a 30°C e para *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) em feijão foi de 9 krad a 24 - 27°C. Em outras temperaturas mais baixas ou mais elevadas, a dose encontrada para atingir esterilização foi menor.

2. INTRODUÇÃO

Atualmente, as pragas continuam causando grandes prejuízos aos produtos armazenados, principalmente nas regiões onde a tecnologia é menos avançada e as condições climáticas favorecem sobremaneira o seu desenvolvimento.

O problema de conservação de alimentos continua se tornando cada vez mais sério: a população mundial cresce, e, como consequência, há uma procura maior de alimentos. Assim, os danos causados pelos insetos aos produtos armazenados, têm sido de grande interesse sendo que muitas tentativas têm sido feitas a fim de prolongar ao máximo possível sua duração.

De um modo geral, as perdas dos grãos armazenados no mundo, se elevam além dos 30% da produção. No Brasil, 16,5% do milho se perde e 36% do arroz, assim como 30% do feijão armazenado (*SANTOS, 1976*).

Não é bem conhecida a origem das pragas de produtos armazenados, mas não há dúvida que já os egípcios, há mais de 4.000 anos, lutavam contra elas. Muitas provêm do campo, algumas se criando em sementes que escapam dos pássaros e outros roedores, algumas se alimentam de certas partes secas e decadentes de plantas, enquanto que ainda outras se criam em raízes e tubérculos desidratados.

A necessidade do homem de armazenar produtos com a finalidade de servir de alimento, criou condições ótimas para os insetos trazidos acidentalmente do campo. A maioria das pragas primárias que atacam grãos armazenados e outras secundárias que vivem em farinhas são de origem tropical e subtropical. Desenvolvem-se bem em condições de temperatura e umidade relativamente elevadas, fatores que determinam sua grande atividade e abundância.

Segundo *NAKANO e SILVEIRA NETO (1975)*, as condições ambientais de armazenamento são altamente favoráveis ao desenvolvimento de insetos devido ao ambiente bastante estável e por constituir-se fonte natural de alimentos para estes insetos. Também *ROSSETO (1967)*, afirmou que o gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* Mots. encontra condições ótimas durante o ano inteiro no Brasil, e em 1968 ele estudou este problema também com relação ao caruncho do feijão, *Zabrotes subfasciatus* (Boh.).

Têm-se usado diversos métodos para controlar tais insetos considerando-se como problema os custos do inseticida, sua aplicação e os efeitos adversos sobre o produto e o consumidor.

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 de grãos e produtos armazenados tornou-se uma solução óbvia. Consiste em desinfestar grãos com uma determinada dose de radiação que inibe a reprodução dos insetos causando a morte 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.

Em 1916, foi *RUNNER* que pela primeira vez teve êxito na esterilização do caruncho do fumo, *Lasioderma serricorne* (F.), eliminando a praga com as radiações provenientes de uma máquina de raios X por ele inventada. Entretanto, apenas depois de 1950 é que se deu maior ênfase à aplicação de energia nuclear à entomologia. Uma das causas que levou

a tal resolução foi o fato de que algumas pragas estavam se tornando resistentes aos inseticidas. É preciso aumentar cada vez mais as doses para efetivar seu controle, apresentando ainda a desvantagem de causar intoxicações pelos resíduos tóxicos, em certos casos, têm a grande desvantagem de possuir longos efeitos residuais. Produtos irradiados ficam isentos de resíduos de qualquer natureza, podendo ser imediatamente consumidos. Segundo *HOSSAIN et alii* (1972), a irradiação também não causa problema de resistência nem de resíduos tóxicos, resultados confirmados por *ARTHUR et alii* (1973), *WIENDL et alii* (1974), *BROWER* (1974).

No Brasil, *GALLO* (1960) pode ser considerado o pioneiro em pesquisas de esterilização de insetos, embora tenha trabalhado com a mosca do Mediterrâneo e a broca da cana-de-açúcar. Ainda no Brasil, foi somente em 1969 que *WIENDL*, trabalhando com *Zabrotes subfasciatus* (Bohl), iniciou o problema de desinfestação por radiações. Em 1972, o mesmo autor conseguiu determinar para *Sitophilus zeamais* Mots. a dose esterilizante evidenciando uma certa dependência da temperatura ambiental. Outros insetos foram estudados por *PACHECO* (1973), como *Sitophilus oryzae* (L.), que demonstrou a dependência do substrato em relação à dose esterilizante. *WALDER* (1974), trabalhando com *Callosobruchus maculatus* (F.), também observou certa influência da temperatura sobre a dose esterilizante.

WIENDL et alii (1974), descreveram em um trabalho realizado com *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), *Callosobruchus maculatus* (F.), *Sitophilus zeamais* Mots. e *Sitophilus oryzae* (L.) interdependência entre substrato, temperatura e dose esterilizante.

Os insetos, como seres vivos, estão intimamente dependentes do meio que os circunda. Como animais poicilotérmicos, qualquer variação no seu meio ambiente, principalmente da 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 preferendum de temperatura, quase sempre ligado à origem geográfica da espécie.

No Brasil, como um país com variações climáticas bem grandes pois, possui regiões tropicais úmidas, regiões quentes e secas, assim como de clima temperado, há necessidade para se determinar com precisão de uma pesquisa minuciosa, aspectos de dose esterilizante em relação à temperatura ambiental. Pode-se considerar como fator de tensão sobre uma população, 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 menor a tensão da falta ou excesso de calor. Por este motivo, os insetos parecem se recuperar melhor da irradiação, sendo que praticamente, necessitam de uma dose esterilizante mais elevada no seu preferendum de temperatura.

Para tanto, se programou a presente pesquisa, irradiando com diversas doses de radiação gama, quatro importantes espécies de pragas de grãos armazenando-os em ambientes de temperaturas diferentes.

Objetiva-se poder concluir experimentalmente que a dose esterilizante mais elevada coincide com o preferendum de temperatura da espécie.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A bibliografia sobre pragas de produtos armazenados é extremamente vasta. Mesmo no campo da radioentomologia existem no período de 1950 - 1970, mais de 400 trabalhos (PACHECO, 1973). A fim de facilitar a exposição dos trabalhos separar-se-ã os referentes à importância, ocorrência, sinonímia, biologia, condições ambientais e radioentomologia.

Em relação à importância e ocorrência das pragas dos produtos armazenados há o trabalho de PORTCHINSKY (1913), que escreveu um livro no qual havia algumas notas introdutórias aos insetos que danificam grãos na Rússia, descrevendo *Sitophilus granarius*, *Sitophilus oryzae*, *Anobium paniceum*, *Tenebrio molitor*, *Tribolium confusum*, *Gnathocerus cornutus* e *Silvanus surinamensis*. Referiu-se aos seus estágios de desenvolvimento e fez um apanhado sobre seus hábitos e danos provocados.

WENHOLZ (1917) escreveu algo sobre a impossibilidade de armazenamento de milho em New South Wales devido a *Sitophilus oryzae* e à traça *Sitotroga cerealella*.

BRÈTHES (1918) descreveu os prejuízos causados por *Sitophilus oryzae*.

WULKER (1921) referiu-se ao *Sitophilus granarius* e ao *Sitophilus oryzae* como pragas graves de grãos na Alemanha desde a guerra, enquanto *COTTON (1960)* considerou esta última como a mais destrutiva de grãos armazenados nos Estados Unidos da América.

KUWAYAMA (1928) considerou mais de 30 espécies de pragas de arroz, incluindo as de grãos armazenados e *FRAPPA (1929)* verificou que o *Sitophilus oryzae* atacou diversos tipos de grãos armazenados sendo os maiores prejuízos no arroz.

Em relação à sinonímia e morfologia, existem alguns trabalhos mostrando que a espécie *Sitophilus zeamais* foi durante muito tempo confundida com a espécie *Sitophilus oryzae*. Isto nos leva a crer que num grande número de trabalhos referentes ao último, talvez na verdade se tratasse de *Sitophilus zeamais*. Esta é uma espécie que se dissemina com maior rapidez talvez devido a sua maior facilidade de vôo (*ROSSETO e LINK, 1968*).

KUSCHEL (1961), referiu-se a este problema. Achou que não houve caracteres morfológicos através dos quais eles poderiam ser diferenciados, em contradição com a sugestão de *FLOYD e NEWSON (1959)* que afirmaram que os 8 esternitos da fêmeas mostram diferenças características, mas comprovadamente inexistentes de acordo com *KUSCHEL (1961)*, que verificou que as duas espécies podem ser reconhecidas por pontuações no pronoto, por microestruturas e principalmente por diferenças na genitália dos machos. Referiu-se ao fato que as sinonímias de *Sitophilus oryzae* incluem *Sitophilus oryzae* var. minor, válida pelas regras da nomenclatura, e *Sitophilus sassakii* desnecessária e usada por *FLOYD e NEWSON (1959)*. *KUSCHEL (1961)* não observou a espécie original de Motschulsky, 1855, *Sitophilus zeamais*, mas foi capaz de reconhecer as espécies pelos caracteres dados na sua descrição. Sua sinonímia incluiu *Sitophilus oryzae* var. platensis tão destrutiva como a *Sitophilus oryzae* mas menos comum.

ZACHER (1922), citado por *SCHMIDT (1923)* referiu-se a uma 3.^a forma além de *Sitophilus granarius* e *Sitophilus oryzae* encontrada principalmente no milho do Rio da Prata, idêntica ao *Sitophilus zeamais* que

foi chamada *Calandra oryzae* var. *platensis*.

ZUMPT (1935) não encontrou diferenças nas genitálias de *Sitophilus oryzae* e *Sitophilus zeamais*.

MACELJSK e KORUNIC (1971) discutiram os caracteres que separam as duas espécies.

BISHARA (1969), observou em laboratório no Egito a abundância de pêlos no 3º tarsômero do *Sitophilus zeamais*. Experimentalmente este foi também mais veloz na subida em uma parede vertical, isto porque os pêlos sustentam-nos com maior firmeza.

O mesmo autor em 1969 descreveu trabalhos também no Egito sobre as possíveis diferenças no comportamento do *Sitophilus zeamais* e *Sitophilus oryzae* que levam à possível diferenciação taxonômica. Sugeriu que fatores mecânicos, táteis e químicos estavam implicados nos mecanismos através dos quais os gorgulhos selecionam seu substrato para ovipositar. O sensilo basicônico nos ápices dos palpos maxilares e os pêlos sensoriais no stylus do ovipositor seriam quimio-receptores.

OSHAWA et alii (1970) testaram a atração que os grãos de arroz exerceram sobre o *Sitophilus zeamais* verificando ausência de resposta em insetos com antenas removidas.

Sobre biologia e também condições ambientais há os trabalhos de BRÉTHES (1918) que observou que na América do Sul o *Sitophilus oryzae* dá 4 gerações por ano e 5 se o inverno oferece condições.

COTTON (1920) encontrou que o ciclo de vida de ovo a adulto do *Sitophilus oryzae* foi em média 28 dias, no sudeste dos Estados Unidos da América. Em climas quentes, 8 a 10 ovos eram colocados por dia. A taxa de oviposição decresceu com a idade dos adultos. O número máximo de ovos por fêmea foi 576 em 149 dias. As larvas eclodiram 3 a 5 dias após a postura mas todos os estágios foram mais prolongados em clima frio. Houve 4 instáveis larvais, cada um durando mais ou menos 4 dias. O estágio de pupa terminou no 5º dia, mas no inverno os adultos permaneceram

1 mês dentro do grão sem emergir. A longevidade dos adultos foi de 3 a 6 meses.

WILLE (1923) observou que no clima subtropical do sudeste do Brasil, o *Sitophilus oryzae* deu 5 gerações por ano. No verão, o ciclo de vida durou 1 1/2 mês e 5 meses no tempo frio de outono e inverno. No verão, o estágio larval durou 6 - 9 dias, 7 - 11 o pupal, a oviposição durou 1 mês, ou 2 no outono. Geralmente ocorreu uma larva por grão de milho mas as vezes ocorrem duas ou três. N° de ovos por fêmea foi 200. Após a emergência os adultos permaneceram 3 dias sem sair do grão. Depois de 7 dias, os adultos se tornaram escuros e começaram a se reproduzir.

HŌZAWA (1930) descreveu todos os estágios de desenvolvimento do *Sitophilus oryzae* no Japão. Referiu-se ao fato que a eclosão dá-se com 4 - 76 dias de acordo com a época do ano. Encontrou 4 instares larvais em vez de 3; o período requerido para cada um variando de acordo com a estação. O estágio larval durou 2 a 3 semanas e o pré-pupal 1 - 2 dias. O pupal levou 4 - 9 dias e os adultos ficaram 3 - 6 dias dentro da semente sem emergir. A longevidade foi variável para os adultos.

SAYED (1935) estudou a biologia do *Araecerus fasciculatus* em milho e cacau a 27°C com 50 - 100% de umidade relativa. Verificou que o ciclo vital não se completa com umidades relativas abaixo de 60% em milho e noz moscada ou abaixo de 80% em cacau.

BONDAR (1936) verificou que a temperatura ótima para *Zabrotes subfasciatus* foi ao redor de 28°C, quando uma fêmea durante sua vida pôde depositar algumas dezenas de ovos. 15°C foi o limite em que a desova não ocorreu. Encontrou que a faixa de temperatura ótima foi 24 - 33°C, sendo o ciclo de 20 - 25 dias.

TSAI e CHANG (1935) verificaram que a faixa de temperatura ótima para oviposição de *Sitophilus oryzae* é 10 - 35°C e 60 a 100% de umidade relativa. A temperatura ótima vital foi 24 - 29°C e 90 a 100% de umidade relativa. A longevidade máxima ocorreu abaixo de 16°C e 85 a 100% de umidade relativa.

TREIMAN (1937) observou o ciclo vital do *Sitophilus oryzae* em laboratório criado em arroz, em várias temperaturas. A 16 - 18°C e 50 - 55% de umidade relativa o ciclo durou 3 meses, a 22-23°C e 70 - 75% de umidade relativa foi 2 1/2 meses e a 27 - 28°C e 90 - 95% de umidade relativa foi 1 mês aproximadamente, dos quais 6 - 7, 18 - 20 e 5 - 7 dias foram ocupados por ovo, estágio larval, e estágio pupal, respectivamente, os adultos passaram 2 - 3 dias dentro dos grãos antes de emergir.

PRUTHI (1937, 1938) encontrou que umidades relativas de 36 e 56% pareceram ser desfavoráveis ao *Sitophilus oryzae* a 20°C. A 87% o período de desenvolvimento foi 6 - 7 semanas, sendo o período larval 4 a 5 dias e 11 a 16, respectivamente. A 90 - 92% de umidade relativa o desenvolvimento foi muito lento a 16°C e não foram colocados ovos a 13°C.

FERREIRA (1960) descobriu que o *Zabrotes subfasciatus* não voa, mas a 30°C ou à luz do sol (24°C de temperatura do ar) fez pequenos vôos. Citou ZACHER (1930) que fez ensaios com esta praga a 28°C, encontrando que o estágio larval durou 17 dias.

BIRCH (1945) comparou *Sitophilus oryzae* com *Rhyzopertha dominica*, concluindo que o segundo é um inseto que prefere temperaturas altas. Testou grãos com 14% de umidade descobrindo nestas condições que o desenvolvimento completo dos dois insetos ocorre entre 15,2°C a 34°C e 18,2°C a 39°C, respectivamente. Observou que em temperaturas mais altas ou baixas que estas, a mortalidade ocorreu mais no 1º estágio larval. *Sitophilus oryzae* desenvolveu-se de ovo a adulto mais rapidamente a 29°C sendo a temperatura correspondente para *Rhyzopertha dominica*, 34°C. Descobriu que a temperatura mais alta na qual *Sitophilus oryzae* se desenvolve sem elevação da mortalidade é a de 32,3°C.

O mesmo autor em 1946, estudou os movimentos de *Sitophilus oryzae* a 28°C. Observou que só houve movimento marcante na temperatura acima de 32°C, a máxima na qual *Sitophilus oryzae* pode completar seu desenvolvimento. O movimento foi mais vagaroso, quando a multiplicação dos insetos era mais lenta.

RICHARDS (1947) forneceu dados tanto para o período de oviposição, número de ovos postos e longevidade do *Sitophilus oryzae* e *Sitophilus granarius*. Considerou o efeito do ambiente na oviposição. A 27°C a oviposição aumentou lentamente quando a umidade relativa subiu de 70 a 100% e caiu rapidamente se reduzida abaixo de 70%, ocorrendo o mesmo a 17°C e 25°C. A taxa de oviposição a 17,21 e 25°C foi na proporção de 43, 100 e 268, respectivamente. À 9,5°C cessou a oviposição.

UTIDA (1971) observou em *Zabrotes subfasciatus* que houve grande diferença entre a duração do período larval e pupal entre larvas eclodidas de ovos depositados isolados ou em grupos mas a mortalidade foi mais baixa em larvas de ovos agrupados que dos isolados. Este efeito de agregação foi mais observado em feijões secos, devido à produção de água por larvas que é absorvida pelo feijão amolecendo-o diminuindo assim a mortalidade. Sugeriu que a oviposição coletiva pareceu ser uma adaptação à vida em feijões armazenados.

KHARE e AGRAWALL (1970) estudaram o período de desenvolvimento e mortalidade de *Sitophilus oryzae* e *Rhyzopertha dominica* criados em trigo e milho a 25 e 30°C e umidades relativas de 50, 60, 75 e 85%. O ciclo vital do *Sitophilus oryzae* foi mais demorado a 18°C e 80% de umidade relativa, enquanto que para *Rhyzopertha dominica* o foi a 18°C e 75%. A mortalidade foi respectivamente menor a 25°C e 75% de umidade relativa, e 25°C e 60% de umidade relativa mas para ambas espécies, a mortalidade foi maior e o desenvolvimento larval mais lento em milho que em trigo.

YINON e SHULOV (1970) mediram a resposta de alguns gorgulhos à temperatura, num gradiente. Quando os gorgulhos foram introduzidos no centro as zonas preferidas foram 28 - 33°C para *Trogoderma granarium*, 25 - 34°C para *Tribolium castaneum*, 22 - 26°C para *Oryzaephilus surinamensis*, 23 - 28°C para *Tenebrio molitor*, 20 - 24°C para *Sitophilus oryzae*, 22 - 24°C para *Callosobruchus maculatus* e 22 - 28°C para *Rhyzopertha dominica*.

No campo da radioentomologia, os trabalhos mais minuciosos começaram a surgir depois de 1950, sendo os anteriores mais de valor

histórico. Segundo *PESSON (1963)*, em 1959 começaram os estudos com várias espécies de pragas de produtos armazenados, para determinar o tempo mínimo de exposição à radiação gama que resultaria na esterilização completa de adultos já nos produtos ao tempo de armazenamento, eliminando assim a infestação.

O 1º trabalho encontrado na literatura sobre o uso da radiação em entomologia, foi o de *HUNTER (1912)*, usando raios-X em *Sitophilus oryzae* não obtendo resultados satisfatórios.

Em 1916, *RUNNER* verificou que adultos de *Lasioderma serricorne* tratados com raios-X se tornaram estéreis.

BUSHLAND e HOPKINS (1951) voltaram a reconhecer a possibilidade de esterilização de insetos com raios-X, citando o trabalho inicial de *RUNNER (1916)*.

BLETCHLY (1956) verificou que larvas de *Lyctus brunneus* irradiadas com 150.000 R viveram até 5 semanas e foram necessárias dosagens bem mais elevadas para causar mortalidade imediata. Sugeriu que os adultos podem ser esterilizados e o desenvolvimento larval inibido com dosagens menores. Provou que ovos maduros de *Anobium punctatum* foram mais resistentes que os recém postos.

BLETCHLY e FISHER (1957) fizeram testes preliminares usando radiação gama contra brocas de madeira.

CORNWELL et alii (1959) verificaram que em *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus granarius*, *Tribolium confusum*, *Tribolium castaneum*, *Sitotroga cerealella* e outros, tratados com radiação gama, houve redução na emergência de adultos e que os insetos sobreviventes se tornaram estéreis. A grande maioria deles emergiu durante os primeiros 17 dias após irradiação, o que sugere que foi inibido o crescimento de larvas jovens e que apenas as pupas e larvas mais velhas completaram seu desenvolvimento. A irradiação prolongou também a duração do estágio larval. Sugeriram que doses letais evocam processos fisiológicos mais complexos que os envolvidos na destruição das células germinativas.

JAYNES e GODWIN (1957) verificaram que a radiação gama não reduziu a longevidade do gorgulho do pinheiro branco; induziu esterilidade até um nível aceitável. Pela diminuição na taxa de alimentação e oviposição sugeriu a possibilidade de outras atividades como a frequência de voo serem alteradas ou reduzidas.

HOWDEN e AUERBACH (1958) observaram que todas as doses de radiação gama aplicadas às larvas de *Trogoderma sternale* afetaram a reprodução quando no estado adulto mas a diminuição de população devido a uma dose de 4.000 r ou menos, poderia ter ocorrido devido à redução na vitalidade ou deformação morfológica.

COLE et alii (1959) acharam que as doses necessárias para causar 100% de morte em *Pediculus humanus humanus*, *Musca domestica*, *Periplaneta americana*, *Blattella germanica*, *Therobia domestica*, *Cimex lectularius* e *Monomorium pharaonis* variaram de 600 a 250.000 rad. A reprodução foi inibido com 75.000 rad ou mais.

NICHOLAS e WIANT (1959) trabalhando com 72 pragas de produtos armazenados entre as quais *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus granarius* verificaram que em geral, a resistência gradual dentro das espécies aumenta com o estágio de desenvolvimento do inseto de ovo a adulto. Observou que as traças são muito mais resistentes que os gorgulhos.

PAPADOPOULOU (1960) concluiu de seus experimentos que a desinfestação de figos por radiação gama parece ser um tratamento promissor, desde que doses moderadas de 100 - 200 krad destroem os diferentes estágios dos insetos, não havendo também alterações na textura dos figos, aparência e valor nutritivo em relação aos carboidratos.

No Brasil, o primeiro a trabalhar com a irradiação de insetos, foi *GALLO (1960)* que irradiou pupas de *Ceratitis capitata* e *Diatraea saccharalis* usando uma fonte de berílio. Sugeriu que utilizando-se cobalto 60, haveria maior economia porque obtém-se dosagens acima de 10000 r dentro de algumas horas.

Em 1960, *WOESTIGNE e VAN den BRANDE* revisaram da literatu-

ra a possibilidade de uso da radiação ionizante para controle de pragas, tanto diretamente por irradiação dos produtos armazenados como indiretamente liberando machos estéreis. Verificaram que as doses de radiação gama mais elevadas tiveram efeitos mais marcantes em todos os estágios de desenvolvimento de *Anagasta* (*Ephestia*) *kueniella* mas principalmente nas larvas.

BRUELL e BOLLAERTS (1960) verificaram que os ovos de *Sitophilus granarius* e *Sitophilus oryzae* foram mais susceptíveis que as larvas pupas e adultos, à radiação gama.

CORNWELL e BURSON (1961) conseguiram matar todos os adultos e larvas de *Tribolium confusum*. Verificaram que durante 2 meses após exposição com radiação gama com 8.400 r os insetos ficaram estéreis, enquanto que os da testemunha se reproduziram normalmente.

TILTON et alii (1962) irradiaram ovos, larvas e pupas de *Sitotroga cerealella* com radiação gama e ondas curtas, isoladas e conjuntamente, verificando que houve 54% de redução na emergência devido à radiação gama; 74% devido às ondas curtas; 97% devido às ondas curtas mais radiação gama e 96% devido à radiação gama mais ondas curtas.

NAIR e RAHALKAR (1962) expuseram diferentes estágios de *Trogoderma granarium* à radiação gama, verificando que 8.000 r esterilizaram as fêmeas enquanto que os machos necessitaram 16.000 r. Concluíram que em baixa temperatura a mortalidade ocorreu por si, no estágio larval, enquanto em temperaturas altas a mortalidade ocorreu no estado pupal.

PENDLEBURY et alii (1962) observaram em adultos de *Sitophilus granarius* que antes da irradiação, a temperatura elevada sensibiliza o inseto a ser irradiado, refletindo em grande mortalidade, enquanto que temperatura baixa deu alguma proteção. Durante a irradiação o efeito foi inverso. Após a irradiação, a mortalidade aumentou com temperaturas altas, e com temperaturas baixas a mortalidade foi retardada independente da dose.

HOOVER et alii (1963) expuseram todos os estágios de desen

volvimento do *Sitophilus oryzae* aos raios X em dosagens variando de 1.000 a 12.500 r, encontrando que o LD₅₀ e o ponto de esterilidade completa para adultos foram respectivamente 7.500 a 10.000 r, sendo os estágios mais adiantados os mais resistentes.

VIADO e MANOTO (1963) verificaram os efeitos da radiação gama em *Epilachna philippinensis*, *Sitophilus oryzae* e *Tribolium castaneum*.

TILTON e SCHROEDER (1969) trabalhando com amostras de arroz contendo todos os estágios de desenvolvimento de *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* e *Sitotroga cerealella* irradiados com infra-vermelhos concluíram que a emergência de todas as 3 espécies foi estimulada em temperaturas baixas.

Segundo PESSON (1963) a irradiação de produtos armazenados com doses de radiação gama em torno de 100,00 r é um meio de controle que poderia ser praticado, já que os produtos não pareceram ser afetados.

PESSON (1963) descobriu que 20.000 rads parecem ser a dose mínima efetiva capaz de paralizar o desenvolvimento larval e reprodução de *Sitophilus granarius*, *Sitophilus oryzae*, *Tribolium confusum*, *Tenebrio molitor*, *Gnathocerus cornutus*, *Rhyzopertha dominica*, *Acanthoscelides obsoletus*, *Ephestia hiiweller* e *Sitotroga cerealella*.

O'BRIEN e WOLFE (1964) publicaram um livro para entomologistas e biólogos que se interessam em saber até onde a pesquisa com radioisótopos e irradiação de insetos tem sido entendida pelo homem.

Em 1966, PENDLEBURY fez um experimento a fim de examinar a dose letal e esterilizante para adultos de *Sitophilus granarius* em temperaturas altas e baixas antes, durante e após a irradiação. Observou que a taxa de mortalidade aumentou consideravelmente em temperaturas elevadas após a irradiação. Antes da irradiação, as temperaturas altas causaram pequeno aumento na letalidade e durante a irradiação a influência da temperatura foi inversa, apresentando os insetos irradiados a 15°C uma taxa maior de mortalidade que a 30°C.

SHIPP, em 1966, submeteu 17 raças de *Sitophilus* e algumas espécies de *Tribolium* encontradas naturalmente infestando grãos e subprodutos, na Austrália à esterilização e morte por radiação gama com cobalto 60, e comparou com 8 raças de laboratório. As diferenças encontradas são de suficiente magnitude para influenciar a eficácia da dose avaliada para desinfestação de grão com radiação.

TILTON *et alii* (1966) verificaram em *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium confusum*, *Sitophilus oryzae* e *Lasioderma serricornis* submetidos à radiação gama que em todas as espécies os adultos foram mais tolerantes, em seguida pupas, larvas e ovos, encontrando que todas as espécies foram esterilizadas com 25 krad ou pouco mais.

KUMAGAI (1967), regulou a umidade relativa em 4 temperaturas diferentes e 3 intensidades de raios gama provenientes de uma fonte de cobalto 60. Os efeitos foram estudados individualmente. Sugeriu que o efeito da umidade após o tratamento não pode ser ignorado quando os adultos são irradiados.

ZUTSCHI (1968) comparou o efeito de doses contínuas e fracionadas de radiação gama em adultos de *Sitophilus oryzae*, de 1 a 2 dias de idade, criados em laboratório, irradiados com 6.000 rep. administrados de uma vez só ou em 3 doses de 2.000 rep cada em intervalos de 24 horas. A mortalidade foi considerável e a esterilização ligeiramente mais baixa quando as doses foram fracionadas.

WIENDL e BERTI FILHO (1968) irradiaram adultos de *Sitotroga cerealella* com 4 doses diferentes de radiação gama e uma testemunha, verificando que houve prolongamento da vida dos adultos e que a dose não influiu no prolongamento.

BADITSING (1966) expôs ovos, larvas e pupas de *Sitophilus oryzae* à radiação gama. Verificou que os machos foram mais radiosensíveis. Determinou que a esterilidade foi induzida em adultos com 3.500 a 4.000 r, não havendo eclosão com 4.000 r. O LD₅₀ para ovos, larvas, pupas e adultos foram 15, 120, 1.300 e 14.000 r, respectivamente. 25.000 r causaram 100% de mortalidade.

CORNWELL(1966) verificou que em *S. zeamais* e *Sitophilus granarius* a resistência à radiação gama aumentava com o estágio de desenvolvimento. Os estágios imaturos do primeiro foram mais susceptíveis que os do *Sitophilus granarius*. Apenas 4% dos ovos mais novos do *Sitophilus zeamais* alcançaram a maturidade quando tratados com 1.400 rep. enquanto 17% do *granarius* chegaram a adulto, sendo as diferenças marcadamente maiores nas doses mais baixas.

Os adultos de ambas espécies não deixaram de emergir até 4.000 rep, que foi a maior dosagem utilizada.

WIENDL e ROSSETO (1969) observaram que a eclosão de larvas de *Zabrotes subfasciatus* provenientes de ovos irradiados foi significativamente diminuída, que as larvas e pupas não originaram adultos, que estes se tornaram estéreis e que uma bem maior levou-os à morte em 24 horas.

KALMYKOV (1970) publicou um livro no qual mostrava a susceptibilidade de insetos às radiações ionizantes, o efeito de tais radiações sobre o desenvolvimento dos insetos, troca de oxigênio e morfologia, efeitos genéticos da radiação em insetos comparados com outros grupos de animais, sequência de desenvolvimento de reações devido à radiação em insetos e as possibilidades de uso das radiações ionizantes para controlar insetos.

TILTON e BROWER (1971), conduziram testes de laboratório em Georgia a fim de observar a competição no acasalamento de machos de *Callosobruchus maculatus* esterilizados com cobalto 60; na menor dose (10 krad) houve 100% de esterilidade. Concluíram que machos esterilizados são capazes de competir sexualmente com os normais.

BROWN et alii (1972), testaram no laboratório o efeito da radiação gama proveniente de uma fonte de cobalto 60 radioativo em diversas doses todos os estágios de desenvolvimento de *Sitophilus zeamais* e *Sitophilus granarius*. A longevidade dos adultos decresceu com o aumento da dose. Encontraram que 5 krad foram suficientes para esterilizar os adultos de ambas as espécies.

WIENDL e PEDROSO (1972) verificaram que amostras de milho contendo adultos de *Sitophilus zeamais* que foram irradiadas com doses crescentes de 0 a 12 krad, de um em um, mostravam-se perfeitamente conservadas após um período de 25 semanas quando tratadas com 8 krad ou mais pela temperatura de 25 ou 30°C. Outras amostras mantidas a temperaturas variáveis de 22 a 35°C não se deterioraram com 3 krad.

WIENDL (1972) determinou que a dose de 8 krad foi esterilizante para os adultos de *Sitophilus zeamais*.

WIENDL e ARTHUR (1974) determinaram a 27°C dose esterilizante de radiação gama para o caruncho das tulpas do café, *Araecerus fasciculatus* tendo como substrato o próprio café. Encontraram que esta se situou entre 11 e 12 krad.

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

BROWER (1974) expôs 25 gerações de populações de *Sitophilus oryzae* a doses subesterilizantes de 60%, aumentando 2 krad para cada geração verificando no final que não houve aparecimento de populações resistentes entre os sobreviventes férteis na massa de grãos armazenados.

WALDER et alii (1975), determinaram que 9 krad, são suficientes para esterilizar adultos de *Lasioderma serricorne* em laboratório.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada nos laboratórios do setor de Entomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, ESALQ/CNEN, em Piracicaba, São Paulo.

O irradiador consistiu de uma fonte de Cobalto 60, tipo Gammabeam 650, com atividade de aproximadamente 27.000 Ci na época de utilização.

As doses de radiação gama empregadas para cada espécie (substrato) foram: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 20 krad com duas testemunhas, uma destituída de insetos e outra com insetos não irradiados. Cada dose consistiu de cinco repetições. Como repetições utilizou-se frascos de vidro previamente tarados, fechados com tampas rosqueáveis e com telas de bronze com malha de 200 mesh cobertas com papel yes. Em cada frasco colocou-se mais ou menos 130 g de substrato, mais 20 insetos adultos de idade indeterminada, criados em laboratório há mais de 60 gerações sob condições controladas de temperatura e umidade.

Após irradiação os frascos foram armazenados em estufas reguladas às temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C, permanecendo antes da irradiação em ambiente de laboratório. Registrou-se as temperaturas e

umidades relativas em termo-higrógrafo. Manteve-se umidade relativa numa variação entre 70 a 80%, e num dos experimentos, com *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) usou-se 90 - 100%, a 30°C, sendo as outras temperaturas 24 e 27°C nas condições de umidade relativa de 70 - 80% e temperatura ambiental do laboratório, em torno de 22°C e 80% de umidade relativa.

Para evitar a possível ocorrência de infestação de insetos oriundos do campo, os substratos passaram anteriormente 30 dias em congelador a 22°C.

A fim de se conseguir os resultados almejados, pesou-se semanalmente todos os frascos (repetições) observando-se a perda de peso a fim de se determinar um aumento da população de insetos pela transformação do substrato em gás carbônico e energia, dissipados, conforme método preconizado por *WIENDL et alii* (1974).

As semanas de pesagens foram contadas após a irradiação, quando os frascos foram transportados e armazenados nos respectivos ambientes, sendo que antes permaneceram em ambientes de laboratório.

Para pesagem dos frascos, utilizou-se uma balança elétrica com precisão até 0,01 g até que as repetições não acusassem mais variação de peso. A existência de insetos vivos também foi verificada após este período visualmente, sendo que o caso positivo foi considerado como não havendo esterilização. Isto devido ao fato de que já havia decorrido a longevidade natural máxima dos adultos inicialmente irradiados (*WIENDL, 1976*).

Especificamente trabalhou-se com quatro espécies de insetos em quatro substratos:

- *Sitophilus zeamais* Mots., em milho *Zea mays* (L.) cv. HMD-7479.
- *Sitophilus oryzae* (L.) em arroz, *Oryza sativa* (L.) cv. Jaguari.
- *Araecerus fasciculatus* (DeGeer) em café, *Coffea arabica*, (L.), cv. Mundo Novo.
- *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) em feijão *Phaseolus vulgaris*, (L.), cv. Rosinha.

5. RESULTADOS

A fim de expor os resultados com maior clareza, estes foram reunidos em quatro grupos, ou seja, pela espécie (substrato), constando em primeiro lugar *Sitophilus zeamais* Mots., em milho; em segundo *Sitophilus oryzae* (L.), em arroz, em terceiro *Araecerus fasciculatus* (DeGeer), em café e finalmente *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), em feijão.

5.1. *Sitophilus zeamais* Mots., em milho

Constam das Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 as variações semanais de peso sofridas pelo milho, em percentagens relativas ao início do experimento, conforme as semanas de pesagens e dose de radiação. A Tabela 1 se refere à temperatura de 24°C, na qual o milho ficou armazenado após infestação e irradiação. A Tabela 2 se refere à temperatura de 27°C, a Tabela 3 à temperatura de 30°C, a Tabela 4 à temperatura de 33°C e a Tabela 5 à temperatura de 36°C. Resume a Tabela 6 as perdas de peso da última semana (22ª semana) após irradiação, a fim de facilitar a comparação, dados estes que foram transferidos para a Figura 1. A Tabela 7 mostra a ausência ou presença de insetos vivos, para cada uma das doses e tempera-

turas, sendo que se houve um indivíduo só vivo em qualquer uma das repetições, a dose foi considerada não esterilizante. Estes dados da Tabela 7 foram transferidos para a Figura 2, para melhor visualizar a dose mínima necessária para esterilização efetiva em relação à temperatura.

Tabela 1 - Variação porcentual média de peso de milho infestado com *Sitophilus zeamais* Mots. irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 22 semanas em ambiente de 24°C após irradiação. (O sinal negativo (-), significa perda de peso; ausência de sinal significa aumento de peso; SI - testemunha sem insetos).

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	-1,78	- 0,09	-0,82	-0,31	-0,81	-0,83	-0,90	-1,00	-1,01	-0,97
2	-1,97	- 1,97	-1,10	-1,00	-1,08	-1,09	-1,16	-1,23	-1,21	-1,00
3	-2,19	- 1,62	-1,40	-1,36	-1,35	-1,37	-1,41	-1,45	-1,46	-1,45
4	-2,23	- 1,86	-1,51	-1,47	-1,44	-1,46	-1,49	-1,52	-1,51	-1,50
5	-2,36	- 2,20	-1,18	-1,66	-1,65	-1,67	-1,68	-1,71	-1,70	-1,70
6	-2,41	- 2,62	-1,82	-1,71	-1,72	-1,73	-1,72	-1,76	-1,73	-1,73
7	-2,41	- 2,92	-1,82	-1,68	-1,69	-1,70	-1,69	-1,72	-1,68	-1,71
8	-2,43	- 3,32	-1,88	-1,72	-1,73	-1,75	-1,73	-1,77	-1,72	-1,74
9	-2,38	- 3,99	-1,84	-1,67	-1,60	-1,69	-1,67	-1,72	-1,65	-1,67
10	-2,32	- 5,00	-1,81	-1,59	-1,60	-2,23	-1,58	-1,66	-1,56	-1,58
11	-2,46	- 6,69	-2,12	-1,80	-1,83	-1,81	-1,79	-1,87	-1,82	-1,87
12	-2,59	- 8,91	-2,38	-1,92	-1,95	-1,92	-1,88	-2,00	-1,89	-1,90
13	-2,80	-11,44	-2,89	-2,20	-2,23	-2,19	-1,87	-2,30	-2,16	-2,19
14	-2,66	-13,30	-2,91	-2,03	-2,10	-2,01	-1,98	-2,15	-1,95	-1,59
15	-2,37	-11,47	-2,81	-1,73	-1,81	-1,81	-1,70	-1,64	-1,77	-1,62
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-2,37	-13,25	-3,34	-1,72	-1,81	-1,64	-1,58	-1,79	-1,59	-1,61
18	-1,73	-15,01	-4,06	-1,94	-2,16	-1,85	-1,75	-1,95	-1,77	-1,79
19	-1,70	-17,02	-4,63	-1,64	-2,32	-1,88	-1,75	-1,97	-1,36	-1,78
20	-1,58	-18,35	-5,19	-1,91	-2,30	-1,73	-1,56	-1,80	-1,52	-1,56
21	-1,41	-19,87	-6,05	-1,89	-2,42	-1,68	-1,42	-1,68	-1,42	-1,44
22	-1,19	-25,94	-7,08	-1,76	-2,45	-1,50	-1,42	-1,43	-0,23	-1,14

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 2 - Variação percentual média de peso de milho irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 22 semanas em ambiente de 27^oC após irradiação. (O sinal negativo (-) significa perda de peso; ausência de sinal significa aumento de peso; SI= significa sem insetos).

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

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 3 - Variação percentual média de peso de milho infestado com *Sitophilus zeamais* Mots. irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 22 semanas em ambiente de 30°C após irradiação. (O sinal negativo (-) significa perda de peso; ausência de sinal significa aumento de peso; SI - testemunha sem insetos).

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

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 4 - Variação percentual média de peso de milho infestado com *Sitophilus zeamais* Mots. irradiado com diversas doses de radiação gama durante 23 semanas em ambiente de 33°C após irradiação. (O sinal negativo (-) significa perda de peso; ausência de sinal significa aumento de peso; SI- testemunha s/insetos.

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	-0,30	-0,29	-0,22	-0,13	-0,11	-0,21	-0,21	-0,38	-0,45	-0,43
2	0,00	-0,25	-0,22	-0,25	-0,33	-0,37	-0,28	-0,43	-0,37	-0,24
3	-0,24	-0,57	-0,55	-0,89	-0,65	-0,63	-0,58	-0,71	-0,66	-0,54
4	-0,40	-0,80	-0,72	-0,76	-0,88	-0,87	-0,78	-0,94	-0,85	-0,69
5	-0,32	-0,82	-0,72	-0,75	-0,85	-0,80	-0,71	-0,89	-0,80	-0,64
6	0,03	-0,51	-0,36	-0,39	-0,48	-0,45	-0,35	-0,43	-0,29	-0,64
7	-0,05	-0,77	-0,47	-0,49	-0,60	-0,57	-0,48	-0,61	-0,48	-0,34
8	-0,28	-1,08	-0,69	-0,62	-0,67	-0,58	-0,47	-0,67	-0,65	-0,38
9	-0,35	-1,20	-0,76	-0,66	-0,66	-0,59	-0,50	-0,66	-0,68	-0,56
10	-0,16	-1,03	-0,52	-0,39	-0,42	-0,32	-0,31	-0,37	-0,40	-0,64
11	0,02	-0,78	-0,25	-0,08	-0,23	-0,15	-0,11	-0,23	-0,16	-0,39
12	0,38	-0,54	0,00	0,11	-0,02	0,03	0,10	-0,02	0,06	-0,01
13	0,56	-0,44	0,11	0,19	0,06	0,14	0,22	0,13	0,22	0,22
14	0,62	-0,49	0,11	0,17	0,03	0,13	0,11	0,12	0,95	0,41
15	0,85	-0,34	0,35	0,43	0,33	0,38	0,43	0,36	0,43	0,38
16	0,88	-0,46	0,33	0,43	0,31	0,31	0,39	0,30	0,36	0,61
17	1,12	-0,41	-1,18	0,67	0,58	0,58	0,67	0,55	0,59	0,55
18	1,11	-0,61	0,66	0,68	0,60	0,63	0,76	0,65	0,47	0,77
19	-0,87	-0,60	0,42	0,47	0,45	0,47	0,55	0,38	0,34	0,51
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	1,06	-1,78	0,64	0,46	0,67	0,71	0,73	0,58	0,57	0,53
22	1,09	-2,35	0,63	0,73	0,67	0,68	0,73	0,57	0,54	0,77
23	1,13	-4,98	0,69	0,78	0,73	0,74	0,80	0,66	0,61	0,75

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 5 - Variação percentual média de peso de milho infestado com *Sitophilus zeamais* Mots. irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 22 semanas em ambiente de 36°C após irradiação. (O sinal negativo (-) significa perda de peso; ausência de sinal significa aumento de peso; SI - testemunha sem insetos).

REP.	Dose (Krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	0,44	-0,45	-0,44	-0,49	-0,16	-0,25	0,05	-0,11	-0,10	-0,12
2	0,55	-0,40	-0,48	-0,54	-0,41	-0,34	0,21	-0,15	-0,08	0,00
3	0,52	-0,51	-0,61	-0,62	-0,54	-0,41	0,12	-0,21	-0,15	-0,06
4	0,14	-0,89	-0,99	-1,04	-0,95	-0,83	-0,36	-0,63	-0,53	-0,44
5	0,22	-0,89	-1,01	-1,07	-1,04	-0,94	-0,35	-0,71	-0,61	-0,50
6	0,33	-0,74	-0,90	-0,94	-0,86	-0,77	-0,17	-0,50	-0,41	-0,25
7	0,26	-0,83	-0,98	-0,76	-0,81	-0,75	-0,11	-0,25	-0,31	-0,34
8	0,35	-0,65	-0,84	-0,93	-0,64	-0,65	-0,07	-0,39	0,38	-0,18
9	0,33	-0,62	-0,82	-0,72	-0,24	-0,59	-0,04	-0,55	-0,44	-0,28
10	0,69	-0,34	-0,75	-0,30	-0,24	-0,22	0,26	-0,21	-0,06	-0,07
11	0,84	-0,11	-0,16	-0,18	0,12	0,09	0,48	0,10	0,30	0,40
12	0,78	-0,23	-0,25	-0,33	0,10	0,07	0,48	0,11	0,08	0,20
13	1,02	-0,31	-0,39	-0,39	-0,10	-0,11	-0,37	0,01	0,09	0,20
14	0,76	-0,34	-0,42	-0,40	-0,16	-0,14	0,36	0,02	0,10	0,23
15	1,06	-0,05	-0,14	-0,13	-0,10	0,10	0,64	0,31	0,44	0,52
16	1,15	0,01	-0,07	-0,07	-0,14	0,18	0,72	0,39	0,53	0,67
17	1,43	0,26	0,19	0,16	-0,37	0,45	1,00	0,69	0,82	1,01
18	1,08	0,16	-0,10	0,23	-0,09	0,28	0,76	0,34	0,50	0,62
19	0,66	-0,29	-0,45	0,48	0,30	-0,19	0,31	0,02	0,03	0,04
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	1,00	0,00	0,08	0,09	0,03	0,15	0,34	0,30	0,40	0,21
22	1,31	0,22	0,20	0,08	0,24	0,34	0,86	0,53	0,66	0,76

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 6 - Peso médio em percentagem de milho infestado com *Sitophilus zeamais* Mots. irradiado com diversas doses de radiação gama após 22 semanas de irradiação, em relação às temperaturas de 24, 27, 30 33 e 36°C em que foram mantidas as repetições. (SI - tes_{temunha} sem insetos).

Tempe- ratura em °C	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
24	-1,48	-29,07	-11,27	-2,55	-3,99	-2,24	-1,52	-1,68	-1,42	-1,44
27	-1,73	-19,58	-4,77	0,57	0,59	0,61	0,60	0,62	0,53	0,52
30	-0,09	- 8,64	1,16	1,25	1,31	1,35	1,28	-0,03	1,63	1,45
33	1,05	- 4,87	0,65	0,71	0,64	0,70	0,75	0,59	0,58	0,74
36	1,46	0,22	0,08	0,08	0,23	0,34	0,89	0,59	0,71	0,94

Tabela 7 - Presença ou ausência de insetos adultos vivos, em milho de *Sitophilus zeamais* Mots. na 22.^a semana após irradiação com diversas doses de radiação gama. (P = presença; A = ausência; SI = testemunha sem insetos).

Temperatura em °C	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
24	A	P	P	P	P	P	A	P	A	A
27	A	P	P	A	A	A	A	A*	A	A
30	A	P	A	A	A	A	A	A	A	A
33	A	P	P	A	A	A	A	A	A	A
36	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

*Uma das repetições na dose de 9 krad e temperatura, por um descuido, não foi irradiada, mostrando praticamente a mesma infestação da testemunha 0.

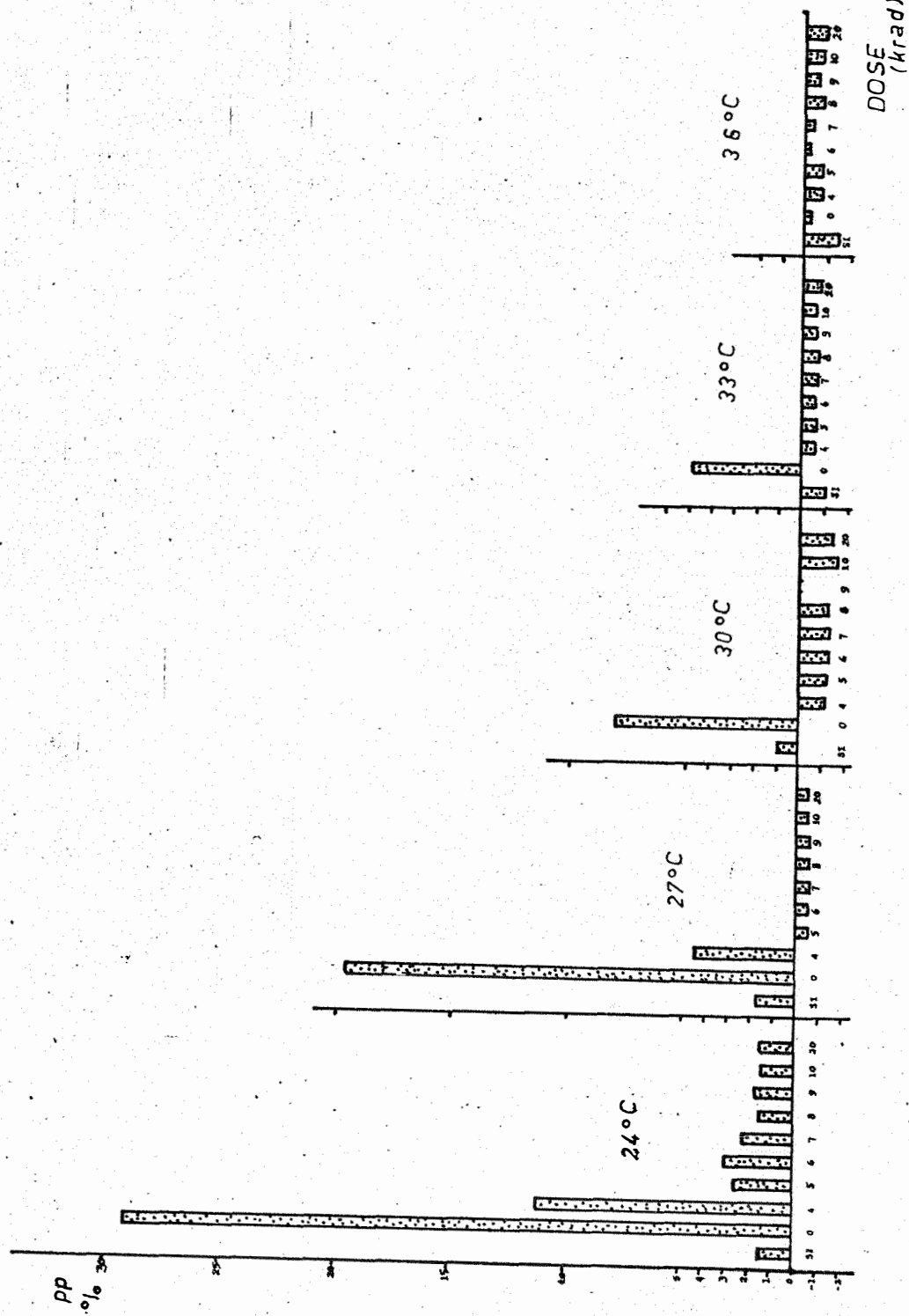


Figura 1 - Variação percentual média de peso de milho infestado com *Sitophilus zeamais* Mots., irradiado com diversas doses de radiação gama, nas temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C, em relação à última semana de pesagem.

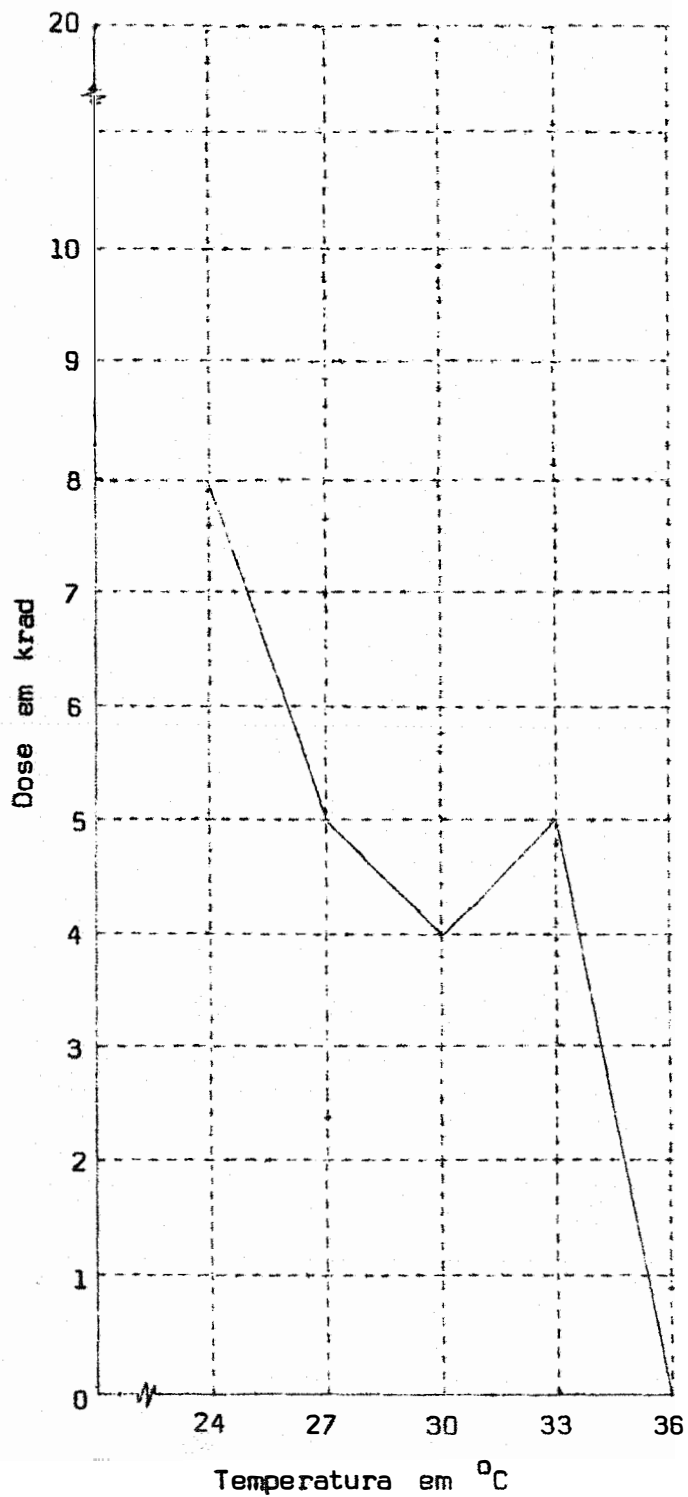


Figura 2 - Dose esterilizante para o *Sitophilus zeamais* Mots. em milho, em relação às temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C.

5.2. *Sitophilus oryzae* (L.), em arroz

Constam das tabelas 8, 9, 10, 11 e 12 as variações semanais de peso ocorridas no arroz, em percentagens relativas ao início do experimento, conforme as semanas de pesagens e doses de radiação. Na Tabela 8, tem-se estas variações a 24°C, onde se armazenou o arroz depois de irradiado. A Tabela 9 se refere à temperatura de 27°C, a Tabela 10 à de 30°C, a 11, à temperatura de 33°C e finalmente a 12, apresenta estas variações semanais de peso a 36°C.

Na Tabela 13, encontra-se um resumo das perdas finais de peso (última semana de pesagem), para cada temperatura utilizada, a fim de facilitar a comparação. Transferiu-se estes dados para a Figura 3. Na Tabela 14, vê-se a ausência ou presença de insetos vivos, em cada uma das doses e temperaturas. Na Figura 4, pode-se visualizar melhor a dose mínima necessária para esterilização efetiva em relação à temperatura, sendo os dados desta figura provenientes da Tabela 14.

Tabela 8 - Variação percentual média de peso de arroz infestado com *Sitophilus oryzae* (L.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 19 semanas após irradiação em ambiente de 24°C. (O sinal negativo (-), significa perda de peso; ausência de sinal significa aumento de peso; SI = testemunha sem inseto).

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	-0,34	- 0,26	-0,29	-0,25	-0,37	-0,22	-0,29	-0,24	-0,22	-0,24
2	-0,24	- 0,29	-0,30	-0,26	-0,25	-0,25	-0,27	-0,26	-0,22	-0,08
3	-0,30	- 0,39	-0,36	-0,32	-0,25	-0,32	-0,33	-0,33	-0,36	-0,35
4	-0,35	- 0,48	-0,41	-0,36	-0,32	-0,36	-0,38	-0,38	-0,35	-0,40
5	-0,34	- 0,49	-0,41	-0,36	-0,36	-0,36	-0,36	-0,37	-0,35	-0,39
6	-0,25	- 0,48	-0,31	-0,26	-0,36	-0,33	-0,28	-0,27	-0,25	-0,29
7	-0,35	- 0,49	-0,18	-0,12	-0,27	-0,12	-0,12	-0,11	-0,10	-0,13
8	-0,44	- 0,46	-0,08	-0,03	-0,12	-0,22	-0,03	-0,01	-0,06	-0,04
9	-0,50	- 0,66	-0,03	0,02	-0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,01
10	-0,53	- 1,08	-0,01	0,06	0,03	0,07	0,06	0,06	0,08	0,05
11	0,06	- 1,68	0,05	0,15	0,07	0,17	0,16	0,16	0,18	0,15
12	0,15	- 2,49	0,09	0,22	0,21	0,25	0,24	0,23	0,24	0,22
13	0,21	- 4,07	-0,11	0,05	0,18	0,07	0,07	0,25	0,06	0,04
14	0,00	- 6,04	-0,29	0,09	0,07	-0,06	0,07	-0,07	-0,06	-0,08
15	-0,14	- 7,85	-0,47	-0,26	-0,06	-0,24	-0,25	-0,29	-0,27	-0,27
16	-0,31	- 9,13	-0,47	-0,24	-0,23	-0,20	-0,20	-0,24	-0,22	-0,23
17	-0,28	- 9,22	-0,26	-0,01	-0,21	0,02	0,04	-0,04	0,07	0,06
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-0,04	-14,16	-0,28	0,00	-0,00	-0,01	-0,12	-0,10	-0,07	-0,06

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 9 - Variação percentual média de peso de arroz infestado com *Sitophilus oryzae* (L.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 19 semanas após irradiação em ambiente de 27°C. (O sinal negativo (-), significa perda de peso; ausência de sinal significa aumento de peso; SI = testemunha sem inseto).

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	-0,27	- 0,26	-0,26	-0,30	-0,28	-0,28	-0,34	-0,08	-0,30	-0,34
2	-0,29	- 0,28	-0,29	-0,33	-0,31	-0,32	-0,34	-0,34	-0,30	0,36
3	-0,39	- 0,40	-0,36	-0,39	-0,38	-0,40	-0,45	-0,45	-0,42	-0,46
4	-0,40	- 0,46	- 0,38	-0,40	-0,39	-0,41	-0,43	-0,44	-0,40	-0,43
5	-0,35	- 0,49	-0,34	-0,37	-0,35	-0,36	-0,39	-0,39	-0,35	-0,39
6	-0,35	- 0,58	-0,34	-0,39	-0,60	-0,36	-0,39	-0,39	-0,34	-0,40
7	-0,28	- 0,81	-0,39	-0,33	-0,12	-0,29	-0,31	-0,32	-0,28	-0,32
8	-0,19	- 0,67	-0,19	-0,24	-0,20	-0,21	-0,21	-0,23	-0,18	-0,23
9	-0,33	- 1,18	-0,34	-0,39	-0,34	-0,34	-0,37	-0,38	-0,34	-0,39
10	-0,40	- 1,96	-0,43	-0,50	-0,42	-0,42	-0,43	-0,44	-0,40	-0,44
11	-0,62	- 3,02	-0,61	-0,70	-0,52	-0,58	-0,59	-0,64	-0,60	-0,65
12	-0,48	- 3,86	-0,48	-0,65	-0,47	-0,46	-0,46	-0,49	-0,44	-0,49
13	-0,26	- 4,52	-0,25	-0,49	-0,26	-0,24	-0,22	-0,26	-0,19	-0,25
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-0,15	- 8,70	-0,22	-0,67	-0,26	-0,26	-0,17	-0,20	-0,16	-0,24
16	-0,31	-10,74	-0,45	-1,08	-0,46	-0,40	-0,31	-0,33	-0,34	-0,35
17	-0,34	-12,34	-0,56	-1,41	-0,57	-0,40	-0,33	-0,35	-0,29	-0,35
18	-0,22	-13,32	-0,52	-1,66	-0,54	0,01	-0,16	-0,21	-0,15	-0,19
19	-0,14	-14,40	-0,55	-2,33	-0,56	-0,29	-0,04	-0,11	-0,03	-0,09

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 10 - Variação percentual média de peso de arroz infestado com *Sitophilus oryzae* (L.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 19 semanas após irradiação em ambiente de 30°C. (O sinal negativo (-), significa perda de peso; ausência de sinal significa ganho de peso; SI= testemunha sem insetos).

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,30	0,25	0,23	0,73	0,22	0,18	0,26	0,23	0,23	0,47
3	0,46	0,37	0,36	0,87	0,34	0,31	0,40	0,37	0,38	0,63
4	0,57	0,42	0,45	0,97	0,46	0,42	0,51	0,49	0,48	0,74
5	0,63	0,48	0,52	0,03	0,52	0,49	0,57	0,54	0,55	0,81
6	0,71	0,47	0,56	1,10	0,56	0,57	0,64	0,62	0,64	0,89
7	0,75	0,44	0,61	1,18	0,64	0,62	0,69	0,67	0,68	0,86
8	0,81	0,39	0,71	1,27	0,75	0,72	0,87	0,75	0,79	1,01
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0,78	- 1,08	0,60	1,20	0,68	0,68	0,71	0,71	0,74	0,97
11	0,67	- 2,75	0,47	1,09	0,59	0,60	0,65	0,64	0,67	0,92
12	0,69	- 3,95	0,46	1,09	0,64	0,63	0,69	0,69	0,72	0,99
13	0,72	- 6,63	0,43	1,07	0,66	0,66	0,68	0,51	0,77	1,01
14	0,66	- 9,60	0,33	0,94	0,61	0,61	0,70	0,70	0,73	1,01
15	0,31	-12,35	0,23	0,80	0,56	0,58	0,69	0,69	0,72	1,00
16	0,63	-14,18	0,12	0,65	0,51	0,57	0,69	0,70	0,75	1,00
17	0,66	-16,01	-0,02	0,45	0,52	0,55	0,71	0,71	0,74	1,01
18	0,64	-17,92	-0,29	0,11	0,41	0,44	0,65	0,71	0,67	0,93
19	0,63	-25,14	-0,63	-0,46	0,31	0,35	0,62	0,61	0,64	0,89

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 11 - Variação percentual média de peso de arroz infestado com *Sitophilus oryzae* (L.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 19 semanas após irradiação em ambiente de 33°C. (O sinal negativo (-), significa perda de peso; ausência de sinal significa aumento de peso; SI = testemunha sem insetos).

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	0,10	- 0,03	-0,04	-0,01	-0,18	-0,13	-0,09	-0,03	0,03	0,00
2	0,00	0,00	-0,01	-0,04	-0,13	-0,13	-0,04	0,10	0,11	0,01
3	0,03	- 0,04	-0,05	-0,06	-0,26	-0,16	-0,08	0,08	0,08	0,07
4	0,17	- 0,01	0,03	0,06	-0,16	-0,03	0,03	0,19	0,19	0,11
5	0,18	- 0,12	0,04	0,04	-0,22	-0,10	0,01	0,16	0,18	0,16
6	0,30	- 0,14	0,15	0,15	-0,09	0,03	0,12	0,13	0,13	0,25
7	0,29	- 0,28	0,15	0,18	-0,03	0,11	0,12	0,12	0,30	0,21
8	0,19	- 0,71	0,06	0,06	-0,13	0,10	0,10	0,25	0,25	0,17
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0,76	- 2,72	0,04	0,10	-0,07	0,12	0,10	0,21	0,21	0,15
11	0,21	- 4,18	0,00	0,05	-0,10	0,07	0,09	0,09	0,19	0,13
12	0,22	- 6,52	-0,12	0,07	-0,10	0,08	0,12	0,23	0,23	0,02
13	0,09	- 9,82	0,01	0,14	-0,01	0,18	0,23	0,36	0,36	0,33
14	0,14	-13,34	-0,18	0,03	-0,20	0,00	0,08	0,18	0,18	0,19
15	0,08	-15,98	-0,36	-0,99	-0,36	-0,15	-0,03	+0,06	0,09	0,07
16	0,03	-18,19	-0,55	-1,03	-0,45	-0,23	-0,06	0,02	0,06	0,04
17	-0,04	-20,08	-0,81	-1,09	-0,57	-0,30	-0,11	-0,01	0,00	-0,41
18	-0,14	-22,33	-1,19	-1,22	-0,73	-0,42	-0,22	-0,14	-0,10	-0,13
19	-0,15	-24,47	-1,58	-1,30	-0,80	-0,72	-0,26	-0,19	-0,27	-0,18

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 12 - Variação percentual média de peso de arroz infestado com *Sitophilus oryzae* (L.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 19 semanas após irradiação em ambiente de 36°C. (O sinal negativo (-), significa perda de peso; ausência de sinal significa aumento de peso; SI = teste munha sem insetos.

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

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 13 - Peso médio em percentagem de arroz infestado com *Sitophilus oryzae* (L.) irradiado com diversas doses de radiação gama, na 19.^a semana após irradiação, em relação às temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C em que foram mantidas as repetições. (SI=testemunha sem insetos).

Temperatura em °C	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
24	-0,04	-14,16	-0,28	0,00	0,00	-0,01	-0,12	-0,10	-0,07	-0,06
27	-0,14	-14,40	-0,55	-2,33	-0,56	-0,29	-0,04	-0,11	-0,03	-0,09
30	0,63	-25,14	-0,63	-0,46	0,31	0,35	0,62	0,61	0,64	0,89
33	-0,15	-24,47	-1,58	-1,30	-0,80	-0,72	-0,26	-0,19	-0,27	-0,18
36	-1,14	-0,46	-0,55	-0,59	-0,64	-0,56	-0,65	-1,74	-0,50	-1,73

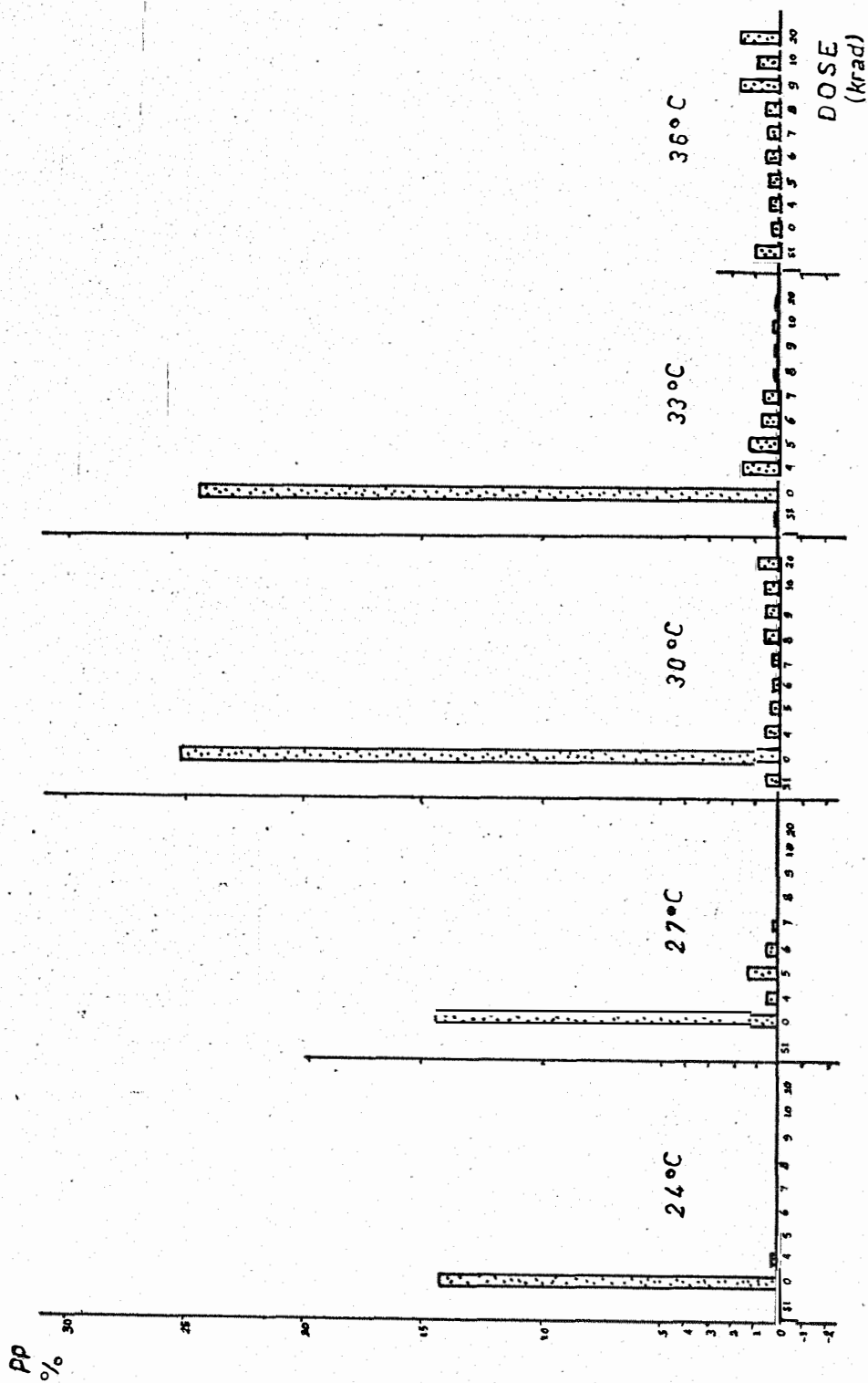


Figura 3 - Variação percentual média de peso de arroz infestado com *Sitophilus oryzae* (L.), irradiado com diversas doses de radiação gama, nas temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C, em relação à última semana de pesagem.

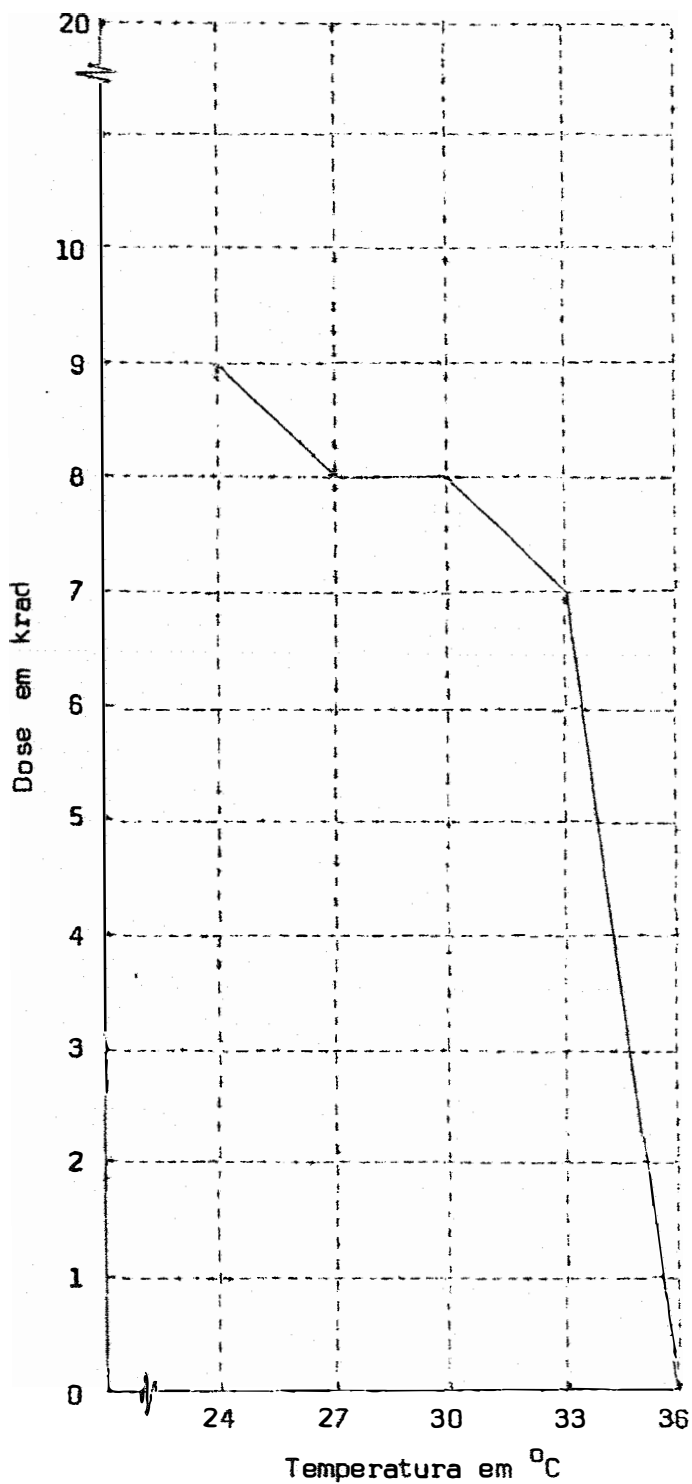


Figura 4 - Dose esterilizante para o *Sitophilus oryzae* (L.) em arroz, em relação às temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C.

5.3. *Araecerus fasciculatus* (DeGeer), em café

Tem-se as Tabelas 15, 16, 17, 18 e 19, as quais mostram as percentagens das variações semanais médias de peso sofridas pelo café, relativas ao início do experimento. A Tabela 15 apresenta estes dados relativos à temperaturas de 24°C, e as Tabelas 16, 17, 18 e 19, os apresentam em relação às temperaturas de 27, 30, 33 e 36°C, respectivamente. Na Tabela 20, tem-se as perdas de peso da última semana (22ª semana) após irradiação, dados transferidos para a Figura 5.

A Tabela 21, mostra a ausência ou presença de insetos vivos para cada uma das doses. Com estes dados, chegou-se à Figura 6.

Tabela 15 - Variação percentual média semanal de peso de café infestado com *Araecerus fasciculatus* (DeGeer), irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 22 semanas após irradiação em ambiente de 24°C. (0 sinal negativo (-), indica perda de peso; ausência de sinal indica aumento de peso; SI = testemunha sem insetos.

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	-0,77	-0,82	-0,80	-0,79	-0,82	-0,81	-0,81	-0,75	-0,81	-0,76
2	-0,92	-0,91	-0,92	-0,91	-0,92	-0,90	-0,92	-0,88	-0,93	-0,87
3	-0,93	-0,95	-0,92	-0,92	-0,92	-0,91	-0,94	-0,90	-0,95	-0,88
4	-0,74	-0,76	-0,74	-0,74	-0,73	-0,74	-0,74	-0,95	-0,99	-0,92
5	-0,76	-0,77	-0,04	-0,75	-0,73	-0,74	-0,75	-0,88	-0,93	-0,84
6	-0,70	-0,70	+0,01	-0,68	-0,67	-0,68	-0,68	-0,77	-0,81	-0,72
7	-0,88	-0,88	-0,14	-0,84	-0,83	-0,83	-0,84	-0,94	-0,98	-0,89
8	-0,99	-0,99	-0,25	-0,96	-0,95	-0,95	-0,96	-1,03	-0,79	-0,97
9	-0,99	-0,99	-0,28	-1,01	-0,98	-1,04	-0,99	-1,13	-1,05	-1,04
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-0,68	-0,69	0,14	-0,57	-0,54	-0,56	-0,59	-0,71	-0,70	-0,98
13	-0,59	-0,58	0,16	-0,54	-0,51	-0,52	-0,54	-0,58	-0,61	-0,52
14	-0,72	-0,71	0,03	-0,68	-0,65	-0,66	-0,68	-0,73	-0,77	-0,68
15	-0,78	-0,78	0,00	-0,75	-0,72	-0,73	-0,74	-0,78	-0,81	-0,73
16	-0,61	-0,61	0,13	-0,57	-0,53	-0,54	-0,55	-0,59	-0,61	-0,53
17	-0,44	-0,44	0,28	-0,40	-0,37	-0,38	-0,36	-0,40	-0,41	-0,34
18	-0,23	-0,26	0,48	-0,32	-0,17	-0,16	-0,11	-0,26	-0,14	-0,07
19	-0,35	-0,38	0,39	-0,28	-0,26	-0,24	-0,22	-0,25	-0,27	-0,21
20	-0,48	-0,48	0,29	-0,39	-0,39	-0,36	-0,37	-0,43	-0,45	-0,39
21	-0,67	-0,65	0,14	-0,53	-0,56	-0,51	-0,54	-0,60	-0,64	-0,50
22	-0,78	-0,75	-0,43	-1,95	-0,67	-0,68	-0,65	-0,70	-0,74	-0,60

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 16 - Variação percentual média de perda de peso de café infestado com *Araecerus fasciculatus* (DeGeer), irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 22 semanas após irradiação em ambiente de 27°C. (O sinal negativo (-), indica perda de peso; SI = testemunha sem insetos).

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	-0,35	-0,46	-0,42	-0,43	-0,43	-0,51	-0,50	-0,48	-0,41	-0,41
2	-0,31	-0,36	-0,38	-1,08	-0,41	-0,47	-0,48	-0,33	-0,40	-0,39
3	-0,26	-0,34	-0,36	-0,39	-0,37	-0,43	-0,46	-0,31	-0,39	-0,39
4	-0,25	-0,32	-0,35	-0,38	-0,36	-0,40	-0,42	-0,22	-0,37	-0,37
5	-0,19	-0,21	-0,26	-0,32	-0,22	-0,24	-0,32	-0,07	-0,26	-0,28
6	-0,02	-0,15	-0,19	-0,24	-0,15	-0,15	-0,25	0,00	-0,18	-0,21
7	-0,17	-0,29	-0,39	-0,32	-0,29	-0,33	-0,36	-0,16	-0,31	-0,32
8	-0,37	-0,50	-0,53	-0,50	-0,51	-0,58	-0,60	-0,41	-0,52	-0,52
9	-0,44	-0,56	-0,70	-0,66	-0,67	-0,78	-0,78	-0,60	-0,64	-0,65
10	-0,56	-0,73	-0,78	-0,76	-0,78	-0,88	-0,88	-0,71	-0,72	-0,78
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-0,52	-0,64	-0,65	-0,59	-0,57	-0,61	-0,64	-0,57	-0,69	-0,70
14	-0,74	-0,86	-0,67	-0,83	-0,80	-0,89	-0,89	-0,82	-0,92	-0,91
15	-0,80	-0,92	-0,91	-0,89	-0,88	-0,90	-0,95	-0,86	-0,96	-0,97
16	-0,75	-0,89	-0,86	-0,88	-0,82	-0,88	-0,92	-0,80	-0,91	-0,93
17	-0,73	-0,87	-0,84	-0,85	-0,80	-0,85	-0,89	-0,75	-0,89	-0,91
18	-0,72	-0,90	-0,86	-0,88	-0,82	-0,89	-0,91	-0,76	-0,89	-0,91
19	-1,05	-1,26	-1,23	-1,22	-1,19	-1,32	-1,32	-1,21	-1,30	-1,29
20	-1,32	-1,38	-1,34	-1,35	-1,32	-1,45	-1,45	-1,31	-1,41	-1,41
21	-1,24	-1,39	-1,36	-1,35	-1,26	-1,48	-1,44	-1,31	-1,41	-1,41
22	-1,24	-1,42	-1,63	-1,38	-1,36	-1,45	-1,45	-1,29	-1,41	-1,43

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 17 - Variação percentual de peso por semana de café infestado com *Araecerus fasciculatus* (DeGeer) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 22 semanas após irradiação em ambiente de 30°C. (O sinal negativo (-), indica perda de peso; Ausência de sinal indica aumento de peso; SI = teste munha sem insetos).

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	-0,46	-0,51	-0,54	-0,49	-0,54	-0,68	-0,62	-0,58	-0,68	-0,51
2	-0,53	-0,56	-0,70	-0,54	-0,51	-1,25	-0,63	-0,60	-0,59	-0,52
3	-0,30	-0,40	-0,46	-0,44	-0,50	-0,57	-0,50	-0,51	-0,50	-0,45
4	-0,20	-0,33	-0,35	-0,33	-0,39	-0,42	-0,36	-0,35	-0,37	-0,41
5	0,01	-0,20	-0,22	-0,47	-0,27	-0,30	-0,24	-0,20	-0,21	-0,16
6	0,74	-0,13	-0,14	-0,12	-0,17	-0,21	-0,10	-0,09	-0,12	-0,08
7	0,18	0,08	-0,10	-0,06	-0,11	-0,15	-0,04	-0,03	-0,05	0,00
8	0,24	0,02	-0,03	-0,11	-0,06	-0,10	-0,04	0,04	0,04	0,07
9	0,38	0,04	-0,02	-0,06	-0,05	-0,03	0,02	0,14	0,06	0,11
10	0,40	0,05	0,00	0,03	0,00	0,01	0,06	0,16	0,06	0,14
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	0,47	0,01	0,09	0,02	0,13	0,11	0,26	0,28	0,00	0,33
14	0,37	-0,14	0,02	0,11	0,00	0,00	0,09	0,17	0,07	0,21
15	0,42	-0,19	0,02	0,14	-0,10	0,05	0,16	0,27	0,12	0,08
16	0,47	-0,25	0,00	0,17	0,14	0,05	0,16	0,34	0,23	0,36
17	0,37	-0,45	-0,12	0,09	0,07	0,07	0,94	0,28	0,20	0,32
18	0,32	-0,62	-0,18	0,06	0,05	0,06	0,93	0,27	0,20	0,30
19	0,21	-0,74	-0,22	0,06	0,06	0,09	0,97	0,32	0,24	0,33
20	0,31	-0,83	-0,41	0,07	0,07	0,12	0,98	0,33	+0,25	0,32
21	0,23	-0,77	-0,31	-0,01	-0,01	0,00	0,86	+0,21	+0,14	0,20
22	0,18	-1,20	-0,38	-0,08	-0,07	-0,04	0,78	0,14	+0,09	0,13

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 18 - Variação percentual média semanal de peso de café infestado por *Araecerus fasciculatus* (DeGeer) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 22 semanas após irradiação em ambiente de 33°C. (O sinal negativo (-), indica perda de peso; ausência de sinal indica aumento de peso; SI= testemunha sem insetos).

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	-1,21	-1,27	-1,36	-1,22	-1,25	-1,32	-1,19	-1,24	-1,26	-1,77
2	-1,15	-1,18	-1,32	-1,19	-1,26	-1,31	-1,20	-1,27	-1,25	-1,16
3	-1,06	-1,07	-1,21	-1,09	-1,16	-1,20	-1,09	-1,16	-1,10	-0,97
4	-0,97	-0,99	-1,13	-0,96	-1,01	-1,03	-0,89	-1,06	-0,97	-0,82
5	-0,85	-0,87	-1,04	-0,88	-0,93	-0,97	-0,87	-0,94	-0,82	-0,71
6	-0,85	-1,17	-1,05	-0,85	-0,98	-0,72	-0,92	-0,28	-0,89	-0,77
7	-0,65	-0,70	-0,83	-0,66	-0,81	-0,84	-0,73	-0,82	-0,73	-0,61
8	-0,65	-0,68	-0,88	-0,67	-0,83	-0,84	-0,80	-0,81	-0,67	-0,64
9	-0,61	-0,60	-0,80	-0,63	-0,76	-0,79	-0,75	-0,79	-0,65	-0,60
10	-0,56	-0,57	-0,77	-0,61	-0,71	-0,73	-0,71	-0,77	-0,63	-0,59
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-0,53	-0,55	-0,72	-0,59	-0,66	-0,71	-0,67	-0,66	-0,57	-0,56
14	-0,56	-0,60	-0,75	-0,61	-0,69	-0,75	-0,71	-0,71	-0,62	-0,63
15	-0,53	-0,57	-0,73	-0,57	-0,65	-0,71	-0,65	-0,93	-0,56	-0,56
16	-0,38	-0,42	-0,56	-0,41	-0,47	-0,50	-0,45	-0,42	-0,32	-0,31
17	-0,60	-0,67	-0,81	-0,63	-0,70	-0,75	-0,67	-0,63	-0,54	-0,54
18	-0,75	-0,84	-1,01	-0,82	-0,88	-0,97	-0,88	-0,83	-0,72	-0,75
19	0,64	-0,88	-1,07	-0,89	-0,94	-1,05	-0,95	-0,91	-0,78	-0,83
20	0,06	-0,94	-1,14	-0,96	-1,01	-1,13	-1,05	-0,98	-0,87	-0,94
21	-1,04	-1,11	-1,34	-1,50	-1,20	-1,34	-1,26	-1,22	-1,24	-0,90
22	-1,11	-1,17	-1,41	-1,19	-1,26	-1,41	-1,32	-1,31	-1,14	-1,22

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 19 - Variação percentual média semanal de peso de café infestado por *Araecerus fasciculatus* (DeGeer) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantidos durante 22 semanas após irradiação em ambiente de 36°C. (O sinal negativo (-), indica perda de peso; ausência de sinal indica aumento de peso; SI = testemunha sem insetos).

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	-0,58	-0,21	-0,27	+0,18	-0,34	-0,33	-0,17	-0,21	-0,18	-0,23
2	-0,66	-0,44	-0,47	-0,53	-0,60	-0,67	-0,49	-0,50	-0,44	-0,43
3	-0,74	-0,54	-0,60	-0,70	-0,79	-0,86	-0,70	-0,64	-0,59	-0,56
4	-0,61	-0,35	-0,40	-0,50	-0,55	-0,66	-0,52	-0,46	-0,39	-0,32
5	-0,53	-0,29	-0,28	-0,42	-0,46	-0,55	-0,40	-0,34	-0,25	-0,14
6	-0,48	-0,55	-0,26	-0,38	-0,45	-0,53	-0,39	-0,70	-0,60	-0,48
7	-0,42	-0,19	-0,23	-0,36	-0,42	-0,51	-0,38	-0,68	-0,56	-0,46
8	-0,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-0,19	-0,18	-0,38	-0,30	-0,43	-0,37	-0,25	-0,14	+0,05
11	-0,50	-0,18	-0,18	-0,36	-0,29	-0,42	-0,35	-0,24	-0,12	+0,08
12	-0,44	-0,16	-0,15	-0,32	-0,25	-0,38	-0,31	-0,23	-0,10	+0,09
13	-0,32	-0,10	-0,09	-0,28	-0,24	-0,36	-0,27	-0,19	-0,04	+0,17
14	-0,28	-0,13	-0,15	-0,37	-0,34	-0,46	-0,35	-0,26	-0,05	+0,21
15	-0,18	-0,06	-0,09	-0,32	+0,08	-0,44	-0,33	-0,24	0,00	+0,30
16	-0,06	0,00	-0,03	-0,29	-0,26	-0,40	-0,28	-0,19	+0,08	+0,42
17	+0,02	+0,06	+0,02	-0,23	+0,02	-0,36	-0,22	-0,16	+0,12	+0,51
18	-0,06	-0,06	-0,08	-0,40	-0,42	-0,52	-0,39	-0,34	-0,02	+0,38
19	-0,06	-0,08	-0,11	-0,43	-0,47	-0,56	-0,70	-0,42	-0,07	+0,35
20	-0,06	-0,09	-0,12	-0,44	-0,50	-0,59	-0,70	-0,45	-0,09	+0,35
21	-0,07	-0,09	-0,12	-0,45	-0,53	-0,61	-0,72	-0,48	-0,11	+0,36
22	-0,07	-0,11	-0,13	-0,47	-0,55	-0,64	-0,73	-0,52	-0,13	+0,36

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 20 - Peso médio em percentagem de café infestado com *Araecerus fasciculatus* (DeGeer) irradiado com diversas doses de radiação gama, na 22^a semana após irradiação, em relação às temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C em que foram mantidas as repetições. (SI = testemunha sem insetos).

Tempe- ratura em °C	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
24	-0,78	-0,75	-0,43	-1,95	-0,67	-2,83	-0,65	-0,70	-0,74	-0,60
27	-1,24	-1,42	-1,63	-1,38	-1,36	-1,45	-1,45	-1,29	-1,41	-1,43
30	0,18	-1,20	-0,38	-0,08	-0,07	-0,04	0,78	0,14	0,09	0,13
33	-1,11	-1,17	-1,41	-1,19	-1,26	-1,41	-1,32	-1,31	-1,14	-1,22
36	-0,06	-0,08	-0,11	-0,43	-0,47	-0,56	-0,70	-0,42	-0,07	0,35

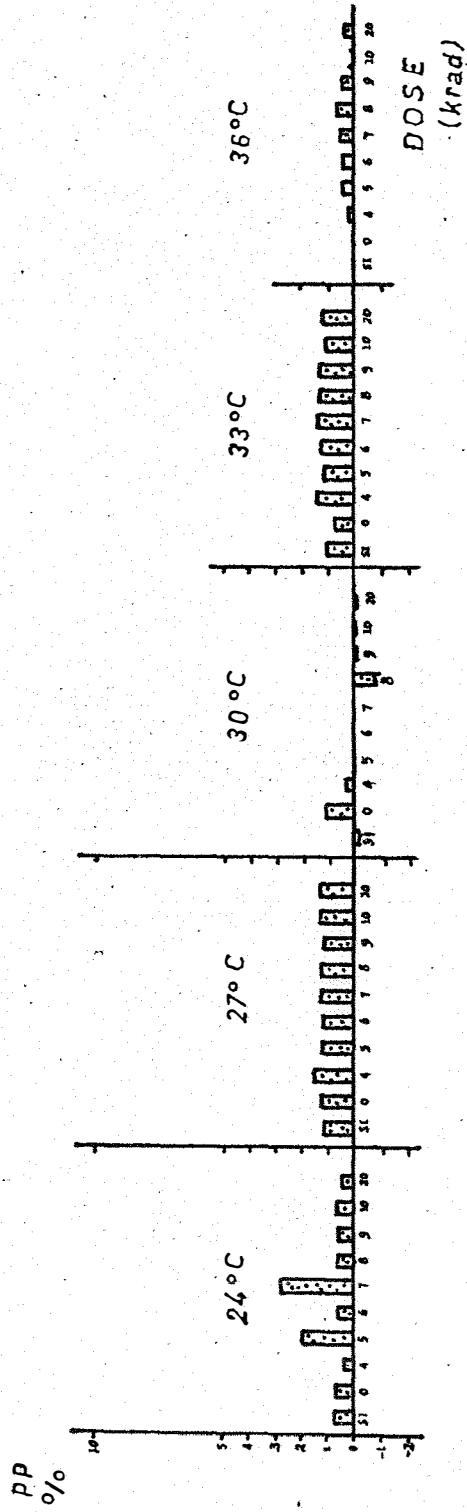


Figura 5 - Variação percentual média de peso de café infestado com *Araecerus fasciculatus* (DeGeer), irradiado com diversas doses de radiação gama, nas temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36°C, em relação à última semana de pesagem.

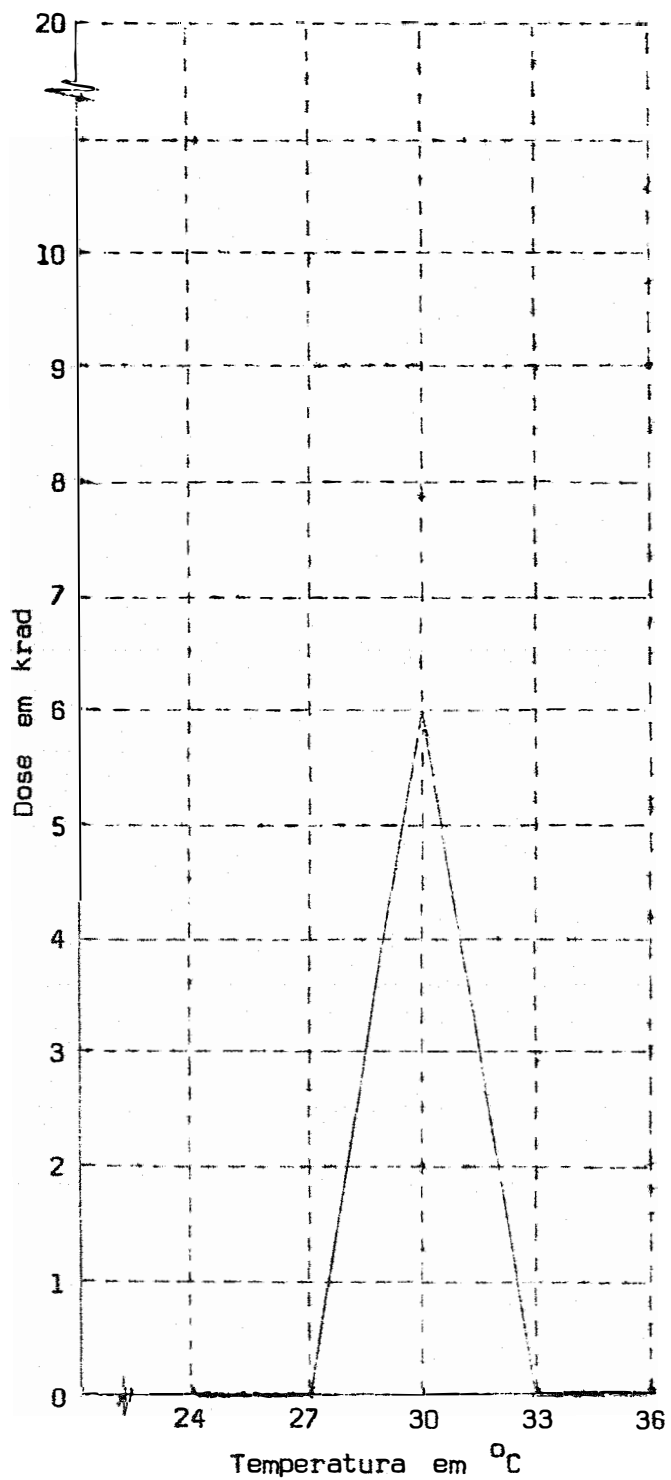


Figura 6 - Dose esterilizante para *Araecerus fasciculatus* (DeGeer), em café, em relação às temperaturas de 24, 27, 30, 33 e 36 °C.

5.4. *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), em feijão

Encontram-se nas Tabelas 22, 23, 24 e 25 as percentagens das variações semanais de peso do feijão, desde o início do experimento, relativas respectivamente às temperaturas ambiental, de 24, 27 e 30°C.

Na Tabela 26, tem-se as perdas de peso da última semana após infestação, na 19.^a semana, ou seja, 17.^a semana após irradiação quando o feijão foi armazenado, transferidas para a Figura 7.

A Tabela 27 apresenta a ausência ou presença de insetos vivos para cada uma das doses, a partir da qual chegou-se ao Gráfico 8.

Tabela 22 - Variação percentual média de peso de feijão infestado com *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 17 semanas após irradiação à temperatura ambiental. (O sinal negativo (-), indica perda de peso; ausência de sinal indica aumento de peso; SI= testemunha sem insetos).

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-0,97	- 3,51	-1,12	-0,98	-0,50	-0,91	-0,98	-0,75	-0,88	-0,66
7	-1,02	- 3,92	-1,28	-1,05	-0,56	-0,96	-1,06	-0,79	-0,92	-0,72
8	-1,08	- 4,60	-1,36	-1,12	-0,68	-1,01	-1,09	-0,82	-1,23	-0,76
9	-0,99	- 4,80	-1,29	-1,04	-0,56	-0,91	-0,95	-0,69	-0,84	-0,66
10	-0,98	- 6,05	-1,44	-1,04	-0,55	-0,89	-0,96	-0,62	-0,84	-0,84
11	-1,11	- 8,33	-2,83	-1,23	-0,73	-0,98	-1,07	-0,84	-1,66	-1,02
12	-1,14	- 9,69	-3,73	-1,57	-1,21	-1,05	-1,10	-0,85	-1,08	1,08
13	-1,09	-10,37	-3,98	-1,61	-1,33	-1,02	-1,07	-0,80	-0,98	-0,98
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-1,06	-11,15	-4,36	-1,74	-1,47	-1,02	-1,06	-0,77	-0,94	-0,94
16	-0,97	-11,46	-4,80	-1,85	-1,58	-0,95	-0,95	-0,64	-0,81	-0,81
17	-0,97	-11,62	-5,01	-1,97	-1,69	-0,95	-0,95	-0,64	-0,81	-0,81

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 23 - Variação percentual média de peso de feijão infestado com *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 17 semanas após irradiação em ambiente de 24°C. (O sinal negativo (-), significa perda de peso; ausência de sinal significa aumento de peso; SI = testemunha sem insetos).

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-1,06	- 0,46	- 0,42	-0,39	-0,40	-0,30	-0,29	-0,27	-0,16	-0,20
6	-1,30	- 1,61	- 0,61	-0,60	-0,63	-0,57	-1,72	-0,47	-0,43	-0,46
7	-1,39	- 3,96	- 0,87	-0,82	-0,78	-0,66	-0,62	-0,59	-0,52	-0,54
8	-1,20	- 4,37	- 0,82	-0,78	-0,69	-0,49	-0,49	-0,42	-0,34	-0,35
9	-1,02	- 4,69	- 0,69	-0,67	-0,57	-0,34	-0,34	-0,25	-0,16	-0,17
10	-0,76	- 5,21	- 0,61	-0,59	-0,43	-0,11	-0,14	-0,03	0,10	0,04
11	-0,92	- 6,94	- 2,96	-2,48	-1,32	-0,34	-0,26	-0,13	-0,08	-0,04
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-1,39	- 9,05	- 5,61	-4,10	-2,83	-1,49	-0,66	-0,49	-0,48	-0,43
14	-1,46	- 9,63	- 6,24	-4,43	-3,12	-0,87	-0,76	-0,58	-0,57	-0,53
15	-1,52	-10,04	- 7,66	-5,28	-3,55	-1,04	-0,88	-0,65	-0,63	-0,59
16	-1,58	-10,36	- 8,00	-6,65	-4,13	-1,38	-1,20	-0,73	-0,75	-0,75
17	-1,60	-10,58	-10,37	-7,39	-4,59	-0,03	-1,44	-0,79	-0,79	-0,80

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 24 - Variação percentual média de peso de feijão infestado com *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 17 semanas após irradiação em ambiente de 27°C. (O sinal negativo (-), indica perda de peso; ausência de peso, indica aumento de peso; SI = testemunha sem insetos).

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-0,19	- 1,03	-0,61	-0,72	-0,60	-0,63	-0,57	-0,58	-0,55	-0,61
6	-0,45	- 4,39	-0,97	-0,97	-0,97	-0,86	-0,81	-0,82	-0,80	-0,85
7	-0,43	- 6,95	-0,99	-0,97	-0,94	-0,88	-0,87	-0,82	-0,79	-1,04
8	-0,40	- 7,50	-1,17	-0,94	-0,92	-0,88	-0,87	-0,82	-0,78	-0,87
9	-0,42	- 8,59	-2,41	-0,90	-0,95	-0,90	-0,88	-0,82	-0,78	-0,87
10	-0,92	-11,06	-2,78	-1,32	-1,58	-1,53	-2,02	-1,38	-1,38	-1,40
11	-0,93	-11,73	-3,00	-1,63	-1,63	-1,33	-2,34	-1,42	-1,38	-1,46
12	-0,93	-12,10	-3,11	-1,59	-1,67	-1,64	-2,47	-1,42	-1,40	-1,48
13	-0,89	-12,42	-3,42	-1,66	-1,63	-1,59	-2,45	-1,34	-1,32	-2,06
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-1,49	-13,00	-3,58	-2,32	-2,13	-2,27	-2,76	-1,41	-1,39	-1,48
16	-1,30	-13,18	-3,68	-2,39	-2,24	-2,43	-3,01	-1,44	-1,38	-1,47
17	-0,87	-13,22	-3,76	-2,37	-2,54	-2,89	-3,27	-1,04	-0,97	-1,08

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 25 - Variação percentual média de peso de feijão infestado com *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) irradiado com diversas doses de radiação gama e mantido durante 17 semanas após irradiação em ambiente de 30°C. O sinal negativo (-), indica perda de peso; ausência de sinal, indica aumento de peso; SI = testemunha sem inseto).

REP.	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-0,21	-0,38	-0,21	-0,17	-0,26	-0,20	-0,24	-0,15	-0,20	-0,21
6	-0,13	-0,27	-0,06	-0,16	-0,14	0,49	0,21	0,11	0,05	0,20
7	0,11	-0,09	0,20	0,43	0,03	0,61	0,38	0,40	0,43	0,36
8	0,52	0,26	0,67	0,73	0,61	0,68	0,62	0,71	0,68	0,67
9	0,62	0,35	0,81	0,86	0,73	0,80	0,72	0,83	0,78	0,79
10	0,67	0,64	1,13	1,15	1,02	1,09	1,03	1,13	1,08	1,09
11	0,64	-2,90	0,14	0,20	0,04	0,17	0,02	0,23	0,15	0,14
12	0,42	-3,56	-0,10	-0,02	-0,19	-0,06	-0,20	0,00	-0,09	-0,09
13	0,21	-4,05	-0,33	-0,27	-0,38	-0,28	-0,41	-0,22	-0,29	-0,32
14	0,24	-4,21	-0,32	-0,27	-0,39	-0,27	-0,37	-0,23	-0,31	-0,32
15	0,16	-4,52	-0,37	-0,31	-0,41	-0,31	-0,38	-0,29	-0,38	-0,35
16	0,16	-4,80	-0,42	-0,36	-0,47	-0,37	-0,38	-0,34	-0,44	-0,43
17	0,17	-4,92	-0,45	-0,40	-0,52	-0,41	-0,39	-0,39	-0,48	-0,48

- Não foi feita a pesagem.

Tabela 26 - Peso médio em percentagem de feijão infestado com *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) irradiado com diversas doses de radiação gama, após a 19.^a semana de infestação, em relação às temperaturas de 24, 27, 30°C e temperatura ambiental. SI = testemunha sem insetos.

Temperatura em °C	Dose (krad)									
	SI	0	4	5	6	7	8	9	10	20
A	-0,97	-11,62	-5,01	-1,97	-1,69	-0,95	-0,95	-0,64	-0,81	-0,81
24	-1,60	-10,58	-10,37	-7,39	-4,59	-0,03	-1,44	-0,79	-0,79	-0,80
27	-0,87	-13,22	-3,76	-2,37	-2,54	-2,89	-3,27	-1,04	-0,97	-1,08
30	+0,16	-4,80	-0,42	-0,36	-0,47	-0,37	-0,38	-0,34	-0,44	-0,43

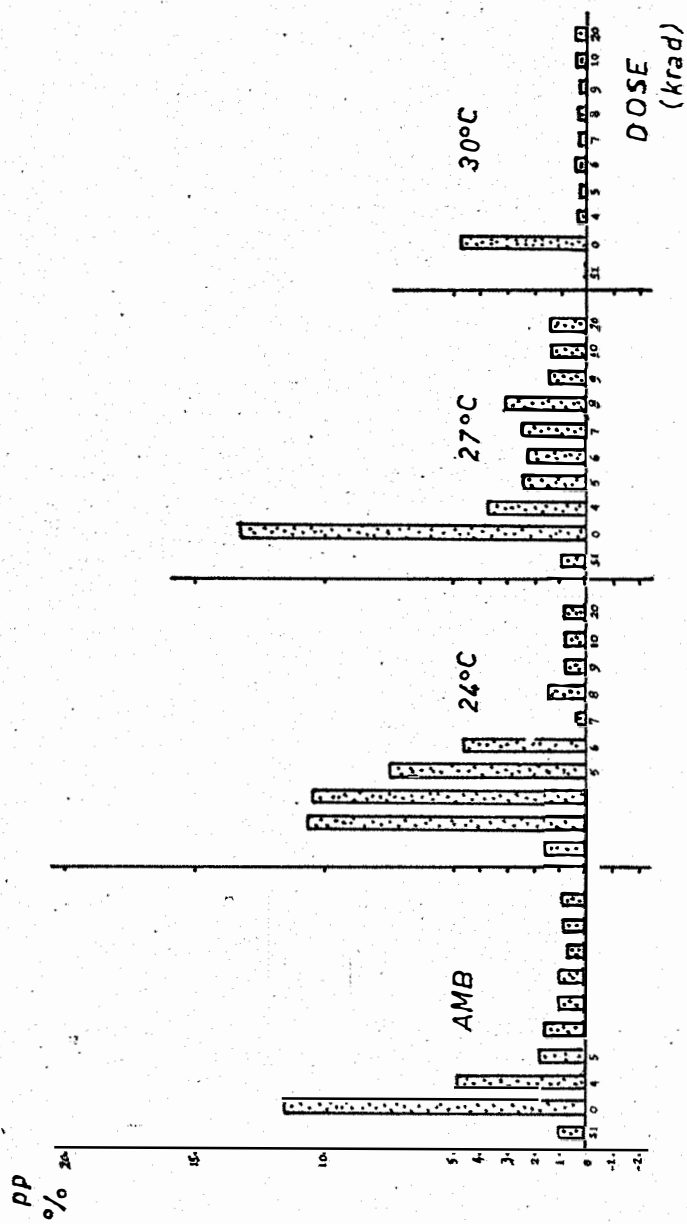


Figura 7 - Variação percentual média de peso de feijão infestado com *Zabrotes subasciatus* (Boh.), irradiado com diversas doses de radiação gama, nas temperaturas ambientais de 24, 27 e 30°C, em relação à última semana de pesagem.

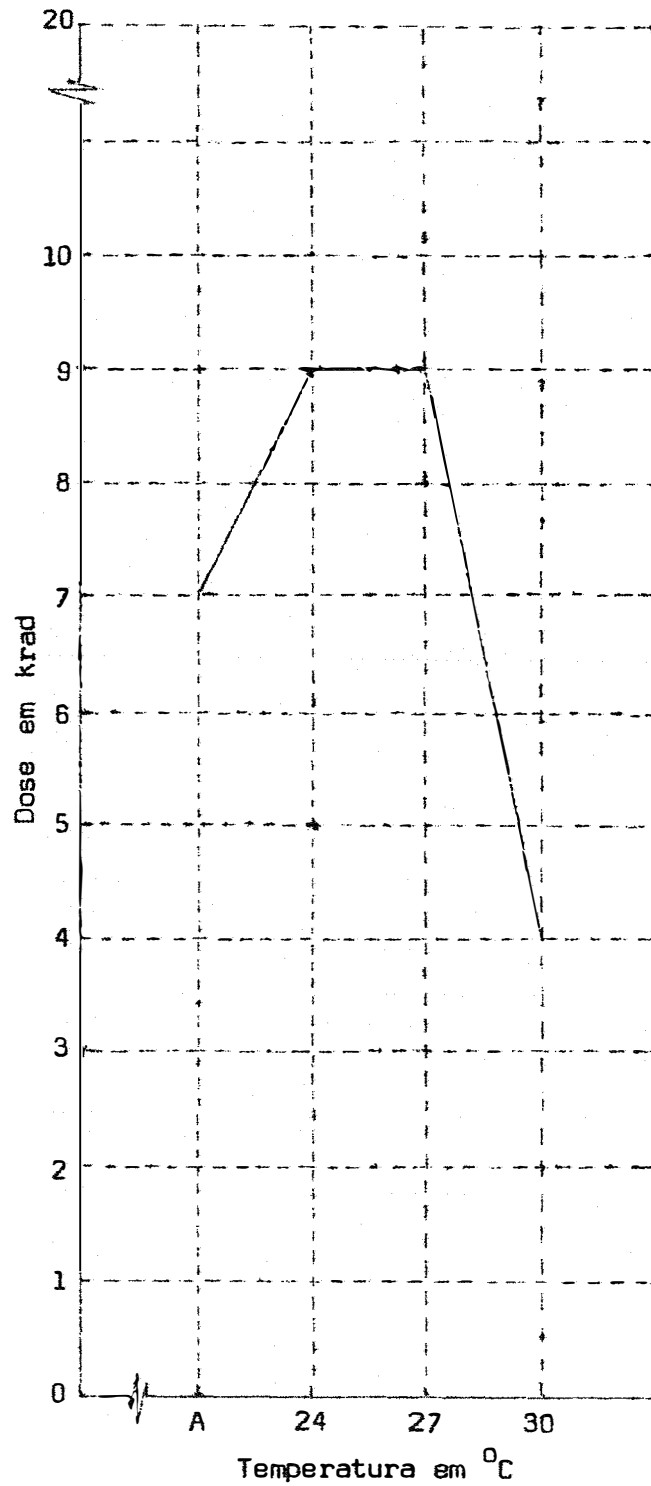


Figura 8 - Dose esterilizante para o *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), em feijão, em relação às temperaturas ambiental, de 24, 27 e 30°C.

6. DISCUSSÃO

Como pode ser verificado no capítulo de Revisão de Literatura em se tratando concluir sobre efeitos de temperatura sobre os insetos, as opiniões variam muito de autor para autor. Deve-se considerar que cada um realizou sua pesquisa em diferentes regiões do globo, cada uma apresentando as mais variadas condições climáticas possíveis. Com isto, pode-se facilmente deduzir que é extremamente difícil saber qual a temperatura ótima. Este fator está associado também a outros, diversos como a umidade relativa do ambiente, umidade dos grãos, condições de adaptação anterior, assim como outros individuais para cada inseto. No caso presente, os insetos estavam sendo criados anteriormente sob condições controladas de temperatura e umidade.

Na literatura há trabalhos que mostram haver certa concordância com os resultados obtidos no presente trabalho.

Alguns autores, que se referiram ao *Sitophilus oryzae* (L.), talvez na verdade se tratasse do *Sitophilus zeamais* Mots.

6.1. *Sitophilus zeamais* Mots., em milho

Em milho, verificou-se que *Sitophilus zeamais* Mots. melhor

se adaptou a 24°C, quando ele mais resistiu às condições (8 krad foi a dose esterilizante), assim como houve uma maior perda de peso do substrato na testemunha. A 27°C e 33°C, a dose esterilizante caiu para 5 krad. Já à 30°C, o fato de somente a testemunha apresentar insetos vivos e perder peso, não era de se esperar pois, esta é uma temperatura que oferece condições de o inseto se reproduzir e se desenvolver. Observando-se a Figura 1, vê-se que nesta temperatura a perda de peso da testemunha foi maior que a 33°C, confirmando que a 30°C os insetos não irradiados viveram melhor que a 33°C. Observou-se também que os grãos armazenados a 30°C, apresentaram-se furados e quebrados, foi possível detectar a presença de exúvias e adultos vivos que não sobreviveram, nas doses de 4, 5, 6 e 7 krad. Este resultado pode ser considerado como um erro experimental devido a fatores não determinados.

A 36°C não foi detectada presença de insetos em nenhuma das repetições de todas as doses incluindo a testemunha.

6.2. *Sitophilus oryzae* (L.), em arroz

Com excessão da temperatura de 36°C, na qual não houve perda de peso nem na testemunha, em todas as outras, só se notou perda na testemunha, apesar de não ter ocorrido esterilização em outras doses, fato comprovado pela presença de adultos vivos (Tabela 14). A não ocorrência de perda de peso nas repetições das doses em que não houve esterilização foi devido ao tempo relativamente curto de pesagem após a infestação e irradiação, que não foi suficiente para comprovar a esterilização pelo consumo de alimento. Os insetos quando irradiados, se não morrem nem se tornam estéreis, sofrem alguns efeitos como inibição do desenvolvimento larval, oviposição diminuída e menor longevidade de adultos (CORNWELL *et alii*, 1957). Assim, o tempo necessário para que a população dos insetos irradiados causem perda de peso nos grãos é bem maior que nos insetos não irradiados (testemunha). Segundo JAYNES e GODWIN (1957) a taxa de alimentação e oviposição dos insetos irradiados são alteradas ou reduzidas (página).

Pela Figura 3, vê-se que a 24°C e a 27°C, as testemunhas perderam respectivamente 14,16 e 14,40% de peso, indicando que a 27°C houve um consumo ligeiramente maior de alimentos a 27°C. A 30 e 33°C as perdas foram maiores que nestas outras temperaturas devido ao fato de ter ocorrido infestação casual da *Sitotroga cerealella* (Ol.), contribuindo para o maior consumo de alimento pois, como será visto no ítem 7.2.2., 30 e 33°C são menos favoráveis ao *Sitophilus oryzae* (L.) em arroz que 24°C.

Entre os trabalhos consultados com *Sitophilus oryzae* (L.), há o de *TAKAHASHI (1926)* que encontrou 28,9°C como o melhor e 32°C não conveniente, o que não coincide com os resultados desta pesquisa pois, encontrou-se a 33°C insetos vivos irradiados com até 6 krad. Já *VOUTE (1936)* considerou 28 - 32°C como a faixa ótima, enquanto *BIRCH (1945)* considerou 29°C como ótima e 32°C como a máxima. *RICHARDS (1947)* encontrou para a oviposição 25°C, enquanto *KHARE e AGRAWALL (1970)* consideraram que a mortalidade foi menor a 25°C e 75% de umidade relativa. *YINON (1970)* sugeriu a faixa de 20 - 24°C como a ótima, concordando com os resultados deste trabalho.

TSAI e CHANG (1935) consideraram a faixa de 24 a 29°C, como a ótima para a vida, fato comprovado neste experimento.

BODENHEIMER (1927) considerou 35°C como o limite vital para o desenvolvimento, como o que ocorreu nesta pesquisa pois a 36°C, não pode ser constatada nem perda de peso, nem presença de insetos vivos.

6.3. *Araecerus fasciculatus* (DeGeer), em café

Neste experimento, a temperatura de 30°C mostrou-se mais favorável a esta praga, considerando-se o fato que foi a única em que os insetos da testemunha sobreviveram e se reproduziram, assim como nas doses de 4 e 5 krad. Em todas as outras temperaturas utilizadas, não se detectou um só inseto vivo, nem na testemunha, o que pode ser atribuído à falta de umidade. *MOHAMED (1942)* para estudos de sua biologia, utilizou

90% de umidade relativa, a melhor condição em relação a este fator. Trata-se pois de um inseto altamente exigente em umidade.

Como se empregou um teor de umidade abaixo de 90%, (70-80%) não houve condição de sobrevivência nem tampouco de reprodução, a não ser a 30°C.

Provavelmente, se com as temperaturas de 24, 27, 33 e 36°C, tivesse sido oferecida a condição de 90% de umidade haveria insetos vivos em algumas doses imediatamente abaixo da esterilizante.

Com certeza, a 30°C, se a umidade fosse a de 90%, haveria insetos vivos em doses acima de 5 krad. *WIENDL e ARTHUR (1974)* realizaram um trabalho sobre os efeitos da radiação gama na longevidade e reprodução desta praga, encontrando que a dose esterilizante se situou entre 14 e 15 krad, a 30°C e 90 - 100 de umidade relativa. *SAYED (1935)* encontrou que a 27°C, o ciclo vital deste inseto não se completa com umidades abaixo de 80% em cacau ou abaixo de 60% em milho. Em 1945, este autor descreveu experimentos sobre a biologia desta praga com 90% de umidade relativa.

6.4. *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) em feijão

Neste caso encontrou-se a faixa de 24 - 27°C como a melhor, o que está de acordo com *BONDAR (1936)* que considerou 24 - 33°C como sendo a faixa preferencial, sendo a temperatura ótima ao redor de 28°C.

A 30°C, apesar de ser uma temperatura favorável, como foi discutido no parágrafo acima, houve não só menor perda de peso da testemunha como dose esterilizante mais baixa. Isto pode ser explicado considerando que a umidade relativa (90 - 95%) deste ambiente foi elevada demais para o inseto, o qual só vive bem em umidades mais baixas, em torno de 70 - 75%. *ZACHER (1930)*, citado por *FERREIRA (1960)* realizou ensaios a 28°C, concluindo que nela o estágio larval durou 17 dias.

7. CONCLUSÕES

Também este capítulo segue a ordem do capítulo anterior comentando-se em primeiro lugar os resultados alcançados com *Sitophilus zeamais* Mots., *Sitophilus oryzae* (L.), com *Araecerus fasciculatus* (DeGeer) e finalmente com *Zabrotes subfasciatus* (Boh.).

7.1. *Sitophilus zeamais* Mots., em milho

7.1.1. Em relação à variação de peso

- A 24°C pode-se notar a maior perda de peso, nas doses 4, 5, 6 e 7 krad, assim como na testemunha onde atingiu quase 30%.

Isto indica que a temperatura de 24°C foi a melhor para a vida deste inseto em milho (Tabela 1).

- A 27°C apenas a testemunha e a dose de 4 krad mostraram perda de peso, indicando então que este ambiente foi menos favorável que o anterior. Em todas as outras doses observou-se um ligeiro aumento de peso, demonstrando certa absorção de umidade pelos grãos, e, completa

ausência de consumo de alimento pelos insetos (Tabelas 2 e 6 e Figura 1).

- A 30^oC, somente a testemunha perdeu peso, não atingindo 9%, havendo nas outras doses aumento de peso (Tabela 3).

- A 33^oC observou-se perda de peso também apenas na testemunha e aumento nas outras doses (Tabela 4).

- A 36^oC, não houve perda de peso nem na testemunha, o que mostra que a esta temperatura não houve condições de vida à praga. Esta temperatura por si, já é capaz de eliminar a infestação da praga (Tabela 5).

7.1.2. Em relação à presença ou ausência de insetos vivos (Tabela 7 e Figura 2)

Pelos resultados obtidos, a temperatura em que o *Sitophilus zeamais* Mots., em milho, mais resistiu à irradiação foi 24^oC pois, neste ambiente a dose requerida para esterilizar os insetos foi a maior (8 krad), confirmando assim a conclusão tirada no ítem 7.1.1., que foi a melhor temperatura para os insetos.

- Nas temperaturas de 27 e 33^oC, a esterilização ocorreu com 5 krad; com estes resultados conclui-se que trata-se de dois ambientes propícios ao desenvolvimento da praga e confirmando os resultados do ítem 7.1.1. que mostram isso nestas temperaturas, embora sejam menos propícias que o ambiente de 24^oC.

- A 30^oC somente na testemunha observou-se insetos vivos, o que não era de se esperar, como já foi discutido no capítulo 6.1.

- A 36^oC, os insetos não tiveram condições de sobrevivência, já que não se encontrou nenhum inseto vivo, nem na testemunha. Parece pois, que a esta temperatura há impossibilidade da vida desta praga em milho.

7.2. *Sitophilus oryzae* (L.), em arroz

7.2.1. Em relação à variação de peso

- A 24^oC, a testemunha perdeu 14,16% de peso. É então um ambiente favorável à praga (Tabela 8).

- A 27^oC, a perda de peso da testemunha foi um pouco maior, atingindo 14,40%. Em relação à atividade e taxa de alimentação dos insetos, esta foi pouco melhor que a de 24^oC (Tabela 9).

- A 30^oC, a perda de peso da testemunha foi bem maior, atingindo 25,14%, porém não se pode considerá-la como mais favorável que as duas anteriores devido à infestação com *Sitotroga cerealella* (O1.), que contribuiu para que a perda de peso atingisse tal valor (Tabela 10).

- A 33^oC, também houve aparecimento da traça *Sitotroga cerealella* (O1.), ocasionando uma perda de peso da testemunha de 24,47%. Assim, não se pode concluir em qual destas quatro temperaturas o *Sitophilus oryzae* (L.) da testemunha, se alimentou e reproduziu mais (Tabela 11).

- A 36^oC, não houve variação de peso nem na testemunha, concluindo-se que nesta a praga não conseguiu sobreviver (Tabela 12).

7.2.2. Em relação à presença ou ausência de adultos vivos (Figura 4 e Tabela 14)

- A 24^oC, a dose requerida para esterilizar os insetos foi a maior de todas, 9 krad, então, este ambiente comportou-se como o mais favorável em relação à esterilização por radiação gama.

- A 27 e 30^oC a dose esterilizante foi um pouco menor que a anterior (8 krad), podendo esta faixa de temperatura ser considerada favorável a esta praga em arroz.

- A temperatura de 33^oC foi menos favorável, ocorrendo esterilização com 7 krad, mas ainda ofereceu condições de vida à praga.

- A 36^oC a praga não teve condições de sobreviver, já que não se encontrou nenhum inseto vivo em nenhuma das 5 repetições de qualquer das doses, inclusive da testemunha.

7.3. *Araecerus fasciculatus* (DeGeer), em café

7.3.1. Em relação à variação de peso

Como ficou explicado no subcapítulo 5.3., devido à falta de umidade relativa, não foi possível detectar perda de peso, em nenhuma das 5 temperaturas utilizadas, nem nas doses da temperatura de 30^oC em que a esterilização não ocorreu. Neste último caso, com o prolongamento das pesagens semanais, com certeza iria haver perda de peso considerável após o aparecimento de novas gerações subsequentes.

7.3.2. Em relação à presença ou ausência de insetos vivos

Também devido à falta de umidade, apenas a 30^oC, detectou-se presença de adultos vivos não só na testemunha, assim como nas doses de 4 e 5 krad. A conclusão que se pode tirar é que esta temperatura foi a mais favorável pois, foi a única em que os insetos não irradiados ou irradiados com doses baixas conseguiram sobreviver apesar das condições de umidade relativa serem desfavoráveis. Nestas condições encontrou-se 6 krad como dose esterilizante.

7.4. *Zabrotes subfasciatus* (Boh.), em feijão

7.4.1. Em relação à variação de peso (Figura 7)

- Na temperatura ambiental, o inseto viveu relativamente bem pois, foi esterilizado com 7 krad (Tabela 22).

- A 24°C nota-se que a testemunha com insetos perdeu 10,58% de peso em 19 semanas após infestação. Vê-se então que esta dá boas condições de vida ao inseto (Tabela 23).

- A 27°C, observa-se que houve 13,22% de perda de peso da testemunha sem insetos, sendo então mais favorável em relação ao fator variação de peso, que a temperatura de 24°C (Tabela 24).

- A 30°C, houve a menor perda de peso das quatro temperaturas utilizadas, comportando-se então como a menos favorável apesar de oferecer condições de vida à praga (Tabela 25). Isto sugeriria que esta seria uma temperatura desfavorável, mas como foi discutido no subcapítulo 6.4., houve um excesso de umidade que contribuiu com que o inseto se comportasse como mais susceptível à radiação gama.

7.4.2. Em relação à presença de insetos vivos (Figura 8 e Tabela 27)

- Na temperatura ambiental, encontrou-se que 7 krad esterilizaram os insetos.

- A 24 e 27°C, a dose esterilizante encontrada foi maior que na temperatura anterior (9 krad). Esta faixa de 24 - 27°C comportou-se então como a mais favorável à praga, no que se refere à susceptibilidade às radiações gama.

- A 30°C, apenas na testemunha havia insetos vivos, o que

indicaria que esta temperatura já seria bastante elevada para aumentar consideravelmente a susceptibilidade dos insetos à radiação gama, mas como viu-se no ítem 7.4.1. deste capítulo, a umidade muito alta (90%) agiu como mais um fator desfavorável fazendo com que os insetos resistissem menos à radiação gama. Com certeza, se nesta temperatura tivesse sido oferecida a condição de 70 - 75% de umidade relativa, a dose esterilizante seria mais elevada.

8. SUMMARY

The influence of temperature on sterilizing dosages of gamma radiation was studied for *Sitophilus zeamais* Mots. in corn, *Sitophilus oryzae* (L.) in rice, *Araecerus fasciculatus* (DeGeer) in coffee, and *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) in beans.

It was found that temperature has a significant influence on the amount of radiation required to sterilize these species. The highest radiation dosages were required at those temperatures most nearly optimum for insect development.

The minimum radiation doses required for complete sterility of each species at the indicated temperatures were as follows: *Sitophilus zeamais* Mots. in corn, 8 krad at 24°C; *Sitophilus oryzae* (L.) in rice, 9 krad at 24°C; *Araecerus fasciculatus* (DeGeer) in coffee, 6 krad at 30°C; *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) in beans, 9 krad at 24 - 27°C. At either higher or lower temperatures smaller radiation dosages were required.

9. BIBLIOGRAFIA CITADA

ARTHUR, V.; F.M. WIENDL; J.M. PACHECO; J.M.M. WALDER; R.B.SGRILLO - 1973.

Mortalidade e reprodução de *Sitophilus zeamais* Mots. em macarrão pré-irradiado. Seminário sobre uso y calibración de fuentes intensas de radiación. Santiago, Chile, 18 a 21 de junho de 1973.

BADITSING, C. - 1966. A Study on the Life History and the Effect of Radiation on the Rice Weevil (*Sitophilus oryzae* L.). Insect Erradication by Irradiation, Bangkok, Thailand, 28-29 jun. 1º v., 1341, pp. 42 - 47, Thai AEC-8. Office of Atomic Energy for Peace, Bangkok (Thailand).

BLETCHLY, J.D. - 1956. Some laboratory investigations on the eradication of wood-boring insects by gamma radiation. Proceedings of the 10th International Congress of Entomology, 385-388.

BLETCHLY, J.D. & R.C. FISHER - 1957. Use of gamma radiation for the destruction of wood boring insects. Nature, 179 (nº 4561). pp. 670.

- BIRCH, L.C.* - 1945. The influence of temperature on the development of the different stages of *Calandra oryzae* (L.) and *Rhizopertha dominica* (F.) (Coleoptera). Austr. Jour. Sci. Biol. and Med. Sci., 23(1):29-35.
- BIRCH, L.C.* - 1946. The movements of *Calandra oryzae* (L.) (small strain) in experimental bulks of wheat. Jour. Austr. Inst. Agric. Sci., 12(1/2):21-26.
- BISHARA, S.I.* - 1969. The climbing ability of *Sitophilus* weevils on smooth glass surface (Col. curc.). Bull Societe, Entomologique d'Egypte, 52:213-27.
- BISHARA, S.I.* - 1969. Factors involved in recognition on the oviposition sites of three species of *Sitophilus* (Coleoptera:Curculionidae). Bulletin de la Societé Entomologique d'Egypte, 51:71-94.
- BODENHEIMER, F.S.* - 1927. Über die ökologischen grenzen der verbreitung von *Calandra oryzae* (L.) und *C. granaria* (L.) (Col. Cur.). Zeitschr. Wiss. Insektenbiol. 22 n^o (3/4):65-73. Rev. Appl. Ent. series A XV pp.373-374.
- BONDAR, G.* - 1936. Notas biológicas sobre os bruquídeos observados no Brasil. Arch. Inst. Biol. Veget., Rio de Janeiro, vol. 3,(1):7-27.
- BRÉTHES, J.* - 1918. La popilia de los graneros. Anales Soc. Rural Argentina. Buenos Aires, LII, n^o 6, pp.339-42.
- BROWER, J.H.* - 1974. Radio-sensitivity of an insecticide-resistant strain of *Tribolium castaneum* (Hbst.). J. Stor. Prod. Res. 10(2):129-131.
- BROWN, G.A.; J.H. BROWER e E.W. TILTON* - 1972. Gamma radiation effects on *Sitophilus zeamais* Mots. and *S. granarius* (L.). J. Econ. Ent., 65(1):203-205.

- BRUEL, W.E. e VAN DEN BOLLAERTS - 1960. Resistance des diverses stades de développement de *Sitophilus granarius* (L.) et *Sitophilus oryzae* (L.) aux irradiations par les rayons gamma (^{60}Co). Bull. Inst. Agron. Gembloux, hors. ser. 2, 883-905.
- BUSHLAND, R.C. e D.E. HOPKINS - 1951. Experiments with screw-worm flies sterilized by X-rays. J. Econ. Ent. 44(5):725-31.
- COLE, M.M.; C.G. LaBRECQUE e G.S. BURDEN - 1959. Effects of gamma radiation on some insects affeting man. J. Econ. Ent. 52(3):448-450.
- CORNWELL, P.B.; L.J. CROOK e J.O. BULL - 1957. Lethal and sterilizing effects of gamma radiation on insects infesting cereal commodities. Nature 179, n^o 4561, pp.670-672.
- CORNWELL, P.B. e D.M. BURSON - 1961. The effect of gamma-ray irradiation on certain species of stored product insects. J. Econ. Ent. 54(1): 211-3.
- CORNWELL, P.B. - 1966. Susceptibility of the grain and rice weevils, *Sitophilus granarius* (L.) and *Sitophilus zeamais* Mots. to gamma radiation. The Entomology of Radiation Desinfestation of Grain, 1-18, 1st edition.
- COTTON, R.T. - 1920. Rice weevil (Calandra) *Sitophilus oryzae*. Jl. Agric. Res. Washington, D.C., XX, n^o 6, pp.409-422.
- FERREIRA, A.M. - 1960. Subsídios para o estudo de uma praga do feijão (*Zabrotes subfasciatus*, Boh., Col., Bruchidae) dos climas tropicais. Garcia de Orta, 8(559-81).

- FLOYD, E.H. e L.D. NEWSON - 1959. Biological study of the rice weevil complexe. Annals Entom. Soc. Amer., vol.52 (687-694).
- FRAPPA, C. - 1929. Les insectes nuisibles au riz sur pied et au riz en magasin à Madagascar. Riz et Riziculture, III, n° 4, pp.167-184, 1 pl.
- GALLO, D. - 1960. Radioisótopos no controle das pragas. O Solo, ano LII, n° 1, pp.30-31.
- HOSSAIN, M.M., J.H. BROWER e E.W. TILTON - 1972. Sensitivity to an acute gamma radiation exposure of successively irradiated generations of the cow pea weevil. J. Econ. Ent., vol.65 (6):1566-68.
- HOOVER, D.L., E.H. FLOYD e H.D. RICHARDSON - 1963. Effects of 300 KV X-rays radiation on the *Sitophilus oryzae* (L.). J. Econ. Ent., 56(5): 584-86.
- HOWDEN, H.F. e S.J. AVERBACH - 1958. Some effects of gamma radiation on *Trogoderma sternale* Jayne. Ann. Ent. Soc. Amer. 51(1):48-51.
- HŌZAWA, S. - 1930. Observations on the rice-weevil, *Calandra oryzae*. Annot. Zool. Jap. XII, n° 1, pp.25-37, Tokyo (rec. 1930). Rev. Appl. Ent. series A, XVIII, 535-6, 1930.
- HUNTER, W.D. - 1912. Results of experiments to determine the effect of roentgen rays upon insects. Jour. Econ. Ent. 5(188-93).
- JAYNES, H.A. e P.A. GODWIN - 1957. Sterilization of the white-pine weevil with gamma radiation. J. Econ. Ent. 50(4):393-5.
- KALMYKOV, P.G. - 1970. Uliyanie ioniziruyushchikh izluchenu na nasekomykh. 143pp. Moscow, Atomizdat. Rev. Appl. Ent., series A, LVIII, 1970. pp.810 (3351).

- KHARE, B.P. e N. AGRAWAL - 1970.** Effect of temperature, relative humidity and food material on the biology of *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.) (Col. Curc.) and Brostrichidae). Beiträge Zur Entomologie, 20(1/2):183-188. Rev. Appl. Ent. 60, 1972. pp.194.
- KUMAGAI, M. - 1967.** Influence of post-treatment humidity on the irradiated rice weevil adult, *Sitophilus zeamais* Mots. (Col., Curc.). Appl. Ent. Zool., 2(1):51-57.
- KUSCHEL, G. - 1961.** On problems of synonymy in the *Sitophilus oryzae* complex (30th distribution Coleoptera, Curc.). Ann. and Mag. Nat. Hist. 4(40):241-244.
- KUWAYAMA, S. - 1928.** The principal insect pests of the rice plant in Hokkai. Bull. Hokkai Agric. Expt. Sta., nº 47, 107 pp. Rev. Appl. Ent. series A XVII, pp.343-44, 1929.
- MACELJSKI, M. e Z. KORUNIC - 1971.** [A further contribution to knowledge of the morphology of the maize weevil (*Sitophilus zeamais* Mots.)]. Drugi prilog poznavanju morfologije kukuruznog ziska (*Sitophilus zeamais* Mots.). Zatista Bilja, 22(112/113):33-41. Rev. Appl. Ent. series A, 1973, vol. 61, nº 11, pp.1069-70.
- NAIR, K.K. e G.W. RAHALKAR - 1962.** Studies on the effects of gamma radiation on the khapra beetle *Trogoderma granarium* Everts. Radioisotopes and Radiation in Entomology, IAEA, Vienna. Proceedings of a Symposium, Athens, 22/26. April 1963.
- NAKANO, O. e S.S. NETO - 1975.** Apostila de Entomologia Econômica, 2.^a edição, 387 pp.
- NICHOLAS, R.C. e D.E. WIANZ - 1959.** Radiation of important grain infesting pests. Order of death curves and survival values for the various metamorphic forms. Food Technology, 58-62.

O'BRIEN, R.D. e L.S. WOLFE - 1964. Radiation, radioactivity and insects. 10 x 6 in, XV + 211 pp. New York & London Academic Pr. Ann. Applied 54, 1966, pg.465.

OHSAWA, K., K. OSHIMA, I. YAMOTO e R. YAMOTO - 1970. Attractant for the rice weevil, *Sitophilus zeamais* Mots. (Col. Rhynchophoridae), from the rice weevils. III. A new type of olfactometer for rice weevil. Appl. Ent. Zool., 5(3):121-125.

PACHECO, J.M. - 1973. Efeitos da radiação gama em *Sitophilus oryzae*, (Linné, 1763) (Coleoptera, Curculionidae). Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da USP para obtenção do título de Mestre. ESALQ, USP, 76pp.

PAPADOPOULOU, C.P. - 1960. Desinfestation of dried figs by gamma radiation. Radioisotopes and Radiation in Entomology, Vienna, IAEA, Proc. of a Symposium, Athens, 1963.

PENDLEBURY, J.B., E.J. BANHAM, B.E. COOPER e C.M. BLAND - 1962. The influence on temperature upon the radiation susceptibility of *Sitophilus granarius* (L.). AERE-R-3641, United Kingdom Atomic Energy Authority Research Group Isotope Research Div., Wantage, Berks, England, 38p.

PENDLEBURY, J.B. - 1966. The influence of temperature upon the radiation susceptibility of *Sitophilus granarius* (L.). The Entomology of Radiation Desinfestation of Grain, 1st edition (27-40).

PESSON, P. - 1963. Utilization des radiations ionizantes (^{60}Co) pour la protection des déprées contre les insectes nuisibles. Industr. Agr. 80, n° 3, pp.211-225.

- PESSON, P. - 1963. Some experimental data on cobalt 60 radiation doses capables of arresting insects of cereals and flour. Food Irradiation 3,4 A 18 - A - 21.
- PORTCHINSKY, I.A. - 1913. Insects injurious to grain in stores and warehouses. Vol. 3, n° 3. Memoirs of the Bureau of Entomology of the Scientific Committee of the Agriculture. St. Petersburg, X, n° 5, 1913, pp.84. Rev. Appl. Ent. séries A II, pp.39-40.
- PRUTHI, H.S. - 1937-38. Report of the Imperial Entomologist. Sci. Rep. Agric. Res. Inst. New Delhi, pp.113-128.
- RICHARDS, O.W. - 1947. Observations on grain-weevils *Calandra* (Col. Curc.). I. General biology and oviposition. Proc. Zool. Soc. London, 117(1):1-43.
- ROSSETO, C.J. - 1967. O complexo *Sitophilus* sp. (Coleoptera, Curc.) no Estado de São Paulo. Ciência e Cultura, 19(2):306-7, r.133.
- ROSSETO, C.J. - 1968. *Zabrotes subfasciatus* é uma das piores pragas do feijão armazenado no Brasil devido ao clima tropical. Comunicação Pes-soal.
- ROSSETO, C.J. e D. LINK - 1968. Especificidade hospedeira de *Sitophilus zeamais* e *Sitophilus oryzae* em arroz, trigo e milho em condições naturais. In: Anais da I Reunião Anual da Soc. Bras. Ent., Piracicaba, p-16 (resumo).
- RUNNER, G.A. - 1916. Effect of roentgen rays on the tobacco or cigarette beetle and results of new form of roentgen tube. Journal Agric. Res., 6, 11 (383-88).

- SANTOS, J.H.R. - 1976.* Aspectos da resistência de cultivares de *Vigna sinensis* (L.) Savi ao ataque do *Callosobruchus maculatus* (F., 1775) (Col., Bruchidae, mantidos no Estado do Ceará - Brasil. Tese de Douto-ramento. 194pp.
- SAYED, TAHER M. EL - 1935.* On the biology of *Araecerus fasciculatus* (DeGeer) (Col. Anthribidae), with special reference to the effects of variations in the nature and water content of the food. Ann. appl. Biol., 22(9):557-577.
- SCHMIDT, M. - 1923.* Die morphologischen unterschie de von *Calandra oryzae* (L.) und *Calandra zeamais* Mots. (platensis zacher). Arb. Biol. Reichsanst. Land-u Forstw, XII, n^o 4, pp.233-235.
- SHIPP, E. - 1966.* Susceptibility of Australian strains of *Sitophilus* and *Tribolium* species to gamma radiation. The Entomology of Radiation Grain, 131-141.
- SINGH, H. e J.N. LILES - 1972.* Effects of gamma rays on the acute lethality and reproductive potencial of lesser grain bores adults. J. Econ. Ent. 65(3):656-659.
- TAKAHASHI, S. - 1926.* On the original home of *Calandra oryzae* (L.). Insect world, XXX, n^o 1, pp.12-17. Rev. Appl. Ent. series A, XIV, pp.201.
- TILTON, E.W. e H.W. SCHROEDER - 1963.* Some effects of infrared irradiation on the mortality of immature insects in kernel of rough rice. J. Econ. Ent., 56(6):727-730.
- TILTON, E.W., J.H. BROWER, G.A. BROWN e R.L. KIRPATRICK - 1962.* Combina-tion of gamma and microwave radiation for control of Angoumois grain moth in wheat. J. Econ. Ent., 65(6):531-533.

- TILTON, E.W., W.E. BURKHOLDER e R.R. COGBURN - 1966. Effects of gamma radiation on *Rhizopertha dominica* (F.), *Sitophilus oryzae* (L.), *Tribolium confusum* (J. duV.) and *Lasioderma serricornis* (F.). J. Econ. Ent., 59(6):1363-1368.
- TILTON, E.W. e J.H. BROWER - 1971. Sexual competition of gamma sterilized male cow pea weevils. J. Econ. Ent., 64(5):1337-1338.
- TREIMAN, F.S. - 1937. On the morphology and biology of *Calandra oryzae* (L.) (In Ukrainian). Trav. Inst. Zool. Biol. Acad. Sci. Ukr., 14 pp. 259-277. Rev. Appl. Ent. series A, XXVI, 1938, pp.158-9.
- TSAI (PANG-HWA) e CHANG (YEN-NIEN) - 1935. Experimental studies regarding the influence of temperature and relative humidity on the oviposition of the rice weevil (*Calandra oryzae* L.). Agric. sinica 1, n° 6, pp.175-188.
- UTIDA, S. - 1971. Influence of temperature on the number of eggs, mortality and development of several species of bruchid infesting stored beans. Jap. J. appl. Ent. Zool., 15:23-30.
- VIADO, G.B., E.C. MANOTO - 1963. Effects of gamma radiation on three species of philipine insect pests, p.443-53. Radiation and Radioisotopes Applied to Insect of Agricultural Importance. Proceedings of a Symposium, Athens, 22-26 april, Vienna, IAEA.
- VOÛTE, A.D. - 1936. Der Einfluss der Temperature und die Vermehrung der Insekten. Hand. 7. Ned-Ind. naturwet. Congr., pp.472-480 (Recd.1938).
- WALDER, J.M.M. - 1974. Alguns efeitos da radiação gama em *Callosobruchus maculatus* (Fabr. 1792) (Coleoptera, Bruchidae). Dissertação apresentada à ESALQ para obtenção do título de Mestre, 69pp.

- WALDER, J.M.M. e F.M. WIENDL - 1974. Alguns efeitos da radiação gama em *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1792). 26.^a Reunião Anual da S.B.P.C., Recife, Pernambuco, pp.545.
- WALDER, J.M.M., V. ARTHUR, R.E. DOMARCO e F.M. WIENDL - 1975. Determinação da dose esterilizante de radiação gama para adultos de *Lasioderma serricorne* (F.). Resumos da 27.^a Reunião Anual da S.B.P.C., 9 a 16 de julho de 1975, Belo Horizonte, pp.330.
- WENHOLZ, H. - 1917. The case of seed maize. Agric. Gaz. N.S.W., Sydney, XVIII, part 4, 2nd April, pp.229-243.
- WIENDL, F.M. e E.B. FILHO - 1968. Influência da radiação gama na longevidade de *Sitotroga cerealella* (Oliv.). Anais da 1.^a Reunião Anual da S. B.E. (resumo).
- WIENDL, F.M. - 1969. Alguns usos e efeitos das radiações gama em *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (Col. Bruchidae). Tese de Doutorado, ESALQ, 205p. Piracicaba, SP.
- WIENDL, F.M. e C.J. ROSSETO - 1969. Efeitos das radiações gama em *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Col. Bruchidae). S.B.E. Resumo da II reunião anual, Recife, Pe.
- WIENDL, F.M. - 1969. Influência das doses subesterilizantes de radiações gama em *Sitophilus zeamais* (Mots.). (Col. Curculionidae). Resumos da 2.^a Reunião Anual da S.B.E., 1 a 6/12/1969, Recife, Pernambuco.
- WIENDL, F.M. - 1971. Some gama-irradiation effects on survival, longevity and reproduction of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) Sterility Principle for Insect Control or Eradication, IAEA, pp.525-529.

- WIENDL, F.M. - 1972. Efeitos da radiação gama em *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col. Curc.). Tese de Livre-Docência, ESALQ, Piracicaba, S.P., 156p.
- WIENDL, F.M. e A.S. PEDROSO - 1972. Efeitos da radiação gama em *Sitophilus zeamais* Mots. Resumos da XXIV Reunião Anual da S.B.P.C., S. Paulo, 2 a 8/7/1972, pp.428.
- WIENDL, F.M., J.M. PACHECO, J.M.M. WALDER, R.B. SGRILLO e R.E. DOMARCO - 1974. A method of determining the gamma radiation doses for the sterilization of stored product insects. Reprint from Sterility Principle for Insect Control, 1974 (289-315).
- 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. Boletim Científico do CENA, USP, CNEN. Piracicaba, SP.
- WIENDL, F.M. e V. ARTHUR - 1974. Determinação da dose esterilizante de radiação gama para o caruncho das tulhas *Araccerus fasciculatus* (DeGeer). 26.^a Reunião Anual da S.B.P.C.
- WILLE, J. - 1923. Beiträge zur biologie des Reiskäfers *Calandra oryzae* (L.). Zeitschr. Angew. Ent. IX, n^o 2, pp.333-342. Berlin.
- WOESTIGNE, N. VAN DE e J. VAN DEN BRANDE - 1960. Resistance des Insects aux irradiations ionisantes. Quelques résultats avec la teigne de la farine *Ephestia kueniella* Z. Bull. Inst. Agron. Gemblouse Hors. Ser. 2pp. 872-882.
- WULKER, G. - 1921. Biologie und Forstliche Bedeutung der Rüsselkäfer. Intern. Ent. Zeitschr. Gubeu, XV, n^o 11 and 13, 20/8 e 17/9, pp.87 e 98.

WIENDL, F.M. - 1969. Influência das doses subesterilizantes de radiações gama em *Sitophilus zeamais* Mots. S.B.E. Resumos da II Reunião Anual, Recife, Pe.

YINON, V. e A. SHULOV - 1970. The dispersion of *Trogoderma granarium* in a temperature gradient and comparison with other stored product beetles. Entomologia Exp. Appl., 13 pt. 1 pp. 107-121.

ZUMPT, F. - 1935. Revision der europäischen *Calandra* - Arten. Curculioniden - Studien XII. Ent. Bl. 31, n° 2, pp:55-59.

ZUTSHI, M.K. - 1968. Effect of continuous and fractionated doses of gamma radiation on *Calandra oryzae* (L.). Bull. of Grain Technology, 6(3):164-165.

--oo00||00oo--