

IRRADIAÇÃO DE LARVAS DE *CERATTIS CAPITATA*, *ANASTREPHA FRATERCULUS* E *ANASTREPHA OBLIQUA* (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EM DIETA ARTIFICIAL*

A. Raga**, M.E. Sato**, M.R. Potenza***, M.C.R. Yamazaki****, N. Suplicy Filho**

RESUMO

O objetivo do trabalho foi determinar as doses de radiação gama que atendessem ao critério de não emergência de adultos, como parâmetro na desinfestação de frutos hospedeiros das moscas-das-frutas *Ceratitis capitata*, *Anastrepha fraterculus* e *Anastrepha obliqua*, a partir da irradiação de larvas de 4, 5, 6 e 7 dias de idade. Os resultados demonstraram que as doses de 40 Gy para *C. capitata* e 100 Gy para *A. fraterculus* e *A. obliqua* não afetaram o pupamento das larvas testadas. As doses de 30 Gy, 20 Gy e 20 Gy impediram a emergência de adultos de *C. capitata*, *A. fraterculus* e *A. obliqua*, respectivamente. Os valores mais significativos obtidos para o Probit 9 (DL 99,9968) foram: 72,45 Gy para larvas de 6 dias de *C. capitata*, 76,38 Gy para larvas de 7 dias de *A. fraterculus* e 57,74 Gy para larvas de 5 dias de *A. obliqua*.

PALAVRAS-CHAVE: Radiação gama; tratamento quarentenário; moscas-das-frutas.

SUMMARY

IRRADIATION OF *CERATTIS CAPITATA*, *ANASTREPHA FRATERCULUS* AND *ANASTREPHA OBLIQUA* LARVAE (DIPTERA: TEPHRITIDAE) ON AN ARTIFICIAL DIET- The aim of the experiment was to establish gamma radiation dose levels sufficient to prevent the emergence of adults, and thus to serve as parameters for desinfestation of hosts of the fruit-flies *Ceratitis capitata*, *Anastrepha fraterculus*, and *Anastrepha obliqua*. Four-, 5-, 6-, and 7-day-old larvae of the 3 species were tested. Pupation was unaffected by 40 Gy for *C. capitata*, and by 100 Gy for *A. fraterculus* and *A. obliqua*. Gamma radiation doses necessary to prevent development of adults from larvae were 30 Gy, 20 Gy and 20 Gy for *C. capitata*, *A. fraterculus* and *A. obliqua* respectively. Most significant values for Probit 9 (DL 99,9968) were: 72.45 Gy for 6-day-old larvae of *C. capitata*, 76.38 Gy for 7-day-old larvae of *A. fraterculus*, and 57.74 Gy for 5-day-old larvae of *A. obliqua*.

KEY WORDS: Gamma radiation; quarantine treatment; fruit flies.

INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) causam sérios prejuízos à nossa fruticultura. Os frutos, após a punctura, sofrem maturação antecipada e queda prematura (8).

Além da importância para o mercado interno, esses tefritídeos são considerados pragas de elevada importância quarentenária, criando barreiras comerciais por parte dos países importadores.

A exportação de vegetais frescos em países que apresentam uma ou mais espécies de moscas-das-frutas exóticas para os países importadores, normalmente é efetivada a partir de criação de "zonas livres" (áreas isentas da praga) ou através de um tratamento quarentenário. Se estes mecanismos não são factíveis, os países importado-

res, mais exigentes, normalmente não realizam a comercialização.

Por isso, no Brasil, a falta de um tratamento quarentenário substituto para o fumigante dibrometo de etileno, proscrito a partir de 1984, impossibilitou a continuidade das exportações de várias frutas brasileiras para os Estados Unidos e Japão.

Atualmente, os tratamentos quarentenários, empregando processos físicos, têm sido os mais visados, utilizando o calor, o frio e a radiação ionizante.

A irradiação é uma técnica de preservação de alimentos, a qual é efetiva na desinfestação de pragas (9). Cerca de 36 países já possuem legislação autorizando o processo de irradiação em mais de 40 diferentes espécies de alimentos (6).

* Trabalho apresentado durante a 3ª Reunião Anual do Instituto Biológico, realizada de 26 a 30/11/90, em São Paulo.

** Pesquisador Científico, Seção de Pragas das Plantas Frutíferas, Instituto Biológico, C.P. 7119, CEP 01064-970 São Paulo-SP.

*** Estagiário da Seção de Pragas das Plantas Frutíferas, Instituto Biológico, São Paulo-SP.

**** Pesquisadora, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/CNEN/SP.

Pesquisas com radiação gama, como uma técnica em potencial no tratamento quarentenário de produtos vegetais, foram iniciadas há mais de 30 anos no Havaí, por técnicos do Agricultural Research Service (ARS) dos Estados Unidos.

BALOCK *et al.* (1) não obtiveram adultos de *Dacus dorsalis* (Hendel, 1912) quando larvas, de terceiro instar, foram submetidas a doses entre 150 Gy e 240 Gy. Segundo BALOCK *et al.* (2), não houve produção de adultos a partir de larvas de primeiro instar de *D. dorsalis*, irradiadas com 50 Gy.

BENCHOSTER & TELICH (3) estudaram a irradiação em larvas maduras (10 dias de idade) de *Anastrepha ludens* (Loew, 1873), com doses entre 2,5 e 15 Gy, obtendo 99,5% de mortalidade para a dose máxima.

MACFARLANE (7) concluiu que a dose de 20 Gy preveniu o aparecimento de adultos de *Dacus tryoni* Tychsen, 1977 ao irradiar larvas de 3, 5 e 7 dias de idade.

THOMAS & RAHALKAR (10) irradiaram larvas de 3-4 dias de *D. dorsalis* e *Dacus cucurbitae* (Coquillett, 1899) e observaram que a dose de 1000 Gy mostrou-se letal para as larvas das 2 espécies, enquanto que 150 Gy não apresentou adultos de *D. cucurbitae*.

O objetivo deste trabalho foi determinar as doses de radiação gama que atendessem ao critério de não emergência de adultos, como parâmetro para a desinfestação de frutos hospedeiros das espécies *Ceratitidis capitata* (Wied., 1824), *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) e *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nos laboratórios de moscas-das-frutas do Instituto Biológico, em São Paulo-SP, no período de junho de 1988 a fevereiro de 1989. Utilizou-se um irradiador Co 60, marca Yoshizawa Kiko Company Ltda., modelo panorâmico, localizado nas dependências do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPN/SP), que apresentou durante os ensaios uma atividade mínima de 1078 Ci. Todas as irradiações foram feitas a 30cm da fonte, apresentando uma taxa de dose entre 116,09 e 107,43 Gy. As doses maiores foram fornecidas cumulativamente, isto é, irradiadas juntamente com as doses menores até atingir a dose desejada.

As larvas de *C. capitata*, *A. fraterculus* e *A. obliqua* foram testadas nas idades de 4, 5, 6, e 7 dias, sendo estabelecido um período de incubação de 3 dias (ovos), necessário para determinar o início do período larval.

As larvas de *C. capitata* foram criadas em dieta artificial (quadro 1) e as larvas de *A. fraterculus* e *A. obliqua* foram criadas, conforme descrição de FARIA (4), em frutos de mamão papaia.

QUADRO 1 — Composição da dieta larval de *C. capitata*

Ingrediente	Quantidade
ácido benzóico	195,00 ml
ácido clorídrico	5,00 ml
açúcar mascavo	40,00 g
levedo de cerveja	10,00 g
leite em pó desnatado	12,50 g
metil parahidroxibenzoato	1,25 g
tetraciclina	0,25 g
cenoura crua ralada	25,00 g
bagacilho de cana	25,00 g

QUADRO 2 — Composição da dieta larval de *A. fraterculus* e *A. obliqua*

Ingrediente	Quantidade
P	
A germe de trigo	200,0 g
R levedo de cerveja	200,0 g
T sacarose	50,0 g
E metilparahidroxibenzoato	3,0 g
I tetraciclina	1,5 g
composição básica (Parte I)	75,0 g
cenoura crua ralada	40,0 g
ácido benzóico (2%)	195,0 ml
ácido clorídrico (16,5%)	5,0 ml
bagacilho de cana	25,0 g

Vinte ou vinte e cinco larvas foram colocadas em recipientes de polietileno de 45ml de capacidade, correspondendo a uma repetição. Em cada recipiente era acrescentada a dieta artificial constante no quadro 1 para larvas de *C. capitata* ou dieta artificial apresentada no quadro 2 para larvas de *A. fraterculus* e *A. obliqua*. Em seguida os recipientes eram cobertos com tecido de jérsei, preso por elástico e conduzidos para a irradiação.

Após irradiados, os recipientes contendo larvas foram mantidos em laboratório a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $75 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, para permitir a continuidade do ciclo de desenvolvimento das moscas.

A eficácia dos tratamentos foi observada pelo número de pupas e adultos produzidos.

QUADRO 3 — Idades, espécies, nº de larvas e doses empregadas na irradiação de larvas de *C. capitata* (CC), *A. fraterculus* (AF) e *A. obliqua* (AO) em dieta artificial. São Paulo, 1988/89.

Idade (dias)	Espécie	Nº de larvas testadas	Doses (GY)
4	CC	250	0/10,0/20,0/30,0/40,0
4	AF	200	0/20,0/40,0/60,0/80,0/100,0
4	AO	200	0/20,0/40,0/60,0/80,0/100,0
5	CC	250	0/10,0/20,0/30,0/40,0
5	AF	250	0/5,0/10,0/12,5/15,0/17,5/20,0
5	AO	200	0/5,0/10,0/12,5/17,5/20,0
6	CC	250	0/5,0/10,0/20,0/30,0/40,0
6	AF	200	0/20,0/40,0/60,0/80,0/100,0
6	AO	160	0/5,0/10,0/12,5/15,0/17,5
7	CC	250	0/10,0/20,0/30,0/40,0
7	AF	250	0/5,0/10,0/12,5/15,0/17,5/20,0
7	AO	200	0/5,0/10,0/12,5/15,0/17,5/20,0

Foram utilizadas 10 repetições, exceto em *A. obliqua*, aos 5, 6 e 7 dias de idade (8 repetições)

TABELA 1 — Mortalidades observadas e doses letais estimadas para *C. capitata*, a partir de larvas de 4, 5, 6 e 7 dias irradiadas em dieta artificial. São Paulo-SP, 1989.

Idade (dias)	Taxa de dose (Gy/hora)	Dose (Gy)	Mortalidade observada (%)	DL 95 (Gy)	DL 99,9968 (Gy)
4	108,63	0	7,2	—	—
		10,0	26,4	—	—
		20,0	98,0	—	—
		30,0	100,0	—	—
		40,0	100,0	—	—
5	107,43	0	12,8	—	—
		5,0	7,2	—	—
		10,0	12,8	—	—
		20,0	96,8	—	—
		30,0	100,0	—	—
6	107,43	40,0	100,0	—	—
		0	3,2	—	—
		5,0	6,8	—	—
		10,0	11,6	—	—
		20,0	74,8	28,39	72,45
7	108,63	30,0	100,0	—	—
		*40,0	100,0	—	—
		0	4,0	—	—
		10,0	6,8	—	—
		20,0	98,8	—	—
		30,0	100,0	—	—
		40,0	100,0	—	—

* Dose não utilizada para análise de Probit

TABELA 2 — Mortalidades observadas e doses letais estimadas para *A. fraterculus*, a partir de larvas de 4, 5, 6 e 7 dias irradiadas em dieta artificial. São Paulo-SP, 1988/89.

Idade (dias)	Taxa de dose (Gy/hora)	Dose (Gy)	Mortalidade observada (%)	DL 95 (Gy)	DL 99,9968 (Gy)
4	116,09	0	61,0	—	—
		20,0	100,0	—	—
		40,0	100,0	—	—
		60,0	100,0	—	—
		80,0	100,0	—	—
		100,0	100,0	—	—
5	107,43	0	33,6	—	—
		5,0	52,8	—	—
		10,0	77,6	—	—
		12,5	94,8	14,32	40,69
		15,0	98,8	—	—
		*20,0	100,0	—	—
6	116,09	0	45,0	—	—
		20,0	100,0	—	—
		40,0	100,0	—	—
		60,0	100,0	—	—
		80,0	100,0	—	—
		100,0	100,0	—	—
7	108,63	0	49,2	—	—
		5,0	73,6	—	—
		10,0	75,2	—	—
		12,5	88,8	17,70	76,38
		15,0	100,0	—	—
		*17,5	100,0	—	—
		*20,0	100,0	—	—

* Dose não utilizada para análise de Probit

As doses empregadas e número de repetições utilizadas constam no quadro 3. Os dados oriundos das irradiações, que apresentaram pelo menos três doses (além da testemunha) com mortalidade de adultos menores que 100%, foram submetidos à análise de Probit, ao nível de 5% de probabilidade, através da metodologia de FINNEY (5) desenvolvida em computador.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de radiação gama não afetaram o pupamento de *C. capitata*, em larvas irradiadas com 4, 5, 6 e 7 dias de idade. Porém, não houve emergência de adultos a partir da dose de 30 Gy, em todas as idades testadas (tab. 1).

Em larvas de 6 dias, pôde-se estimar em

28,39 Gy e 72,45 Gy as DL 95 e DL 99,9968 (Probit 9), respectivamente (tab. 1). Resultado semelhante foi obtido por BALOCK *et al.* (2) cuja DL 95 para larvas da mesma idade de *C. capitata* foi de 27,0 Gy.

Nas quatro idades testadas para larvas de *A. fraterculus*, um máximo de 20 Gy impediu o aparecimento de adultos (tab. 2), da mesma maneira que MACFARLANE (7) obteve para larvas de 3,5 e 7 dias de *D. tryoni*.

Para larvas de 5 dias de *A. fraterculus* obteve-se um DL 95 e DL 99,9968 de 14,32 Gy e 40,69 Gy, respectivamente, sendo que para aquela idade larval a dose de 17,5 Gy afetou completamente a emergência de adultos (tab. 2).

Não obstante a dose de 15,0 Gy ter atendido ao critério de não emergência de adultos, a partir de larvas de *A. fraterculus* irradiadas com 7 dias de idade (tab. 2), as doses letais 95 e 99,9968 estão acima daquelas obtidas para as larvas de 5 dias, ou seja, 17,7 Gy e 76,38 Gy, respectivamente (tab. 2). Isto veio demonstrar a maior radiorresistência de larvas maduras (7 dias) de *A. fraterculus*.

Em larvas de *A. obliqua*, a dose de 20 Gy foi suficiente para evitar o aparecimento de adultos, nas 4 idades larvais estudadas (tab. 3).

As larvas de 5 dias de idade de *A. obliqua* apresentaram as doses letais de 18,72 Gy (DL 95) e 57,74 Gy (DL 99,9968). Esta estimativa de

Probit 9, a maior obtida para aquela espécie de tefritídeo, esteve acima da dose esperada, visto que as larvas irradiadas com 6 e 7 dias revelaram aquele valor em 45,07 Gy e 43,80 Gy, respectivamente (tab. 3). Por esse fato e por cautela, seria desejável aceitar a maior estimativa como parâmetro em estudos de desinfestação em frutíferas hospedeiras de *A. obliqua*.

Comparando-se com as demais espécies de moscas-das-frutas testadas neste trabalho, os dados demonstraram a menor radiorresistência de *A. obliqua*, cujo nível nas idades estudadas atingiu cerca de metade dos obtidos nas mesmas idades em *D. dorsalis*, em estudo realizado por BALOCK *et al.* (2).

TABELA 3 — Mortalidades observadas e doses letais estimadas para *A. obliqua* a partir de larvas de 4, 5, 6 e 7 dias irradiadas em dieta artificial. São Paulo-SP, 1989.

Idade (dias)	Taxa de dose (Gy/hora)	Dose (Gy)	Mortalidade observada (%)	DL 95 (Gy)	DL 99,9968 (Gy)
4	108,63	0	34,0	—	—
		20,0	100,0	—	—
		40,0	100,0	—	—
		60,0	100,0	—	—
		80,0	100,0	—	—
		100,0	100,0	—	—
5	107,43	0	32,0	—	—
		5,0	46,0	—	—
		10,0	63,5	—	—
		12,5	84,5	18,72	57,74
		17,5	98,0	—	—
		20,0	100,0	—	—
6	107,43	0	25,6	—	—
		5,0	28,7	—	—
		10,0	53,7	—	—
		12,5	73,1	19,49	45,07
		15,0	76,8	—	—
		20,0	100,0	—	—
7	108,63	0	48,0	—	—
		5,0	58,0	—	—
		10,0	71,0	—	—
		12,5	89,0	16,56	43,80
		15,0	99,5	—	—
		17,5	100,0	—	—
		* 20,0	100,0	—	—

* Dose não utilizada para análise de Probit

No entanto, tais níveis de radiorresistência obtidos em dieta artificial deverão ser determinados com a irradiação das espécies de moscas-das-frutas nos respectivos hospedeiros, visando aquilatar a dimensão da possível interferência dessa interação.

CONCLUSÕES

Para larvas de 4, 5, 6 e 7 dias de idade, irradiadas em dieta artificial, as doses de até 40 Gy para *C. capitata* e 100 Gy para *A. fraterculus* e *A. obliqua* não afetaram o pupamento.

As larvas de 6 dias de *C. capitata* mostraram um Probit 9 (DL 99,9968) de 72,45 Gy.

As larvas de *A. fraterculus* de 7 dias são mais radiorresistentes que as de 4, 5 e 6 dias, apresentando um Probit 9 de 76,38 Gy.

As larvas de 5 dias de *A. obliqua* são mais radiorresistentes que 4, 6 e 7 dias, e mostraram um Probit 9 de 57,74 Gy.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Engenheiros Carlos Gaia da Silveira e Elizabeth Sebastiana Ribeiro, funcionários do IPEN, o auxílio nos trabalhos de irradiação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALOCK, J.W.; CHRISTENSON, L.D.; BURR, G. O. Effect of gamma rays from Cobalt 60 on immature stages of the Oriental fruit fly (*Dacus dorsalis* Hendel) and possible application to commodity treatment problems. In: ANNUAL MEETING HAWAIIAN ACADEMIC SCIENCE, 31, Honolulu, 1956. *Proceedings*. p.18.
- BALOCK, J.W.; BURDITT JR., A.K.; SEO, S.T.; AKAMINE, E.K. Gamma radiation as a quarantine treatment of Hawaiian fruit flies. *J. Econ. Entomol.*, 59 (1): 202-4, 1966.
- BENCHOSTER, C.A. & TELICH, J.C. Effect of gamma rays on immature stages of Mexican fruit fly. *J. Econ. Entomol.*, 57 (5):690-1, 1964.
- FARIA, J.T. Radiação gama como um processo quarentenário para *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) e *Anastrepha fraterculus* (Wied. 1830) (Diptera: Tephritidae) em mamões papaya (*Carica papaya*), Cultivar Sunrise. Piracicaba, 1989. 177p. [Dissertação (Mestr.) Escola Superior da Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP]
- FINNEY, D.J. Probit analysis. Cambridge, Cambridge Univ. Press. 1952. 318p.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Food processing by irradiation: world facts and trends. IAEA News Features, Vienna, 5: 1-12, 1989.
- MACFARLANE, J.J. Control of the Queensland fruit fly by gamma irradiation. *J. Econ. Entomol.*, 59(4):884-9, 1966.
- ORLANDO, A. & SAMPAIO, A.S. Moscas-das-frutas. Notas sobre o reconhecimento e combate. *Biológico*, São Paulo, 39: 143-50, 1973.
- TASK FORCE MEETING ON IRRADIATION AS A QUARANTINE TREATMENT. Chiang mai, Thailand, 1986. Vienna, International Consultive Group on Food Irradiation, Joint FAO/IAEA Division, 1986. 20p.
- THOMAS, P. & RAHALKAR, G. W. Disinfestation of fruit flies in mango by gamma irradiation. *Curr. Sci.*, 44(21):775-6, 1975.