

DESINFESTAÇÃO DE *Averrhoa carambola* INFESTADA POR *Anastrepha obliqua* (Macquart, 1835) (DIPTERA - TEPHRITIDAE) ATRAVÉS DE RADIAÇÃO GAMA

V. ARTHUR, F.M. WIENDL

Centro de Energia Nuclear na Agricultura- CENA/USP, C.P. 96, CEP: 13400-970 - Piracicaba, SP

RESUMO: O experimento teve por objetivo determinar a dose de desinfestação para *Averrhoa carambola* infestada por larvas de *Anastrepha obliqua*. Para realização do experimento coletou-se frutos do campo e fez-se uma amostragem prévia, constatando-se que cada fruta continha em média 11 larvas de último instar do referido inseto praga. Esses frutos foram irradiados com as seguintes doses de radiação gama: 0 (test.), 50, 150, 300, 600 e 900 Gy. Cada tratamento constou de 3 repetições num total de 9 frutas e aproximadamente 99 larvas por tratamento. Após a irradiação as frutas foram colocadas em câmara climatizada com $25 \pm 5^\circ\text{C}$ de temperatura e umidade relativa de $70 \pm 5\%$ onde aguardou-se que as larvas deixassem os frutos e se transformassem em pupas e posteriormente em adultos. Pelos resultados obtidos concluiu-se que a dose letal para (LD_{100}) para larvas em frutos de carambola foi 600 Gy e a que impediu a emergência dos adultos foi a de 50 Gy.

Descritores: *Averrhoa carambola*, *Anastrepha obliqua*, quarentena, carambola, mosca-das-frutas, irradiação

DESINFESTATION OF *Averrhoa carambola* INFESTED WITH *Anastrepha obliqua* (MAC. 1835) (DIPTERA - TEPHRITIDAE) USING GAMMA RADIATION

ABSTRACT: The aim of this experiment was to determine the desinfestation dose of gamma radiation in *Averrhoa carambola* infested with larvae of *Anastrepha obliqua*. Fruits were collected in the field, each having about 11 larvae in the last instar. Fruits were irradiated with the following gamma radiation doses: 0 (control), 50, 150, 300, 600 and 900 Gy. Each treatment consisted of 9 fruits (3 replications) giving the amount of 99 larvae for each treatment. After irradiation the fruits were kept in a climatic chamber with the temperature adjusted to $25 \pm 5^\circ\text{C}$ and relative humidity of $70 \pm 5\%$, until larvae left the fruit and became transformed into pupae and adults. The lethal dose (LD_{100}) of gamma radiation for larvae in the fruits was 600 Gy and the dose of 50 Gy inhibited completely the total emergency of adults.

Key Words: *Averrhoa carambola*, *Anastrepha obliqua*, quarantine, carambola, fruits-flies, irradiation

INTRODUÇÃO

A produção nacional das frutas tradicionais apresentou um grande aumento nos últimos anos e vem desempenhando um importante papel no campo da comercialização externa. Em face da crescente demanda dos países importadores e à potencialidade do Brasil para atendê-la, o estabelecimento de condições internas mais favoráveis ao desenvolvimento do setor na exportação vem sendo requerido. Uma das espécies de insetos pragas mais freqüentes e de maior importância econômica para os fruticultores é a *Anastrepha obliqua* (Macq.; 1835). As larvas desta mosca alimentam-se da polpa do fruto facilitando o ataque de podridões ou a queda prematura dos

frutos infestados. Além dos danos diretos, a presença dessa praga traz problemas para a exportação dos frutos "in natura", uma vez que países consumidores livres dela têm leis rigorosas de quarentena, exigindo tratamento de desinfestação para o produto a ser importado.

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos proibiu, em 1984, o uso do Dibrometo de Etileno (EDB), fumigante mais comumente usado na desinfestação de alimentos (MOY *et al.*, 1986). Tratamentos alternativos, portanto, estão sendo exigidos. BURDITT (1982) concluiu que o uso da radiação gama é praticável como um tratamento de quarentena para frutos infestados com ovos e larvas de moscas-das-frutas.

As vantagens da irradiação sobre tratamento com produtos químicos fumigantes, tratamentos térmicos ou combinação de ambos os tipos são:

- a) É um processo contínuo e mais eficiente;
- b) Assegura completa desinfestação;
- c) Não deixa resíduo nos frutos; e
- d) Tende a retardar o amadurecimento das frutas climatéricas e a senescência de frutas não climatéricas (aumenta o tempo de armazenamento sem deterioração) (MOY *et al.*, 1983).

O objetivo deste trabalho foi determinar a dose de desinfestação de caramolas atacadas por larvas de *A. obliqua*, através da radiação gama do Cobalto 60.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A possibilidade do uso da radiação gama como tratamento de desinfestação de frutas atacadas por mosca-das-frutas foi proposta por BALOCK *et al.* (1956) e desde então consideráveis pesquisas têm sido realizadas visando a praticabilidade deste método.

No Brasil, GALLO (1960) foi o primeiro a utilizar a radiação gama para irradiar pupas de mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Wied.), com o objetivo de obter insetos estéreis.

BALOCK *et al.* (1963) observaram os efeitos da radiação gama no desenvolvimento de ovos, larvas e pupas de três espécies de moscas-das-frutas: *Dacus dorsalis* H., *D. curcubitae* Coq. e *C. capitata* (Wied.). Com os resultados obtidos concluíram que doses entre 15 e 20 krad são eficientes no tratamento de quarentena para desinfestação de frutas frescas.

CAVALLORO & DELRIO (1971) determinaram as doses letais e esterilizantes de radiação gama para todas as fases do ciclo evolutivo de *D. oleae* Gmel. e *C. capitata* (Wied.). Para ovos com até 36 horas de idade e larvas de último instar, as doses necessárias para inibir a emergência de adultos foram 1,5 e 150 krad respectivamente.

BURDITT & SEO (1971) trabalharam com moscas-das-frutas *C. capitata*, *D. dorsalis* e *D. curcubitae* e com o gorgulho de manga *Sternonchetus mangifera* (F.). Verificaram ser necessária uma dose de 21 krad de radiação gama para inibir a emergência de adultos desses insetos em frutas infestadas e empacotadas para exportação.

BURDITT *et al.* (1981) recomendaram doses entre 10 e 20 krad de radiação gama para desinfestação de pomelos atacados pela mosca-das-frutas *A. suspensa* (Loew), sendo que doses nesse intervalo não provocam injúrias nas frutas irradiadas.

FESUES *et al.* (1981) concluíram que doses entre 40 e 60 krad de radiação gama são realmente capazes de induzir a desinfestação de laranjas infestadas com *C. capitata* sem causar injúrias às frutas.

SHEHATA (1983) concluiu que doses entre 84 e 94 krad da radiação gama foi suficiente para induzir a desinfestação de *C. capitata* em frutos infestados.

O potencial do uso da radiação gama como tratamento de quarentena para o controle de *A. suspensa* em pomelo foi pesquisado por SPALDING (1985). Esse autor concluiu que as doses de 0,15 e 0,30 kGy induziram uma mortalidade de 99,80 a 99,94%, respectivamente, e os adultos que emergiram eram estéreis. Não se observaram modificações de cor ou sabor nas frutas, com as doses de radiação utilizadas.

ARTHUR *et al.* (1988) irradiaram, com doses crescentes de radiação gama larvas de último instar e pupas com 30 horas de idade de *A. obliqua*. Concluíram que as doses que induziram a letalidade total para larvas e pupas do inseto foram 375 e 10 Gy respectivamente, e a dose esterilizante para adultos emergidos de pupas irradiadas foi de 10 Gy. ARTHUR (1989) irradiou, com doses crescentes de radiação gama larvas de último instar de *A. obliqua* no interior de frutas de *Spondias purpurea*, "cerigüela". Concluiu que a dose letal para as larvas foi a de 300 Gy. Já a dose que impediu a emergência total dos adultos provenientes dessas larvas irradiadas foi a de 20 Gy.

SILVA *et al.* (1989) irradiaram, com doses crescentes de radiação gama, pupas de *A. obliqua* com idade de 240 horas, próximo a emergência dos adultos. Pelos resultados obtidos observaram que a dose que induziu a letalidade total para pupas foi a de 300 Gy. Já com a dose de 200 Gy houve uma redução na emergência de adultos de 63%.

DOMARCO *et al.* (1989) irradiaram mangas e mamões com doses crescentes de radiação gama com o objetivo de desinfestá-las das larvas de *C. capitata* e pelos resultados obtidos concluíram que a dose de 0,9 kGy foi adequada para desinfestar essas frutas.

YASUOKA *et al.* (1989) irradiaram com doses crescentes de radiação gama, larvas de *A. fraterculus* com diferentes idades e concluíram que a partir da dose de 20 Gy não houve emergência de adultos da mosca.

ARTHUR *et al.* (1989) irradiaram com doses crescentes de radiação gama *Eugenia uvalha* infestadas com larvas de último instar de *A. fraterculus*. Pelos resultados obtidos concluíram que a dose desinfestante para larvas em frutos de uvaia foi a de 500 Gy e a que impediu a emergência total dos adultos foi a de 50 Gy.

ARTHUR *et al.* (1991) irradiaram com doses crescentes de radiação gama, mangas Haden infestadas com larvas de último instar de *A. fraterculus* e pelos resultados obtidos concluíram que a dose desinfestante para larvas foi a de 1 kGy e a que impediu a emergência total dos adultos foi a de 50Gy.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos laboratórios da Seção de Entomologia-CENA/USP, Piracicaba, SP., Brasil.

Para a realização do experimento coletou-se frutos de carambola na região de Piracicaba infestados com *A. obliqua*, fez-se uma amostragem prévia e constatou-se que cada fruto continha em média, no seu interior 11 larvas de último instar.

Esses frutos foram irradiados com as seguintes doses de radiação gama: 0 (testemunha), 50, 150, 300, 600 e 900 Gy. Como fonte de radiação gama utilizou-se uma Fonte de Cobalto-60, tipo Gammabeam-650, com uma atividade de $2,0 \times 10^{14}$ Bq e taxa de dose aproximadamente 3 kGy/hora.

Cada tratamento constou de 3 repetições com 3 frutos por repetição, num total de 9 frutos, e aproximadamente 99 larvas por tratamento.

Após a irradiação os frutos foram colocados em frascos de vidros, com capacidade de 500 ml, contendo tampa rosqueável telada de modo a permitir trocas gasosas. No interior dos vidros foi colocado uma camada de bagacilho de cana, para que as larvas após deixarem os frutos se transformassem em pupas. Posteriormente fazia-se a separação das pupas do bagacilho, as quais eram colocadas em tubos de vidro com tampa de algodão, onde aguardou-se a emergência dos adultos. O experimento foi realizado em uma câmara climatizada com $25 \pm 5^\circ\text{C}$ de temperatura e $70 \pm 5\%$ de umidade relativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constam na TABELA 1 os dados obtidos nas 3 repetições do número de larvas que deixaram os frutos e se transformaram em pupas e posteriormente em adultos, bem como o número de larvas que morreram após deixarem os frutos, com as respectivas médias, nos tratamentos com doses crescentes de radiação gama. Para apresentar melhor esses resultados construiu-se a Figura 1, onde observa-se o número de pupas, larvas mortas e de adultos emergidos cujas larvas foram irradiadas no interior do fruto.

Pela TABELA 1 e Figura 1 concluímos que a partir da dose de 50 Gy a radiação induziu um efeito deletério sobre as larvas no interior dos frutos, diminuindo drasticamente o número de larvas que se transformaram em pupas, mas a letalidade total das larvas no interior dos frutos só foi obtida com a dose de 600 Gy. Essa foi maior do que a determinada por ARTHUR (1989) quando irradiou larvas de *A. obliqua* no interior de frutos de ceriguela, e das determinadas pelos autores citados na revisão bibliográfica. Não podemos esquecer que a radiosensibilidade pode variar dentro do gênero, espécies de insetos e hospedeiro,

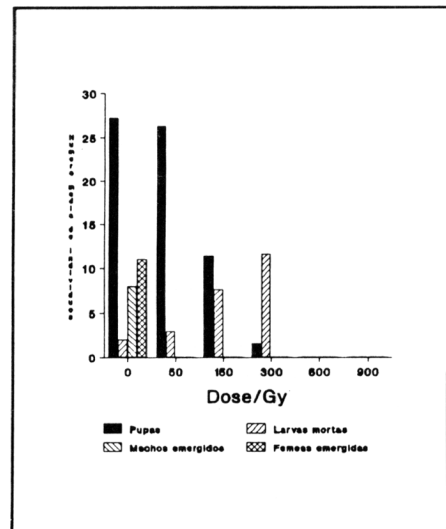


Figura 1. Número médio de pupas, larvas mortas e emergência de adultos de *A. obliqua* irradiados com doses crescentes de radiação gama na fase de larva no interior dos frutos.

TABELA 1 - Número de pupas, larvas mortas e emergência de adultos de *A. obliqua* irradiadas com doses crescentes de radiação gama na fase de larva para as três repetições e suas respectivas médias.

Dose GY	Rep.	Nº de Pupas	Nº de Larvas Mortas	Emergência de Adultos	
				Machos	Fêmeas
0	1	33	2	7	11
	2	19	2	6	9
	3	30	2	11	13
	m	27,3	2,0	8,0	11,0
50	1	26	3	0	0
	2	26	4	0	0
	3	27	2	0	0
	m	26,3	3,0	0,0	0,0
150	1	24	5	0	0
	2	6	6	0	0
	3	4	12	0	0
	m	11,4	7,6	0,0	0,0
300	1	4	11	0	0
	2	1	9	0	0
	3	0	15	0	0
	m	1,6	11,6	0,0	0,0
600	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
	m	0,0	0,0	0,0	0,0
900	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0
	m	0,0	0,0	0,0	0,0

por isso é muito importante determinar as doses letais para cada espécie de mosca em seus hospedeiros principais. Apesar de relativamente alta, esta dose letal para as larvas em relação aos outros trabalhos citados é 40% menor do que a dose recomendada para desinfestação de frutos que é de até 1 kGy.

Já a dose que induziu a letalidade total na emergência dos adultos, quando irradiados na fase de larvas no interior dos frutos foi a de 50 Gy. Este resultado está de acordo com os de ARTHUR *et al.* (1989) e ARTHUR *et al.* (1991), quando irradiaram uvaia e manga infestadas com *Anastrepha fraterculus*.

CONCLUSÕES

- A dose letal (LD₁₀₀, desinfestante) para larvas de *A.obliqua* em carambola foi 600 Gy.

- A dose que inibiu a emergência total dos adultos foi 50 Gy.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTHUR, V. Determinação da dose letal para larvas de *Anastrepha obliqua* (Mac., 1835) (Diptera, Tephritidae) no interior de frutos de *Spondia purpurea* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., 1989, Belo Horizonte. Resumos... Belo Horizonte, SEB, 1989. v.2, p.518.
- ARTHUR, V.; DOMARCO, R.E.; WALDER, J.M.M.; SPOTO, M.H.F. Desinfestação de mangas "Haden" infestadas por *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Dip., Tephritidae) através da radiação gama. *Energia Nuclear e Agricultura*, Piracicaba, 1991. (No prelo).
- ARTHUR, V.; WALDER, J. M. M.; DOMARCO, R.E.; WIENDL, F.M.; SILVA, A.C. da. Influência da radiação gama do Cobalto-60 em larvas e pupas de *Anastrepha obliqua* (Mac., 1935) (Diptera. Tephritidae). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 40., 1988. São Paulo, Resumos... São Paulo: SBPC, 1988. p.21.
- ARTHUR, V.; WALDER, J.M.M.; DOMARCO, R.E.; WIENDL, F.M.; SILVA, A.C.; LEME, M.H. de A. Desinfestação de *Eugenia uvalha*, infestadas por *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Dip. Tephritidae), através da radiação gama. *Energia Nuclear e Agricultura*, Piracicaba, v.10, n.2, p.97-111, 1989.
- BALOCK, J.W.; BURDITT JR., A.K.; CHRISTENSON, L.D. Effects of gamma radiation on various stages of three fruit fly species. *Journal of Economic Entomology*, New Hampshire, v.56, n.1, p.42-46, 1963.
- BALOCK, J.W.; CHRISTENSON, L.D.; BURR, G.O. Effects 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 OF THE HAWAII ACADEMIC SCIENCE, 22., 1956, Honolulu. *Proceedings...* Honolulu: Hawaii Academic Science, 1956. p.18.
- BURDITT JR., A. K. Food irradiation as a quarantine treatment of fruits. In: SEMINAR ON FOOD IRRADIATION FOR DEVELOPING COUNTRIES IN ASIA AND THE PACIFIC, 1981, Tokyo. *Report...* Vienna: IAEA, 1982. p.57-87. (IAEA-TECDOC, 271).
- BURDITT JR., A.K.; SEO, S.T. Dose requirements for quarantine treatment of fruit flies with gamma irradiation. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Desinfestation of fruit by irradiation*. Vienna, 1971. p.33-41.
- BURDITT JR., A.K.; MOSHANAS, M.G.; HATTON, T.T.; SPALDING, D.H.; VON WINDEGUTH, D.L.; SHAW, P.E. Low-dose irradiation treatment for grape-fruit and mangoes infested with Caribbean fruit fly larvae. Washington: USDA/Agriculture Research Service, 1981. p.9. (USDA. Agriculture Research Results, 10).
- CAVALLORO, R.; DELRIO, G. Biological effects of gamma radiation on the life stages of two fruit fly species. IN: NATIONAL SYMPOSIUM ON RADIOECOLOGY, 3., 1971. Oak Ridge. *Proceedings...* s.n.t. v.2, p.1179-1190.
- DOMARCO, R.E.; WALDER, J.M.M.; ARTHUR, V.; WIENDL, F.M. Desinfestação de mangas (*Mangifera indica* L.) e mamões (*Carica papaya*, L.) contra *Ceratitis capitata* (Wiedmann, 1824), através da radiação gama. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., 1989. Belo Horizonte. Resumos... Belo Horizonte: SEB, 1989. v.2, p.501.
- FESUES, I.; KADAS, L.; KALMAN, B. Protection of oranges by gamma radiation against *Ceratitis capitata* (Wied.). *Acta Alimentaria*, Budapest, v.10, p.293-299, 1981.
- GALLO, D. Radioisótopos no controle de pragas. O Solo, Piracicaba, v.1, p.30-31, 1960.
- MOY, J.H.; KANESHIRO, K.Y.; OHTA, A.T.; NAGAI, N.Y. Radiation disinfection of California stone fruits infested by medfly effectiveness and fruit quality. *Journal of Food Science*, Chicago, v.48, n.3, p.928-934, 1983.
- MOY, J.H.; REYES, L.J.; RAMIREZ G.T.; BUSTOS, R.E. The economics of radiation disinfection of Mexican mangoes and citrus as a quarantine treatment. In: ANNUAL MEETING OF THE INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS, 1986, Dallas. *Proceedings...* Dallas: Institute of Food Technologists, 1986. p.231-242.

- SHEHATA, N.P. Effect of gamma radiation on the immature stages of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wied.). *Egypt Isotope and Radiation Research*, v.15, n.12, p.121-129, 1983.
- SILVA, A.C.; ARTHUR, V.; SILVA, E.B.; WALDER, J.M.M.; DOMARCO, R.E. Influência da radiação gama do cobalto-60 em pupas de *Anastrepha obliqua* (Mac., 1835) (Diptera, Tephritidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., 1989, Belo Horizonte. Resumos... Belo Horizonte: SEB, 1989. v.2, p.519.
- SPALDING, D.H. Potential for gamma radiation as a quarantine treatment for Caribbean fruit fly in citrus. In: MOY, J.H., (Ed.) *Radiation desinfestation of food and agriculture production Hawaii*. Honolulu, University of Hawaii Press, 1985. p.160-165.
- YASUOKA, S.T.; POTENZA, M.R.; GIORDANO, R.B.; RAGA, A. Efeitos subseqüentes de larvas de moscas-das-frutas. *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) submetidos a radiação gama na desinfestação de frutos destinados a exportação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., 1989, Belo Horizonte. Resumos... Belo Horizonte: SEB, 1989. v.2, p.523.

Enviado para publicação 06.06.93

Aprovado para publicação 10.03.94