

EFEITOS DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA ANTES E APÓS
A IRRADIAÇÃO GAMA NA LONGEVIDADE
E REPRODUÇÃO DE *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855
(Coleoptera, Curculionidae)

A.A. Camargo ¹
M.A. Bêrgamo ²
F.M. Wiendl ¹

INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dentre os insetos pragas de grãos armazenados que causam grandes e graves problemas econômicos, podemos mencionar: *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera, Curculionidae), que foi considerado por ROSSETO (1967, 1969), como sendo a praga mais severa do arroz e do milho. Isto se deve quase sempre, às condições favoráveis de temperatura e umidades em todo o território brasileiro.

Essa espécie em particular, como todas as demais,

¹ Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Seção de Entomologia, Piracicaba, SP.

² Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho", Rio Claro, SP.

não tem sido muito estudada no tocante aos efeitos radiológicos em combinação com a temperatura.

WIENDL (1969) estudou os efeitos de radiações iônicas na longevidade e reprodução de adultos de *Sitophilus zeamais* (Mots), com 0.5 dias após a emergência. As doses utilizadas foram, 500, 1000, 2000, 4000 e 8000 krad.

Mostrou o autor que ocorreu um aumento na longevidade para todas as doses, com exceção de 8000 rad, Neste caso houve diminuição em relação à longevidade de testemunha. A reprodução recebeu pouca influência das radiações nas doses inferiores.

WIENDL (1970) verificou a influência de temperatura na longevidade de *Laemophloeus* sp. utilizando-se das dosagens de 0; 1,25; 2,5; 5; 10; 20; 50; 100; 250 e 500 Krad. Verificou a mortalidade após a irradiação em 2 ambientes: um a 30°C e U.R. de 90 a 95% e outro a 25°C e U.R. de 60 a 65%. Observou o autor que a maior mortalidade ocorreu em ambiente mais quente, intensamente influenciado pela dose de radiação sendo que pouca variação ocorreu entre as dosagens até 5 Krad.

KIRPATRICK et alii (1972) fizeram constagens de mortalidade de insetos 72 horas após tratamento com $49 \pm 1,5$ °C e $57 \pm 1,5$ °C, houve demora na mortalidade, mas o mesmo não ocorreu quando esses foram tratados com $65,5 \pm 1,5$ °C.

A mortalidade dos insetos na testemunha foi de 2% ou menos para cada espécie.

Observaram ainda os autores uma considerável variação na mortalidade entre as espécies quando as amostragens infestadas, foram tratadas com $49 \pm 1,5$ °C. A mortalidade de *Oryzaephilus surinamensis* (L) foi quase 3 vezes que o *Lasioderma serricorne* (Fabricius). A mortalidade dos insetos nas amostras tratadas a $57 \pm 1,5$ °C foi de 93% infestadas com *Sitophilus granarius* (L) e para 100% nas amostragens infestadas com *Oryzaephilus mercator* (Fauvel).

Para cada espécie testada com $65,5 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$, conseguiram uma mortalidade de 99,6% ou mais.

Informaram os autores através desse experimento, que os insetos em grãos podem ser controlados por elevação da temperatura dos grãos para 65°C por estufas infravermelhas.

KIRKPATRICK *et alii* (1973) mostraram que a mortalidade do *Sitophilus oryzae* cresce quando a umidade relativa decresce. Houve pouca ou nenhuma diferença na mortalidade dos adultos de *Sitophilus oryzae* (L.) do tratado e não tratado, quando o inseto tratado foi exposto a uma temperatura de $39 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e 75% de umidade relativa. De qualquer modo quando a umidade relativa foi reduzida para 60%. Foi obtido 100% do controle.

WIENDL *et alii* (1976) realizaram um experimento utilizando frio, a 5°C durante 45 minutos e calor, a 45°C durante o mesmo período aplicado a adultos antes e após a irradiação gama com doses de 0 (test.), 3, 5 e 7 krad, sub-esterilizante.

Concluíram os autores que frio antes assim como calor depois da irradiação atenuaram os efeitos das radiações. Ao contrário os efeitos foram acentuados com calor antes e o frio após a irradiação, diminuindo-se portanto a longevidade e reprodução.

BARBOSA *et alii* (1978) em seu trabalho encontraram uma maior influência de temperatura. A dose mais elevada necessária à esterilização da espécie 9 Krad, ocorreu na faixa de 24° , considerada mais favorável ao desenvolvimento da espécie.

Os autores observaram que em temperatura mais elevada 27 a 30°C , dose necessária para atingir esterilização foi de 8 Krad, e para 33°C foi apenas de 7 Krad. Enquanto que na temperatura de 36°C não houve reprodução nem sobrevivência da espécie.

MATERIAL E MÉTODO

A fim de se conseguir os dados necessários fizeram-se 2 ensaios. Em ambos, os insetos foram da espécie *Strophophilus zeamais* Mots, 1855, provenientes da criação permanente do laboratório da seção de Entomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, em Piracicaba, SP, onde estão sendo mantidos há aproximadamente 80 gerações em cultura pura, sob condições controladas de temperatura e umidade ($27 \pm 1^\circ\text{C}$ e $70 \pm 5\%$ U.R.).

A fonte de radiações ionizantes foi um irradiador de cobalto-60, tipo radial, com a taxa de 119,25 Krad, na ocasião dos ensaios.

Em ambos os ensaios os insetos foram submetidos às seguintes doses de radiação gama, 0 (test.), 2, 4, 8, 16, 32 e 64 Krad.

No primeiro ensaio os insetos foram submetidos à uma temperatura de -8°C imediatamente antes da irradiação, durante um período de 15 minutos. No segundo ensaio, o tratamento pelo frio foi feito após a irradiação, com a mesma temperatura.

Em ambos os ensaios procurou-se manter ao mínimo possível o intervalo entre o tratamento térmico e o da irradiação, não excedendo nunca um período maior que 45 segundos entre o tratamento subsequente.

Logo após o tratamento os insetos foram mantidos em vidros de aproximadamente 50 ml de capacidade, com tampa de polietileno. Junto ao substrato constituído de arroz integral, desinfetado previamente por meio de frio a -22°C durante 3 semanas, foram mantidos em câmaras climatizadas, sob condições semelhantes às de criação estoque.

Todas as doses eram constituídas de 8 repetições, sendo que cada uma contava com dez insetos, retirados de população considerada normal, contendo adultos de ambos os sexos, sem levar em conta a idade do indivíduo.

As contagens de mortalidade foram feitas semanalmente. Os adultos que ainda estavam vivos, foram transferidos a cada 3 semanas para um novo substrato, a fim de evitar confusão com os da geração filial F_1 . Os vidros contendo o substrato onde permaneceram durante três semanas, também ficaram nas camadas climatizadas, a fim de dar nascimentos à geração F_1 , cujo número era determinado também semanalmente, com posterior descarte dos adultos.

Cada uma das repetições, após um período de três semanas em que não houvesse nenhuma emergência. Também foi descartado, para não confundir F_1 com um possível nascimento de F_2 não estudado.

RESULTADOS

As mortalidades semanais dos adultos de *Sitophilus zeamais* Mots, 1855, estão representadas nos quadros I e II, sendo que consta do quadro I a mortalidade do tratamento de frio depois da irradiação e do quadro II a do tratamento de frio antes da irradiação.

No quadro III, vem representado os nascidos de pais que sofreram tratamento de frio depois da irradiação. No quadro IV os nascidos de maneira semelhante, só que o tratamento de frio foi antes da irradiação.

Análise dos resultados

Através dos resultados de mortalidade obtidos dos quadros I e II, construíram-se tabelas de mortalidade, cujos resultados de esperança de vida vem representados nos quadros V e VI relativamente aos ensaios 1 e 2.

A partir desses resultados foram feitos gráficos, sendo que a figura 1a mostra as respectivas esperanças de vida ao início dos experimentos (e^x) para ambos os ensaios.

QUADRO 1 - Mortalidade semanal de adultos de *S. zeamais* Mots., sob diferentes doses de radiação gama e submetida a uma temperatura de -8°C durante 15 minutos depois da irradiação

Semanas	Doses (Krad)						
	0	2	4	8	16	32	64
1	3	2	6	25	32	24	69
2	3	1	8	27	48	56	2
3	1	3	2	0	-	-	-
4	1	0	0	3	-	-	-
5	2	3	3	1	-	-	-
6	4	2	4	1	-	-	-
7	3	3	3	2	-	-	-
8	12	12	7	5	-	-	-
9	13	7	13	4	-	-	-
10	1	3	3	1	-	-	-
11	4	2	1	1	-	-	-
12	9	5	5	0	-	-	-
13	0	2	2	0	-	-	-
14	1	2	2	0	-	-	-
15	2	4	3	0	-	-	-
16	1	3	0	0	-	-	-
17	4	2	3	0	-	-	-
18	8	7	7	1	-	-	-
19	0	0	0	0	-	-	-
20	0	3	1	3	-	-	-
21	1	1	1	2	-	-	-
22	0	2	2	0	-	-	-
23	0	2	3	1	-	-	-
24	1	3	1	3	-	-	-
25	2	1	-	-	-	-	-
26	1	3	-	-	-	-	-
27	2	1	-	-	-	-	-
28	1	0	-	-	-	-	-
29	-	0	-	-	-	-	-
30	-	1	-	-	-	-	-
31	-	0	-	-	-	-	-
32	-	0	-	-	-	-	-
33	-	0	-	-	-	-	-
34	-	1	-	-	-	-	-

Obs.: A dose (0) sofreu apenas tratamento térmico.

QUADRO II - Mortalidade semanal de adultos de *S. zeamais* Mots., sob diferentes doses de radiação gama e submetida a uma temperatura de -8°C durante 15 minutos antes da irradiação.

Semanas	Doses (Krad)						
	0	2	4	8	16	32	64
1	1	0	21	42	41	17	80
2	0	5	10	36	39	63	-
3	2	0	0	0	-	-	-
4	1	0	0	0	-	-	-
5	4	1	0	0	-	-	-
6	5	3	3	0	-	-	-
7	2	4	2	0	-	-	-
8	5	10	2	0	-	-	-
9	15	15	5	1	-	-	-
10	3	5	1	-	-	-	-
11	0	2	2	-	-	-	-
12	7	8	5	-	-	-	-
13	2	0	2	-	-	-	-
14	2	3	1	-	-	-	-
15	2	6	3	-	-	-	-
16	4	1	0	-	-	-	-
17	1	1	1	-	-	-	-
18	10	4	4	-	-	-	-
19	2	0	3	-	-	-	-
20	1	1	3	-	-	-	-
21	2	2	4	-	-	-	-
22	1	2	0	-	-	-	-
23	1	0	1	-	-	-	-
24	0	1	3	-	-	-	-
25	3	2	1	-	-	-	-
26	2	2	1	-	-	-	-
27	0	1	2	-	-	-	-
28	0	1	-	-	-	-	-
29	0	0	-	-	-	-	-
30	1	1	-	-	-	-	-
31	0	-	-	-	-	-	-
32	0	-	-	-	-	-	-
33	0	-	-	-	-	-	-
34	1	-	-	-	-	-	-

Obs.: A dose (0) não sofreu nenhum tratamento.

QUADRO 111 - Nascimento de adultos de *S. zeamais* Mots., cuja geração paterna foi irradiada com diferentes doses de radiação gama e submetida a uma temperatura de -8°C durante 15 minutos depois da irradiação.

Doses	Períodos de oviposição (3 semanas)										Total
	24/2/78	11/3/78	01/4/78	22/4/78	13/5/78	03/6/68	25/6/78	15/7/78	14/7/78	4/08/78	
0	811	766	278	0	24	0	0	0	0	0	1879
2	1009	591	386	120	75	28	13	0	0	0	2222
4	93	45	30	0	7	1	0	0	0	0	176
8	46	0	0	0	-	-	-	-	-	-	46
16	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0
32	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0
64	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0

Obs.: A dose (0) sofreu apenas tratamento térmico.

QUADRO IV - Nascimento de adultos de *S. zeamais* Mots, cuja geração paterna foi irradiada com diferentes doses de radiação gama e submetida a uma temperatura de -8°C durante 15 minutos antes da irradiação.

Doses	Períodos de oviposição (3 semanas)										Total					
	24/02/78	11/3/78	01/4/78	22/4/78	13/5/78	03/6/78	25/6/78	15/7/78	10/3/78	31/3/78		21/4/78	12/5/78	02/6/78	24/6/78	14/7/78
0	893	552	290	165	71	67	0	0	2038							
2	840	729	311	152	61	35	2	0	2130							
4	17	0	0	0	-	-	-	-	17							
8	5	0	0	0	-	-	-	-	5							
16	0	0	0	-	-	-	-	-	0							
32	0	0	0	-	-	-	-	-	0							
64	0	0	0	-	-	-	-	-	0							

Obs.: A dose (0) não sofre nenhum tratamento.

Os dados obtidos nas contagens de natalidade referentes aos quadros III e IV, foram colocados na figura 1b, onde esta consta dos totais de insetos emergidos para cada uma das doses, para ambos os ensaios.

CONCLUSÕES

Segundo a análise dos resultados pode-se dizer o seguinte:

- a) o frio antes da irradiação, causa mais efeito deletérico ao inseto, do que frio após a irradiação. Resultando num menor índice de natalidade;
- b) a longevidade dos adultos de *Sitophilus zeamais* Mots, 1855, diminuiu, e a mortalidade aumentou no tratamento de frio antes da irradiação.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal fazer um estudo básico de radiobiologia, que permita verificar os efeitos sinérgicos da variação brusca da temperatura, sobre a longevidade e reprodução de *Sitophilus zeamais* Mots, 1855, antes e após a irradiação gama. E também fazer uma análise de tais efeitos, na aplicação prática do sistema de irradiação, para o consumo humano, de grãos armazenados. Significa aproveitar os efeitos sinérgicos para se reduzir a dose necessária de radiação gama para a desinfestação do produto armazenado, atacado pelo gorgulho. As doses de irradiação aplicadas nos insetos foram provenientes de uma fonte de cobalto - 60, administrada nas doses de 0 (testemunha), 2, 4, 8, 16, 32 e 64 krad. no primeiro ensaio os insetos receberam um tratamento de frio de -8°C durante 15 minutos, depois da irradiação e no segundo ensaio este tratamento foi feito

antes. As contagens de mortalidade e nascimento foram feitos semanalmente. A partir desses dados concluímos que a longevidade dos adultos diminuiu e a mortalidade aumentou no tratamento de frio antes da irradiação. Etambém o frio antes da irradiação causa efeito mais deletério no inseto do que frio após a irradiação resultando num menor índice de natalidade.

SUMMARY

EFFECTS OF TEMPERATURE VARIATION BEFORE AND AFTER GAMMA IRRADIATION ON THE LONGEVITY AND REPRODUCTION OF *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera, Curculionidae).

This paper deals with a basic study of radiobiology in order to verify the synergistic effects of the sudden variation of temperature on the longevity and reproduction of *Sitophilus zeamais* Mots., 1855, before and after gamma irradiation, and to analyse such effects in the practical application of the irradiation system of stored grains for human consumption. Also to take advantage of the synergistic effects so as to reduce the dose rate necessary to control weevils attacking stored grains. The insects were irradiated at the rates of 0 (control), 2, 4, 8, 16, 32 and 64 krad, by using a 60-Cobalt source. In a first experiment, the insects were exposed to cooling at -8°C below zero for 15 minutes after irradiation; in a second experiment this treatment was done before irradiation. The countings of the insect birth and death rates were weekly done. From these data one can conclude that the adult longevity decreased and the mortality increased when the insects were cooled before irradiation, and also that cooling before irradiation induces a more deleterious effect on the insect than cooling after irradiation, resulting in a lower birth rate.

QUADRO V - Esperança de vida (e^x dias) semanal de adultos de *S. zeamais* Mots., sob diferentes doses de radiação gama e submetida a uma temperatura de -8°C durante 15 minutos depois da irradiação

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

Obs.: A dose (0) sofreu apenas tratamento térmico.

QUADRO VI - Esperança de vida (e^x dias) semanal de adultos de *S. zeamais* Mots., sob diferentes doses de radiação gama e submetida a uma temperatura de -8°C durante 15 minutos antes da irradiação

Semanas	Doses (rad)						
	0	2	4	8	16	32	64
1	87,93	82,74	66,58	7,30	6,91	9,01	3,50
2	82,00	75,74	82,04	4,82	3,50	3,50	-
3	75,00	73,50	91,07	45,50	-	-	-
4	69,86	66,50	84,07	38,50	-	-	-
5	63,73	59,50	77,07	31,50	-	-	-
6	60,08	53,24	70,07	24,50	-	-	-
7	57,30	43,95	63,31	10,50	-	-	-
8	51,96	43,95	63,31	10,50	-	-	-
9	48,99	43,93	59,16	3,50	-	-	-
10	57,16	51,03	59,68	-	-	-	-
11	53,99	50,28	54,25	-	-	-	-
12	47,00	45,88	50,23	-	-	-	-
13	48,69	51,00	51,29	-	-	-	-
14	44,43	44,00	47,83	-	-	-	-
15	40,08	41,86	42,53	-	-	-	-
16	35,60	46,97	40,63	-	-	-	-
17	33,74	42,48	33,63	-	-	-	-
18	28,00	37,67	28,00	-	-	-	-
19	38,50	41,19	26,44	-	-	-	-
20	37,33	34,19	24,03	-	-	-	-
21	33,40	29,75	22,16	-	-	-	-
22	33,05	28,00	24,50	-	-	-	-
23	29,75	27,12	17,50	-	-	-	-
24	26,50	20,12	12,50	-	-	-	-
25	19,50	15,50	12,25	-	-	-	-
26	24,50	13,30	8,16	-	-	-	-
27	38,50	12,83	3,50	-	-	-	-
28	31,50	10,49	-	-	-	-	-
29	24,50	10,50	-	-	-	-	-
30	17,50	3,50	-	-	-	-	-
31	24,50	-	-	-	-	-	-
32	17,50	-	-	-	-	-	-
33	10,50	-	-	-	-	-	-
34	3,50	-	-	-	-	-	-

Obs.: A dose (0) não sofreu nenhum tratamento.

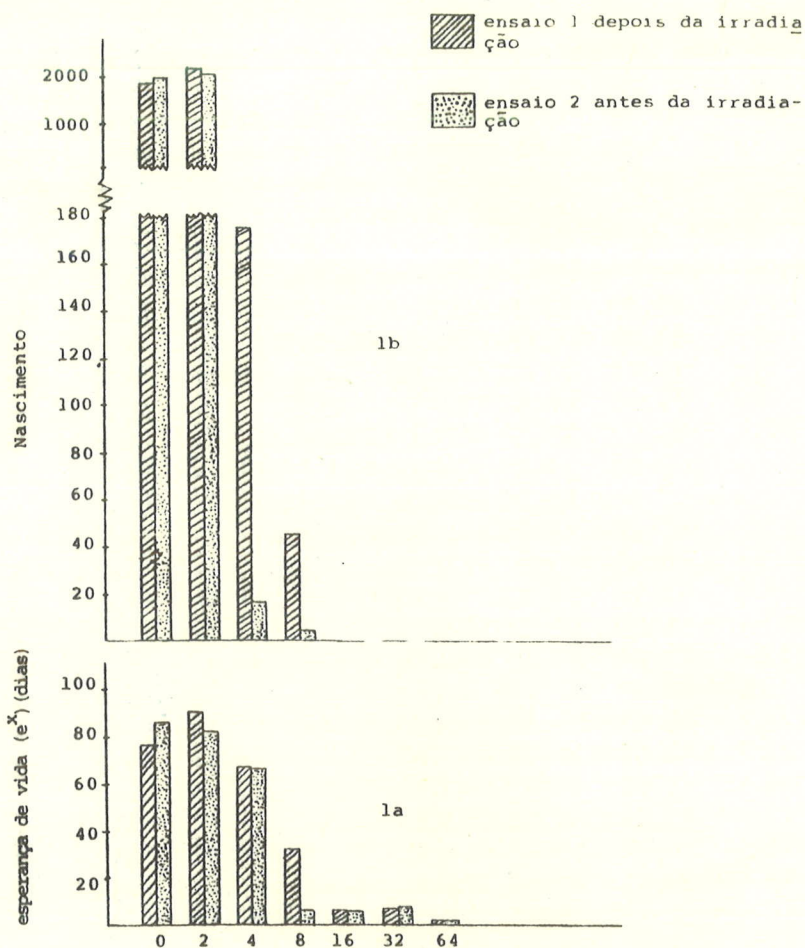


Figura 1a - Esperança de vida ao início do experimento, e^x dos adultos irradiados com diversas doses de radiação gama, sendo que no ensaio 1 os adultos sofreram uma temperatura de -8°C durante 15 minutos, depois da irradiação. No ensaio 2 este mesmo tratamento antes da irradiação; Figura 1b - Nascimento de adultos de *Sitophilus zeamais* cuja geração paterna foi irradiada com diferentes doses de radiação gama. Sendo que no ensaio 1 os insetos foram submetidos a uma temperatura de -8°C durante 15 minutos depois da irradiação. No ensaio 2 o mesmo tratamento antes da irradiação.

LITERATURA CITADA

- BARBOSA, A.P. & F.M. WIENDL, 1978. Influência da temperatura na dose esterilizante de radiação gama para *Sitophilus oryzae* (L.) em arroz. III. Congresso Latino Americano de Entomologia.
- WIENDL, F.M., 1969. Influência das doses sub-esterilizantes de radiação gama em *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera, Curculionidae). Sociedade Brasileira de Entomologia, Recife, Pernambuco.
- WIENDL, F.M., 1970. Influência de temperatura na longevidade de *Laemophloeus* sp. (Coleoptera, Cucujidae), quando irradiado sob diferentes doses de raios gama. Simpósio brasileiro de Radioisótopos, Rio de Janeiro.
- WIENDL, F.M.; V.L. TORNISIELO & V. ARTHUR, 1976. Efeitos da elevação da temperatura antes e após a irradiação gama (^{60}Co) sobre a longevidade e reprodução de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Col. Bruchidae). III Congresso brasileiro de Entomologia, Maceió, AL.
- KIRKPATRICK, R.L. & E.W. TILTON, 1972. Infrared radiation to control adult stored-product Coleoptera. *J. Georgia Entomol. Soc.* 7(1): 73-75.
- KIRKPATRICK, R.L. & E.W. TILTON, 1973. Elevated temperatures to control insect infestations in wheat. *J. Georgia Entomol. Soc.* 8(4): 264-268.