

DESINFESTAÇÃO DE FRUTOS DE GOIABA INFESTADOS PELA  
MOSCA-DAS-FRUTAS *Anastrepha obliqua* (MAC., 1835)  
(DIPTERA, TEPHRITIDAE) ATRAVÉS DA RADIAÇÃO GAMA  
DO COBALTO-60

Valter Arthur<sup>1</sup>  
M.H.A. Leme<sup>1</sup>  
Frederico M. Wiendl<sup>1</sup>  
A.C. Silva<sup>1</sup>  
J.T. Faria<sup>2</sup>  
J.A. Wiendl<sup>3</sup>

## INTRODUÇÃO

Em face da crescente demanda de frutas tropicais, a produção nacional apresentou nos últimos anos desempenho cada vez mais importante, inclusive na balança de exportações comerciais para países da Europa, Estados Unidos e Japão. Porém, os países importadores exigem, além da qualidade cada vez melhor das frutas, também a certeza de sua sanidade vegetal, em especial em relação aos quesitos de desinfestação de moscas e de outros insetos, sem introdução de substâncias tóxicas ou cancerígenas. Uma das pragas mais frequentes e da maior importância econômica, capaz de induzir sérios prejuízos aos fruticultores é a mosca-das-frutas *Anastrepha obliqua* (Mac., 1835). As larvas desta mosca alimentam-se da polpa das frutas e induzem o ataque de bolores e podridões, além da queda prematura das frutas infestadas. Fora estes danos diretos sofridos pelo produtor, esta praga traz prejuízos para a exportação, uma vez que os países consumidores, livres dela, possuem leis rigo

<sup>1</sup> Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP. Caixa Postal 96. 13400-970 Piracicaba-SP.

<sup>2</sup> Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Rua 13 de Maio. São Paulo-SP.

<sup>3</sup> Informática Mattioli Ltda. Piracicaba-SP.

rosas de quarentena, e exigem tratamentos de garantia absoluta para aceitar o produto a ser importado. Assim, tendo em vista a proibição do uso do EDB-Dibrometo de Etileno - pela Agência de Proteção Ambiental (FDA) dos Estados Unidos, em 1984, apenas a irradiação gama é capaz de satisfazer estas exigências. Uma outra vantagem, para a sua aplicação em escala industrial, é a possibilidade de automatização sem perda de efetividade, em processo contínuo. Aliás, MOY et alii (1983) ainda destacam que o processo tende a retardar o amadurecimento de frutas climatéricas, além de diminuir a senescência das frutas não climatéricas, assim reduzindo as perdas no armazenamento natural, sem refrigeração. Este efeito de aumentar a vida de prateleira possibilita o uso de navios não refrigerados, ao invés do transporte por via aérea, muito mais oneroso, para as exportações. E, como vantagem não desprezível, as frutas chegam ao seu destino, quando irradiadas, sem terem sofrido tratamento agressivo como o térmico, que causa prejuízo de qualidades inerentes a uma boa fruta, como a textura firme, coloração característica de fruta madura e, principalmente, sabor agradável e mais doce devido a inversão de açúcares não palatáveis em frutose e glicose, induzida pela radiação gama.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O tratamento pela irradiação gama de frutas atacadas por moscas de frutas foi prevista por BALOCK et alii em 1956. Esta possibilidade abriu frente ampla de pesquisas nesta área, e se comprovou a aplicabilidade do método. No Brasil, em 1960, GALLO foi o primeiro a utilizar radiações gama para controle da mosca do Mediterrâneo *Ceratitis capitata*, com o fim de obter insetos estéreis destinados à Técnica do Macho Estéril, para aplicá-los no campo. Em 1963, BALOCK et alii observaram os efeitos da radiação gama no desenvolvimento de ovos, larvas e pupas de três espécies de moscas de frutas: *Dacus dorsalis*, *Dacus cucurbitae* e *Ceratitis capitata*. Com os resultados obtidos, concluíram que doses entre 15 e 20 krad são eficientes para tratamentos de quarentena no caso de desinfestação de frutas

frescas. A fim de determinar as doses letais e esterilizantes de radiação gama para *Dacus oleae* e *Ceratitidis capitata*, CAVALLORO & DELRIO (1971) irradiaram com radiações gama ovos e larvas em seu último instar, concluindo que 1,5 e 150 krad, respectivamente, são letais para estas duas fases das moscas estudadas. Em 1971, BURDITT et alii publicaram os resultados de uma pesquisa onde irradiaram com radiações gama as moscas-das-frutas *Dacus dorsalis* e *Dacus cucurbitae*, além do gorgulho da manga *Sternovhetos mangifera*. Concluíram que a dose de 21 krad de radiação gama é capaz de inibir a emergência dos adultos de ambas as espécies em frutas infestadas e já acondicionadas para exportação. Dez anos depois, BURDITT et alii (1981) recomendaram doses entre 10 e 20 krad de radiações gama para desinfestar pomelos (*Citrus paradisi*) atacados pela mosca-das-frutas *Anastrepha suspensa*. Notaram que doses neste intervalo não provocaram danos nas frutas assim tratadas. Em 1985, SPALDING pesquisou a possibilidade de desinfestar pomelos (*Citrus paradisi*) com as doses de 150 e 300 Gy de radiação gama, induzindo mortalidades de 99,80% e 99,94% nas formas jovens. Os adultos que emergiram eram estéreis, não se observando variação de cor ou sabor nos frutos com as doses utilizadas. ARTHUR et alii (1988) irradiaram com doses crescentes de radiação gama larvas de último instar e pupas com 30 horas de idade de *Anastrepha obliqua*. Concluíram que as doses letais foram respectivamente de: 75 e 100 Gy. Em 1989 ARTHUR irradiou larvas de último instar de *Anastrepha obliqua* no interior de frutas de seringüela (*Spondias purpurea*). Concluiu que a dose letal de radiações gama para as larvas foi de 300 Gy, mas a dose de 20 Gy já foi suficiente para impedir a emergência de adultos provenientes delas. SILVA et alii (1989) irradiaram também com radiações gama pupas de *Anastrepha obliqua*, na idade de 240 horas, perto da emergência dos adultos. Observaram que a dose de 300 Gy a impediu. Porém, com a dose de 200 Gy já houve redução de 63% nesta emergência. Com o objetivo de desinfestar mamões (*Carica papaya*) e mangas (*Mangifera indica*) através da radiação gama, DOMARCO et alii (1989) irradiaram estas frutas infestadas com a mosca *Ceratitidis capitata*. Concluíram que a dose de 900 Gy foi suficiente para desinfestar estas frutas para fins quarentenários.

rios. YASUOKA et alii (1989) irradiaram larvas de *Anastrepha fraterculus* em diferentes idades. Concluíram que a dose de 20 Gy impede a emergência de adultos. ARTHUR et alii (1989) irradiaram frutas de uvaia (*Eugenia uvalha*) infestadas com larvas de último instar de *Anastrepha fraterculus*. Concluíram que a dose de 500 Gy é letal para larvas, mas que a dose de 50 Gy já inibe totalmente a emergência de adultos. ARTHUR et alii (1991) irradiaram mangas (*Mangifera indica*), infestadas com larvas de *Anastrepha fraterculus* e concluíram que a dose letal para larvas do último instar foi de 1000 Gy, mas já a dose que impediu a emergência de adultos foi de 50 Gy. ARTHUR (comunicação pessoal) (1991) irradiou frutos de carambola (*Averrhoa carambola*), infestados com larvas do último instar de *Anastrepha obliqua*. Concluiu que a dose letal para larvas foi de 600 Gy, e que a dose de 50 Gy já inibiu a emergência de adultos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização dos experimentos, utilizaram-se frutas completamente isentas de infestação, provenientes do campo, cultivadas em sistema de ensacamento individual. Estas frutas, originárias da região de Jundiaí-SP, foram colocadas em gaiolas teladas com 60 x 40 x 30 cm, que continham aproximadamente 1000 moscas. As frutas foram assim artificialmente infestadas durante 72 horas, sendo estes conjuntos mantidos em uma sala climatizada regulada a 25 ± 2°C de temperatura e umidade relativa entre 65 e 75%. Seis dias após o término desta infestação, as goiabas foram irradiadas em uma fonte de radiações gama de Cobalto-60, sob taxa de dose de 3000 Gy por hora. As doses utilizadas foram: 0 (testemunha), 50, 100, 150, 200 Gy, constando cada tratamento (ou dose) de 4 repetições, com quatro frutas. Após as irradiações, as goiabas foram fechadas individualmente em sacos plásticos de aproximadamente 500 ml, nos quais foram feitos pequenos orifícios para trocas gasosas. No interior dos sacos foram colocados ainda de 50 a 80 ml de bagacilho de cana, para que as larvas, ao deixarem as frutas, se transformassem em pupas neste substrato. Posteriormente, as pupas, separadas do bagacilho, foram colocadas em tubos de vidro fechados com algodão, até a

emergência dos adultos. Analisou-se ainda o número de machos e de fêmeas em relação à dose de radiações gama aplicada às larvas que as originaram. Contou-se também o número de larvas que morreram após deixarem as frutas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as avaliações dos resultados dos experimentos foram registrados os seguintes dados: número médio de pupas obtidas conforme as doses aplicadas às goiabas, tendo em sua polpa larvas com idade entre 6 e 9 dias (TABELA I); número médio de larvas que conseguiram sair das frutas irradiadas, mas não puparam (TABELA II e Figura 1); médias dos adultos emergidos, machos e fêmeas (TABELA III).

**TABELA I.** Número e porcentagem média de pupários de *Anastrepha obliqua* cujas larvas foram irradiadas com radiação gama do Cobalto-60 no interior de goiabas.

Dose (Gy)	Nº médio de pupas	Média de pupas (%)
0	42,8	100,0%
50	40,3	94,2%
100	39,8	93,0%
150	38,5	90,0%
200	39,5	92,2%

Pode-se observar (TABELA I) que nenhuma das doses de radiação gama do Cobalto-60 aplicadas a goiabas infestadas com larvas de *Anastrepha obliqua* foi suficiente para inibir a formação de pupas, as quais inclusive, se formaram normalmente no exterior das goiabas. Pode-se observar que houve apenas diminuição em seu número, entre 6 e 10% em relação à testemunha não irradiada. Observa-se também pela TABELA II e pela Figura 1, que o número de larvas que

se desprenderam das frutas mas não conseguiram se transformar em pupas aumentou consideravelmente com a dose de radiação gama aplicada, chegando a mais de três vezes a da testemunha. Por outro lado, verifica-se que a dose de 50 Gy, quando aplicada às larvas de até 9 dias no interior de frutas, é suficiente para inibir totalmente a emergência de adultos. Concluiu-se, portanto, que, para fins de desinfestação quarentenária através de radiações gama do Cobalto-60, goiabas infestadas por *Anastrepha obliqua* quando irradiadas com a dose de 50 Gy se tornam perfeitamente seguras para exportação.

**TABELA II.** Número e porcentagem de larvas de *Anastrepha obliqua* que morreram após saírem das goiabas e que foram irradiadas com radiações do Cobalto-60 no interior das frutas sem se transformarem em adultos.

Dose (Gy)	Nº médio de larvas mortas	Média de larvas mortas (%)
0	1,3	100,0 %
50	2,5	192,3 %
100	3,3	253,8 %
150	3,8	292,3 %
200	4,3	330,8 %

**TABELA III.** Número e porcentagem média de machos e de fêmeas adultos de *Anastrepha obliqua* emergidos de pupas e cujas larvas foram irradiadas no interior de frutas com radiações gama do Cobalto-60.

Dose Gy	Nº de machos	adultos fêmeas	% de machos	adultos fêmeas
0	14,8	14,3	100,0 %	100,0 %
50	0,0	0,0	0,0 %	0,0 %
100	0,0	0,0	0,0 %	0,0 %
150	0,0	0,0	0,0 %	0,0 %
200	0,0	0,0	0,0 %	0,0 %

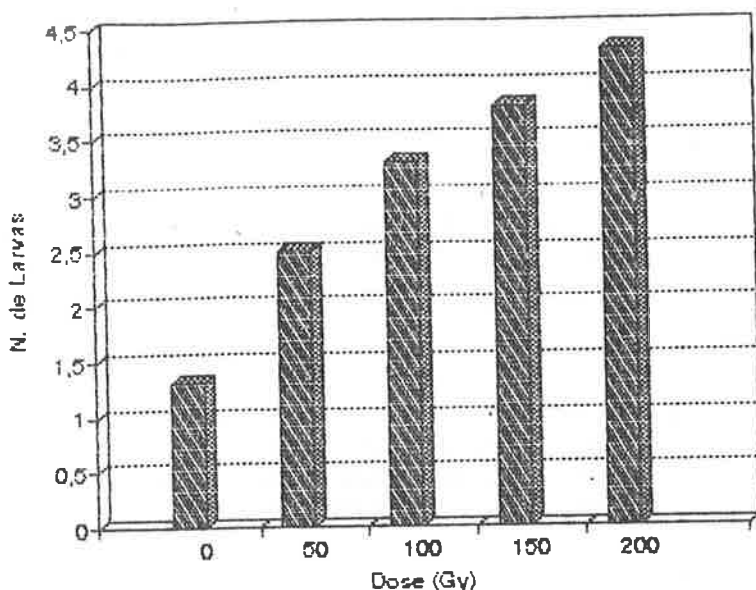


Figura 1. Número médio de larvas de *Anastrepha obliqua* mortas após saírem dos frutos de goiaba onde foram irradiadas com radiações do Cobalto-60.

## RESUMO

A presente pesquisa teve por objetivo determinar a dose de radiação gama do Cobalto-60 necessária para desinfestar frutos de goiabeira (*Psidium guajava* Raddi) atacados pela mosca-das-frutas *Anastrepha obliqua* (Mac., 1835) (Diptera, Tephritidae) para fins quarentenários e de exportação. Para realização dos experimentos, utilizaram-se goiabas completamente isentas de infestação latente. Estas frutas sofreram infestação artificial com moscas em gaiolas mantidas no laboratório por um período de 72 horas. Seis dias após a infestação, as goiabas foram irradiadas com radiações gama do Cobalto-60, com as doses de: 0 (tes-

temunha), 50, 100, 150 e 200 Gy. Após a irradiação, as frutas foram mantidas em câmara climatizada regulada em  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  de Umidade Relativa. Aguardou-se a transformação das larvas em pupas e posteriormente em adultos. Concluiu-se que a dose letal para pupas provenientes de larvas irradiadas foi de 50 Gy, capaz de impedir totalmente a emergência de adultos.

**Palavras-chave:** Quarentena, goiaba, mosca-das-frutas, desinfestação gama, irradiação de alimentos, *Psidium guayava*, *Anastrepha obliqua*.

## SUMMARY

DESINFESTATION OF GUAVA FRUITS (*Psidium guayava* RADDY)  
INFESTED BY THE FRUIT FLY *Anastrepha obliqua* (Mac.,  
1835) (DIPTERA, TEPHTRITIDAE) THROUGH THE USE OF  
GAMMA RADIATIONS OF COBALT-60

The present research work was performed to determine the gamma radiation dose sufficient to desinfest fruits of guava, infested by *Anastrepha obliqua* (Mac., 1835) (Diptera, Tephritidae) to fulfill quarantine requirements for export. The fruits were collected on fields completely free of infestation, and artificially infested during 72 hours. After six days, the fruits were irradiated in a Cobalt-60 gamma source at the doses of: 0 (control), 50, 100, 150 and 200 Gy. After irradiation the fruits were kept into a climatic chamber with the temperature adjusted to  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$  and the relative humidity maintained between 65 and 75%. The fruits were left in this room until larvae could be transformed into pupae and adults. In view of the results obtained, it could be concluded that the lethal dose of gamma radiations to larvae was 50 Gy, inhibiting totally the emergency of adults.

**Key words:** Quarantine treatment, guava fruits, fruit-flies, radiation desinfestation, food irradiation, *Psidium guayava*, *Anastrepha obliqua*.



## LITERATURA CITADA

- ARTHUR, V.; J.M.M. WALDER; R. DOMARCO; F.M. WIENDL; A. C. DA SILVA & M.H. de A. LEME, 1989. Desinfestação de *Eugenia uvalha*, infestada por *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Dip. Tephritidae), através da radiação gama. **Energia Nuclear e Agricultura**, Piracicaba, 10 (2): 97-111, jul/dez.
- ARTHUR, V.; R.E. DOMARCO; J.M.M. WALDER & M.H.F. SPOTO, 1991. Desinfestação de mangas *Haden* infestadas por *Anastrepha fraterculus* (Wied., 1830) (Dip., Tephritidae) através da radiação gama. **Energia Nuclear e Agricultura**, Piracicaba, (no prelo).
- ARTHUR, V., 1989. Determinação da dose letal para larvas de *Anastrepha obliqua* (Mac., 1835) (Dip., Tephritidae) no interior de frutos de *Spondia purpurea* (L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., Belo Horizonte. **Resumos**. Belo Horizonte, SEB. V.2, p. 518.
- ARTHUR, V.; J.M.M. WALDER; R.E. DOMARCO; F.M. WIENDL & A. C. SILVA, 1988. Influência da radiação gama do Cobalto-60 em larvas e pupas de *Anastrepha obliqua* (Mac., 1835 (Dip., Tephritidae). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 40., São Paulo. **Resumos**. **Ciência e Cultura**, São Paulo, 40(7): 21, jul.
- BALOCK, J.W.; A.K. BURDITT JR. & L.D. CHRISTENSON, 1963. Effects of gamma radiation on various stages of three fruit fly species. **Journal of Economic Entomology**, New Hampshire, 56(1): 42-6.
- BALOCK, J.W.; L.D. CHRISTENSON & G.O. BURR, 1956. 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 HAWAIIAN ACADEMY OF SCIENCE, Honolulu, 22. **Proceedings**. Honolulu, Hawaii Academy of Science, p.18.
- BURDITT JR., A.K., 1982. Food irradiation as a quarantine treatment of fruits. In: SEMINAR ON FOOD IRRADIATION FOR DEVELOPING COUNTRIES IN ASIA EN THE PACIFIC, Tokyo, 1981. **Report**. Vienna, AIEA. p.57-87 (AIEA TECDOC. 271).

- BURDITT JR., A.K.; M.G. MOSHANAS; T.T. HATTON, D.H. SPALDING; D.L. WINDEGUTH & P.E. SHALL, 1981. **Low-dose irradiation treatment for grape-fruit and mangoes infested with Caribbean fruit fly larvae**. Washington, USDA/Agriculture Research Service. p.9 (USDA, Agriculture Research Results, 10).
- BURDITT JR., A.K. & S.T. SEO, 1971. Dose requirements for quarantine treatment of fruit flies with gamma irradiation. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY: **Desinfestation of Fruits by Irradiation**. Vienna. p. 33-41. (Panel proceedings series).
- CAVALLORO, R. & G. DELRIO, 1971. Biological effects of gamma radiation on the life stages of two fruit fly species. In: NATIONAL SYMPOSIUM OF RADIOECOLOGY, 3., Oak Ridge. **Proceedings**. s.n.t. V.2, p. 1179-90.
- DOMARCO, R.E.; J.M.M. WALDER; V. ARTHUR & F.M. WIENDL, 1989. Desinfestação de mangas (*Mangifera indica* L.) e mamões (*Carica papaya* L.) contra *Ceratitidis capitata* (Wiedmann, 1824), através da radiação gama. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., Belo Horizonte. **Resumos**. Belo Horizonte, SEB. V.2, p. 501.
- FESUES, I.; L. KADAS & B. KALMAN, 1981. Protection of oranges by gamma radiation against *Ceratitidis capitata* (Wied.). **Acta Alimentaria**, Budapest, 10: 293.
- GALLO, D., 1960. Radiosótopos no controle de pragas. **O Solo**, Piracicaba, 1: 30-1.
- MOY, J.H.; K.Y. KANESHIRO; A.T. OHTA & N.Y. NAGAI, 1983. Radiation desinfestation of California stone fruits infested by medfly: effectiveness and fruit quality. **Journal of Food Science**, Chicago, 48(3): 928-34.
- SHEHATA, N.P., 1983. Effect of gamma radiation on the immature stages of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wied.). **Egypt Isotope and Rad. Res.**, 15 (12): 121-29.
- SILVA, A.C.; V. ARTHUR; E.B. SILVA; J.M.M. WALDER & R. E. DOMARCO, 1989. Influência da radiação gama do Cobalto-60 em pupas de *Anastrepha obliqua* (Mac., 1835) (Dip. Tephritidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12., Belo Horizonte. **Resumos**. Belo Horizonte, SEB. V.2, p. 519.

- SPALDING, D.H., 1985. 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. p. 160-5.
- YASUOKA, S.T.; M.R. POTENZA; R.B. GIORDANO & A. RAGA, 1989. Efeitos subsequentes 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., Belo Horizonte. Resumos. Belo Horizonte, SEB. V.2, p. 523.