

COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA

EFEITO DO FRACIONAMENTO DE DOSE DE RADIAÇÃO GAMA SOBRE *SITOPHILUS ORYZAE* (LINNAEUS, 1763) (COL.: CURCULIONIDAE); *RHYZOPERTHA DOMINICA* (FABRICIUS, 1792)(COL.: BOSTRICHIDAE) E *TRIBOLIUM CASTANEUM* (HERBST, 1797) (COL.: TENEBRIONIDAE)*

L.K.F. da Silva & V. Arthur

Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia, CP 96, CEP 13400-970, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: lkfsilva@cena.usp.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo a utilização da radiação gama como um método alternativo no controle de pragas de grãos em produtos armazenados e no estudo do efeito do fracionamento de dose de radiação gama sobre *Sitophilus oryzae* (L.), *Rhyzopertha dominica* (F.) e *Tribolium castaneum* (Herbst). Separou-se 10 adultos de cada espécie, em tubos de vidro com seis repetições, num total de 60 insetos para cada tratamento. Utilizou-se para irradiação dos insetos uma fonte de Cobalto-60, tipo Gammabeam 650 (CENA-USP), cuja atividade era de 2605×10^{10} Bq, sob uma taxa de dose utilizada de 1.165 kGy / h. As doses utilizadas foram 3,0 kGy (dose contínua e fracionada) e 5,0 kGy (dose fracionada). De acordo com os resultados obtidos, observou-se que *S. oryzae* foi o mais radiosensível, em relação às outras espécies, a mortalidade das espécies *R. dominica* e *T. castaneum*, foi equivalente para todas as doses aplicadas. A mortalidade induzida para a dose de 3,0 kGy contínua não diferiu entre as espécies, enquanto que nas doses fracionadas, *S. oryzae* sofreu alta mortalidade e se diferenciou das demais espécies, pois a longevidade foi drasticamente afetada pela radiação.

PALAVRAS-CHAVE: Coleoptera, controle, pragas, grãos, radiação gama.

ABSTRACT

FRAGMENT EFFECT OF DOSE OF GAMMA RADIATION IN *SITOPHILUS ORYZAE* (LINNAEUS, 1763) (COL.: CURCULIONIDAE); *RHYZOPERTHA DOMINICA* (FABRICIUS, 1792)(COL.: BOSTRICHIDAE) AND *TRIBOLIUM CASTANEUM* (HERBST, 1797) (COL.: TENEBRIONIDAE). This work aimed to use gamma radiation as an alternative method for the control of grain plagues in stored products and to study the fragment effect of dose of gamma radiation in *Sitophilus oryzae* (L.), *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Tribolium castaneum* (Herbst.). Ten adults of each species were separated in glass tubes, with six repetitions, a total of 60 insects for each treatment. For the irradiation of the insects, Cobalt-60 font Gammabeam 650 type (CENA-USP) was used, which activity was 2605×10^{10} Bq, under a used dose rate of 1.165 kGy / h. The doses used were 3.0 kGy (continuous and fragment doses), and 5.0 kGy (fragment dose). In accordance to the results obtained, it was observed that *S. oryzae* was the most radiosensitive, in relation to the other species and the mortality of species *R. dominica* and *T. castaneum* was equivalent for all the applied doses. Induced mortality for the continuous dose of 3.0 kGy did not differ between the species, whereas in fragment doses *S. oryzae* suffered high mortality and it was differentiated from the other species, because its longevity was drastically affected by the radiation.

KEY WORDS: Coleoptera, control, pests, grain, gamma radiation.

Dentre os tratamentos utilizados para desinfestação de grãos e subprodutos, a radiação gama destaca-se pela sua eficiência, pois além de não deixar resíduos tóxicos nos alimentos, não causa a resistência aos insetos e este método pode ser utilizado nos alimentos já embalados e prontos para

comercialização. O grão tratado recebe a dose de radiação ionizante que mata ou inibe a reprodução dos insetos (ARTHUR, 1997).

Radiações ionizantes, são aquelas com energia superior a 12,4 eV e que ionizam átomos. Dentre suas aplicações encontram-se a esterilização de materiais,

*Apoio: Capes.

melhoramento genético, preservação de alimentos, retardo do amadurecimento de frutas, controle de insetos, dentre outros (CDTN, 1999) e já foi aprovado por 34 países, para mais de 40 tipos de alimentos (OMS, 1981; BRADFORD *et al.*, 1993; MATIN *et al.*, 1996).

No processo de interação da radiação gama com os organismos, ocorre a transferência de energia, que pode provocar ionização e decompor a água, ocorrendo a formação de radicais livres, que afetam grupos protéicos enzimáticos, alterando o metabolismo celular. Pode ocorrer alteração no DNA de uma célula que, continua a reproduzir-se, levando a mutação celular e fragmentação dos cromossomos e do cromatídeo; ou a morte celular. Estes efeitos, podem ser somáticos (indivíduo irradiado), ou hereditários (prole do indivíduo) como resultado de danos causados nas células dos órgãos reprodutores (AZEVEDO, 2003).

Apesar de todos estes efeitos, existem mecanismos de reversibilidade responsável pelo reparo das células que são muito eficientes. Vários trabalhos mostram que as células quando irradiadas, podem apresentar reparos sob certas condições (DUCOFF *et al.*, 1969; DUCOFF *et al.*, 1971; WIENDL & JANK (1977).

JEFFERIES (1962) observou diferenças na susceptibilidade de *Sitophilus granarius* (L.) à radiação em tratamentos contínuos e fracionados. Verificou que se aumentando os intervalos entre as doses de radiação aumentava-se também a sobrevivência dos insetos. O mesmo autor observou que num intervalo de 4 horas, havia a recuperação quase completa das células somáticas.

DUCOFF *et al.* (1971) verificaram que a divisão da dose letal em duas ou mais frações causou um aumento significativo na sobrevivência de adultos de *Tribolium confusum* e concluíram que quanto maior o número de frações de doses de radiação maior a sobrevivência.

ARTHUR *et al.* (1987) observaram o efeito do fracionamento de doses de radiação gama em *S.*

granarius e concluíram que doses agudas de radiação causam maiores efeitos deletéricos às células somáticas e conseqüentemente, menor longevidade e natalidade em comparação com as doses fracionadas. Determinaram as doses esterilizantes para adultos de *S. granarius*, que foram de 60 e 90 Gy para doses agudas e fracionadas, respectivamente.

Este trabalho teve por objetivo, a utilização da radiação gama como um método alternativo no controle de pragas de grãos em produtos armazenados e o estudo comparativo do efeito do fracionamento de dose de radiação gama em relação à dose contínua, sobre a capacidade de sobrevivência de três espécies de insetos, importantes pragas de grãos e produtos armazenados: *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae) e *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae).

O experimento foi realizado no Departamento de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Universidade de São Paulo, em Piracicaba, SP, em janeiro de 2003, utilizando-se *S. oryzae* e *R. dominica* criados em grãos de trigo (*Triticum aestivum* L.), e *T. castaneum*, foi criado em farelo de milho. Permaneceram em potes de vidro, cobertos com tela fina, à temperatura $27 \pm 5^\circ \text{C}$ e umidade relativa de $70 \pm 5\%$. Separou-se com o auxílio de um pincel, 10 adultos de cada espécie, em tubos de vidro com 8,5 cm de altura e 2,0 cm de diâmetro, com seis repetições, num total de 60 insetos para cada tratamento.

Para irradiação dos insetos utilizou-se uma fonte de Cobalto-60, tipo Gammabeam 650, sob uma taxa de dose utilizada de 1.165 kGy/h. As doses aplicadas foram: 3,0 kGy (aguda), 3,0 kGy (fracionada) e 5,0 kGy (fracionada).

Tabela 1 - Contagem de mortalidade de *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* e *Tribolium castaneum*, após a aplicação de doses de radiação gama do Cobalto-60.

Espécies	Doses(kGy)	18/02	19/02	20/02	21/02	22/02	23/02	24/02	25/02	Total
<i>Sitophilus oryzae</i>	Testemunha	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,0 (cont.)	5	29	21	4	1	0	0	0	60
	3,0 (fracion.)	2	32	20	6	0	0	0	0	60
	5,0 (fracion.)	25	30	5	0	0	0	0	0	60
<i>Rhyzopertha dominica</i>	Testemunha	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,0 (cont.)	10	8	32	7	3	0	0	0	60
	3,0 (fracion.)	0	0	8	24	26	1	1	0	60
	5,0 (fracion.)	1	0	5	10	35	3	5	1	60
<i>Tribolium castaneum</i>	Testemunha	0	0	0	0	0	0	1	5	6
	3,0 (cont.)	11	16	19	9	4	1	0	0	60
	3,0 (fracion.)	1	1	18	16	16	7	1	0	60
	5,0 (fracion.)	1	3	1	4	21	14	12	4	60

Tabela 2 - Análise de Variância da mortalidade de *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* e *Tribolium castaneum*, de acordo com as doses de radiação, três dias após o tratamento.

Causas de variação	Graus Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrados médios	F _{CALC.}	F _{TAB}
Doses	3	636,15	212,05	140,58**	2,75
Espécies	2	289,75	144,87	94,05**	3,15
Interações	6	239,47	39,91	26,46**	2,25
Resíduo	60	90,50	1,51		
Total	71	1255,87			

**Altamente significativo ao nível de significância de 1%.

Tabela 3 - Comparação de médias de mortalidade para as doses crescentes de radiação gama entre as espécies *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* e *Tribolium castaneum*.

Espécies / Doses (kGy)	3,0 (cont.)	Tukey	3,0 (fracion.)	Tukey	5,0 (fracion.)	Tukey
Testemunha	0,00	a	0,00	a	0,00	a
<i>S. oryzae</i>	9,17	b	9,00	b	10,00	b
<i>R. dominica</i>	8,33	b	1,33	a c	1,00	a
<i>T. castaneum</i>	7,62	b	3,17	c	0,83	a

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey ns=5%)

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com seis repetições, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de mortalidade, comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de significância a 5%.

Esses insetos apresentaram após a irradiação, comportamento anormal como letargia e não se alimentaram.

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 1), observou-se que *S. oryzae* foi o mais radiosensível, apresentando uma taxa de mortalidade de 90 a 100% (Fig. 1), nos três primeiros dias após a irradiação, em relação às outras espécies, que apresentaram mortalidade abaixo de 35%.

A DL₁₀₀ ocorreu em menor tempo na dose contínua, para *R. dominica* e *T. castaneum*, com 5 e 6 dias, respectivamente. Isto porque a dose aguda de radiação ionizante provavelmente provocou a morte celular sem que houvesse a chance do reparo. Para doses fracionadas o reparo celular teve maior chance de ocorrer, pois o tempo entre as doses é suficiente para que sejam ativados diversos mecanismos enzimáticos de reparo, antes da célula morrer.

Houve diferença significativa entre as doses, as espécies e a interação entre elas, ao nível de significância de 5%, o que indica que a taxa de mortalidade é dependente da espécie, e do efeito da dose (Tabela 2).

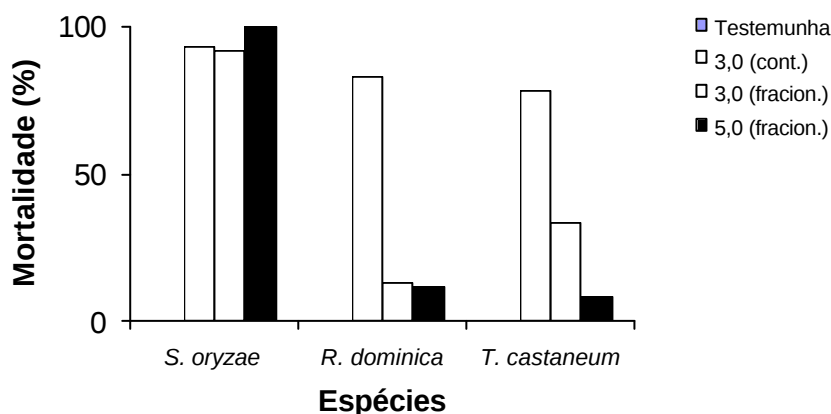


Fig. 1 - Porcentagem de mortalidade de *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* e *Tribolium castaneum*, nos três primeiros dias após a irradiação com as doses de radiação gama do Cobalto-60.

Observa-se na Tabela 3, que a dose contínua de 3,0 kGy não diferiu entre a espécie *S. oryzae* e as demais espécies. Enquanto que doses fracionadas de 3,0 kGy e 5,0 kGy, diferiram significativamente entre *S. oryzae* e as outras espécies estudadas, ao nível de significância de 5%. Verificou-se que a dose contínua de radiação provocou altas taxas de mortalidade para todas as espécies, pois provavelmente, causou maiores efeitos deletéricos às células somáticas que resultou na menor longevidade. Estes resultados concordam com ARTHUR *et al.* (1987).

Em relação à dose de 3,0 kGy contínua, observou-se que não diferiu significativamente quanto à mortalidade das espécies. Enquanto que para as doses fracionadas, a mortalidade de *S. oryzae* se diferenciou das demais espécies e a longevidade foi drasticamente afetada pela radiação.

Constatou-se que a mortalidade das espécies *R. dominica* e *T. castaneum*, foi igual para todas as doses aplicadas, ao nível de significância de 5% de probabilidade de erro.

A mortalidade induzida pela dose de 5,0 kGy fracionada, apesar de ser considerada bastante elevada, não diferiu da mortalidade induzida pela dose de 3,0 kGy fracionada (aos ns = 5%), talvez pelo fato de se ter sido fracionada em três parcelas, enquanto que a dose de 3,0 kGy foi fracionada em duas parcelas.

Pelos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que *S. oryzae* foi a espécie mais radiosensível. *R. dominica* e *T. castaneum*, demonstraram radiosensibilidade igual para todas as doses aplicadas. A dose de 3,0 kGy contínua, causou alta mortalidade igualmente para as 3 espécies estudadas, enquanto que as doses fracionadas (3,0 e 5,0 kGy) promoveram maior longevidade para as espécies *R. dominica* e *T. castaneum*. As doses fracionadas de radiação gama, aumentaram a esperança de vida para os adultos das espécies irradiadas, portanto, recomenda-se a aplicação de doses contínuas de radiação gama para o controle de *S. oryzae*, *R. dominica* e *T. castaneum*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, A.C.P. *Radioproteção em serviço de saúde*. Rio de Janeiro: Fiocruz/ENSP. 30p. Disponível em: <<http://www.biossegurancahospitalar.com.br/files/raiox.doc>>. Acesso em: 3 jul. 2003.
- ARTHUR, V.; WALDER, J.M.M.; WIENDL, F.M. DOMARCO, R.E.; HADDAD, S.S. Efeito do fracionamento da dose de radiação gama do Cobalto sobre a longevidade e reprodução do *Sitophilus granarius* (L. 1785) (Col., Curculionidae) em trigo. *Energ. Nucl. Agric.*, v.8, n.1/2, p.67-68, 1987.
- ARTHUR, V. Controle de Insetos-praga por radiações ionizantes. *Biológico*, São Paulo, v.59, n.1, p.77-79, 1997.
- BRADFORD, R.; LOAHARANV, P.; HARMONIZED, A. Approach to regulating food irradiation based on groups of foods. In: Seminar on harmonization of regulations on food irradiation in Asia and the Pacific. IAEA - TECDOC - 696, Kuala Lumpur WHO/IAEA/FAO (Malaysia), p.155-160, Jan / Mar 1993.
- CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR. Fatos sobre irradiação de alimentos – Série de fichas descritivas do grupo consultivo Internacional sobre irradiação de alimentos (ICGFI). Belo Horizonte: CDTN, 1999. 46p.
- DUCOFF, H.S.; ALICE, P.V.; JANICE, L.C. Dose fractionation studies on adult flour beetles. *Rad. Res.*, v.39, p.42, 1969.
- DUCOFF, H.S.; ALICE, P.V.; JANICE, L.C. Dose fractionation and the sterilization of radiosensitive male confused flour beetles. *J. Econ. Entomol.*, v.64, n.2, p.541-543, 1971.
- JEFFERIES, D.J. The effect of continuous fractionated doses of gamma-radiation on the survival and fertility of *Sitophilus granarius* (L.). In: RADIOISOTOPES AND RADIATION IN ENTOMOLOGY, 1960, Bombay. *Proceedings*. Vienna: IAEA, 1962. p.213-229.
- MATIN, M.A.; BHUIYA, A.D.; AMIN, M.R.; MALEK, M.A. Irradiation of onions, pulses and dried fish: process control, storage, test marketing and economic analysis of the process. IAEA - TECDOC - 871, Vienna, Áustria, p.19-49, 1996.
- OMS. Wholesomeness of Irradiated Food: (TRS 659). World Health Organization, Geneva, Switzerland, 1981.
- WIENDL, F.M & JANK, L. Efeito da divisão de dose de radiação gama (^{60}Co) sobre a reprodução de *Sitophilus zeamais* Mots. *Ciênc. Cult.*, v.29, n.7, p.698, 1977.

Recebido em 14/4/04

Aceito em 31/5/04