

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DO CHUCHU, *Sechium edule* L., COM  
O USO DA REFRIGERAÇÃO, RADIAÇÕES GAMA DO COBALTO-60  
E FILME DE POLIETILENO

**Frederico Maximiliano Wiendl<sup>1</sup>**

**Valter Arthur<sup>1</sup>**

**Toni Andreas Wiendl<sup>1</sup>**

INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A conservação de alimentos, por métodos físicos é conhecida desde longa data e até desde tempos pré-históricos. Assim, o frio foi e ainda é, um dos primeiros métodos utilizados para prolongar a vida de prateleira de praticamente qualquer alimento.

A Holanda, país que hoje detém a primazia na irradiação comercial de alimentos, teve em STADEN (1966) um dos seus principais defensores que iniciou suas pesquisas há mais de três décadas. Ele preconizava já naquela época a irradiação de frutas para sua melhor conservação. Outros dos pesquisadores mais destacados, nesse mesmo país, foram LANGERAK & BRURS, que, em 1973, chamaram a atenção para a possibilidade de utilizar métodos combinados, tais como o frio ou o calor, para melhorar a preservação de frutas e hortaliças tratados por radiações ionizantes. Anos depois, LANGERAK (1989) confirmou estas conclusões, reforçando-as e afirmando da necessidade de utilizar métodos combinados na preservação de alimentos por métodos físicos, com aproveitamento das vantagens de ambas as metodologias.

Como vantagem adicional, as radiações ionizantes induzem pequenas alterações fisiológicas, principalmente em frutas, fazendo com que haja diminuição ou mesmo paralisação dos processos de maturação. Isto prolonga sua vida de prateleira e traz consideráveis vantagens econômicas (LOAHARANU, 1994).

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

A irradiação de alimentos é hoje o método de conservação mais estudado em toda a história da humanidade. A publicação de milhares de trabalhos, não apenas científicos, mas também tecnológicos, econômicos, sociais, etc., além de comprovar a validade técnica da metodologia de irradiação, visa também a divulgar sua introdução em bases comerciais, em todos os países do mundo moderno. Confirmam-se, assim, as amplas vantagens, principalmente da salubridade e economia de alimentos irradiados. Associados aos procedimentos pós-colheita normalmente empregados, a aplicação de radiações gama, nas doses recomendadas para cada tipo de alimento, tem mostrado ser um excelente método para prolongar a vida comercial das frutas, retardando os processos de amadurecimento e senescência. Reduz ainda significativamente as perdas causadas por apodrecimento, induzidas pelo crescimento de fungos e bactérias.

Em estudo realizado há uma década, verificou-se que, na produção global de hortaliças no Brasil, a safra anual de chuchu corresponde a mais de 300 mil toneladas. Neste contexto destacou-se o Estado de São Paulo, onde se produziram quantidades superiores a 50 mil toneladas, colhidas por nada menos que 3555 plantadores.

O chuchu é planta originária da América Central, do México e da Guatemala, onde é cultivado há centenas de anos, chegando a formar uma espécie não selvagem hoje conhecida pelos botânicos como *Sechium edule*, derivada de outra nativa considerada como seu possível ancestral, *S. compositum* (NEWSTROM, 1991).

Em vista da ausência de trabalhos sobre os efeitos das radiações nesta hortaliça, o presente trabalho teve como objetivo verificar a dose de radiações gama do Cobalto-60 capaz de prolongar a vida de prateleira de frutos de chuchu, a fim de aumentar seu período de comercialização.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo,

Piracicaba-SP, Brasil.

Os chuchus foram colhidos na propriedade do Sr. Kaoro Nakau, município de São Paulo, Bairro da Varginha, na região de Santo Amaro, perto da represa Billings. Durante a colheita procuraram-se evitar lesões. Os frutos, com peso entre 250 e 480 gramas, foram uniformizados ao redor do peso médio aproximado de 320 gramas. Por ocasião da colheita, os pedúnculos foram cortados até aproximadamente 1 cm de sua base, sem arrancá-los, para diminuir possível infecção por microorganismos. Depois de selecionados e uniformizados por tamanho, a metade dos frutos foi embalada individualmente em um filme de polietileno, de 0,03 mm de espessura.

Para a irradiação, foi utilizada uma fonte de Cobalto-60. O experimento constou de quatro tratamentos (doses), cada qual com 80 repetições, uma metade embalada no plástico e a outra não. Os tratamentos constaram das seguintes doses de radiação gama: 0 (controle), 25, 50 e 75 Gy, sendo os frutos irradiados à taxa de 1370 Gy por hora. Após a irradiação, uma metade dos frutos foi mantida em câmaras sob duas condições de temperatura: ambiente, entre 21 e 23°C e umidade relativa entre 65 e 75%, e sob resfriamento, entre 12 e 13,5°C, com umidade relativa entre 45 e 55%. Todos os frutos foram pesados individualmente durante aproximadamente dois meses, isto é, logo após a irradiação e após 6, 14, 22, 30, 37, 44, 53 e 63 dias. Após este período, foram descartados, ou mesmo antes, caso apresentassem lesões com crescimento de microorganismos. Assim determinou-se o número de dias de vida de prateleira e a perda de peso médio diário. Determinou-se também o valor da acidez e do teor de sólidos solúveis, no início do experimento, em uma amostra de doze frutos, logo descartados, e depois em cada um dos frutos, por ocasião de seu descarte.

Os dados foram submetidos a análise da variância, com as médias de tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS

Encontram-se na **Tabela 1** os resultados das porcenta-

gens médias das perdas de peso diárias dos frutos do chuchu submetidas às radiações gama do Cobalto-60, conforme a embalagem e o local no qual foram mantidos após sua irradiação.

**Tabela 1.** Porcentagens médias das perdas de peso diárias de chuchu, *Sechium edule* L., irradiados com radiações gama do Cobalto-60, mantidos em temperatura ambiente e na geladeira.

Dose (Gy)	Sem Polietileno		Com Polietileno	
	Ambiente 21 a 24°C U.R. 65-75%	Resfriado 12 a 13,5°C U.R. 45-55%	Ambiente 21 a 24°C U.R. 65-75%	Resfriado 12 a 13,5°C U.R. 45-55%
0	0,827 A	0,503 C	0,332 B	0,065 D
25	0,926	0,407	0,400	0,107
50	0,747	0,442	0,412	0,103
75	0,900	0,459	0,320	0,070
Média <sup>1</sup>	0,858 A	0,436 B	0,377 B	0,093 D

<sup>1</sup> Média dos irradiados.

Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Encontram-se na **Tabela 2** os valores médios dos dias de vida de prateleira (ou dias após irradiação) dos chuchus submetidas às radiações gama do Cobalto-60, conforme a embalagem e o local no qual foram mantidos após sua irradiação.

Os resultados das determinações da acidez (pH) dos chuchus submetidos às radiações gama do Cobalto-60 na amostra inicial e nas amostras no final dos períodos de vida de

prateleira, conforme a embalagem e as condições nas quais foram mantidos após sua irradiação, estão na **Tabela 3**.

**Tabela 2.** Vida média de chuchus, *Sechium edule* L., em dias, irradiados com radiações gama do Cobalto-60, mantidos em temperatura ambiente e resfriados.

Dose (Gy)	Sem Polietileno		Com Polietileno	
	Ambiente 21 a 24°C U.R. 65-75%	Resfriado 12 a 13,5°C U.R. 45-55%	Ambiente 21 a 24°C U.R. 65-75%	Resfriado 12 a 13,5°C U.R. 45-55%
0	44,0 aB	44,0 aB	16,0 aA	53,5 cC
25	23,0 b	44,0 a	31,3 b	53,5 c
50	26,5 b	44,0 a	58,3 c	63,0 c
75	23,0 b	44,0 a	39,5 b	58,3 c
Média <sup>1</sup>	24,2 aA	44,0 aB	43,0 aB	58,3 cC

<sup>1</sup> Média dos irradiados.

Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey: Letras maiúsculas: linhas, testemunhas e médias dos irradiados; minúsculas: colunas.

Na **Tabela 4** encontram-se os valores médios das determinações de sólidos solúveis (Brix) dos chuchus submetidos às radiações gama do Cobalto-60, na amostra inicial e nas amostras no final dos períodos de vida de prateleira, conforme a embalagem e o local nos quais foram mantidos após sua irradiação.

**Tabela 3.** Valores médios de acidez (pH) dos frutos de chuchu, *Sechium edule* L., irradiados com radiações gama do Cobalto-60, mantidos em temperatura ambiente e na geladeira. (0 inicial = amostra de 12 frutos analisados antes do tratamento).

Dose (Gy)	Sem Polietileno		Com Polietileno	
	Ambiente 21 a 24°C U.R. 65-75%	Resfriado 12 a 13,5°C U.R. 45-55%	Ambiente 21 a 24°C U.R. 65-75%	Resfriado 12 a 13,5°C U.R. 45-55%
0 (inicial)	6,34	6,34	6,34	6,34
0	6,44	6,70	6,55	6,61
25	6,34	6,53	6,51	6,56
50	6,49	6,49	6,59	6,39
75	6,54	6,42	6,56	6,64
Médial	6,45	6,54	6,55	6,55

1 Médias dos irradiados.

**Tabela 4.** Valores médios das concentrações de sólidos solúveis (Brix) de chuchus, *Sechium edule* L., irradiados com radiações gama do Cobalto-60, mantidos em temperatura ambiente e geladeira. (0 inicial = amos tra de 12 frutos analisados antes do experimento de determinação de vida de prateleira e perda de peso).

Dose (Gy)	Sem Polietileno		Com Polietileno	
	Ambiente 21 a 24°C U.R. 65-75%	Resfriado 12 a 13,5°C U.R. 45-55%	Ambiente 21 a 24°C U.R. 65-75%	Resfriado 12 a 13,5°C U.R. 45-55%
0(inicial)	3,8	3,8	3,8	3,8
0	3,8	4,3	3,2	4,0
25	3,5	4,6	3,0	4,6
50	4,0	4,4	3,5	4,5
75	3,5	4,4	3,0	4,3
Média <sup>1</sup>	3,7	4,4	3,2	4,4

<sup>1</sup> Média dos irradiados.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A menor perda de peso foi observada quando os frutos foram irradiados com a dose de 75 Gy, embalados e mantidos em geladeira. Houve diferença significativa, quando a perda de peso, entre os irradiados e conservados à temperatura ambiente ou sob refrigeração, com e sem polietileno.

Em relação ao prolongamento dos dias de vida de prateleira, houve aumento significativo quando os frutos foram irradiados com a dose de 50 Gy, tanto em temperatura ambiente como sob refrigeração, principalmente se envolvidos com polietileno.

Os frutos tiveram sua vida de prateleira reduzida quando não foram irradiados e mantidos em ambiente, envolvidos em polietileno. Quando mantidos em ambiente refrigerado porém, houve diferença significativa positiva, especialmente quando irradiados com a dose de 50 Gy.

Os chuchus se conservaram durante tempo significativamente maior quando mantidos em local refrigerado, com a temperatura entre 12 e 13,5°C e umidade relativa entre 45 e 55%.

Concluiu-se, desse modo, que sendo para a comercialização o valor mais importante é o número de dias após sua colheita, os frutos do chuchu podem ser irradiados com a dose 50 Gy, especialmente quando for previsto o uso da embalagem de polietileno e de refrigeração. Caso isso não aconteça, aconselha-se mantê-los no ambiente, fora da geladeira, sem nenhuma envoltura.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo determinar a dose de radiações gama do Cobalto-60 capaz de prolongar a vida de prateleira de frutos do chuchu, possibilitando por conseguinte aumentar o seu período de comercialização. Os frutos, após sua colheita, foram irradiados sob uma taxa de 1370 Gy por hora, com as seguintes doses: 0 (Testemunha), 25, 50 e 75 Gy. Além deste procedimento foram envol-



vidos em filme plástico de polietileno. Depois destes tratamentos foram mantidos sob duas condições: Em temperatura ambiente, entre 21 e 23°C e umidade relativa entre 65 e 75%, e sob resfriamento com temperatura entre 12 e 13,5°C e umidade relativa de 45 a 55%. Foram feitas determinações do percentual de perda de peso diário, de dias de vida pós irradiação, teor de sólidos solúveis e acidez. Observou-se que as radiações induziram nos chuchus uma mudança na vida de prateleira que, nas testemunhas, era de 44,0 dias quando os frutos ficaram desprotegidos ou 16,0 dias com proteção de filme de polietileno, para respectivamente 24,2 e 49,3 dias, em média. A refrigeração induziu, nos frutos protegidos, aumento de suas vidas de prateleira, especialmente quando em combinação com a irradiação, passando de 54,5 para 59,8 dias. Em frutos sem filme de polietileno não houve influência das radiações sobre a vida de prateleira, que permaneceu em 44,0 dias.

**Palavras-chave:** Chuchu, radiações gama, aumento de vida de prateleira, refrigeração de frutas, filme plástico, irradiação de alimentos, *Sechium edule*.

## SUMMARY

POST-HARVEST PRESERVATION OF CHAYOTE, *Sechium edule* L.,  
USING REFRIGERATION, GAMMA RADIATION OF COBALT-60,  
AND POLYETHYLEN FILM WRAP

The objective of the present research was to determine the gamma radiation dose, refrigeration, and wrapping in polyethylene film, able to increase the shelf life of chayote in order to raise its commercialization period. After harvest the fruits were irradiated with dose of: 0 (control), 25, 50 and 75 Gy, at a dose rate of 1370 Gy per hour. After irradiation half of the fruits were wrapped in polyethylene foil. The fruits were kept under two environmental conditions, at room temperature between 21 and 23°C and 65 to 75% RH, and cooled, at a temperature between 12 and 13,5°C and RH between 45 and 55%. Determina-

tions of the daily weight loss percentage; the days of shelf life; of Brix and pH values were performed. It was observed that the fruits had a change on its shelf life induced by irradiation. The non-wrapped control fruits had a mean shelf life of 44.0 days but irradiated their shelf life decreased to 24.2 days. Meanwhile the wrapped controls maintained at laboratory temperature had a shelf life of 16.0 days, the irradiated had an increase of shelf life to 49.3 days. Refrigeration induced a significantly longer shelf life of the fruits. If they remained non-wrapped, the mean shelf life was 44.0 days, with or without irradiation. If wrapped, the mean shelf life of irradiated fruits was 59.8 days, whereas the controls showed 54.5 days of shelf life.

**Key words:** Chayote, gamma radiations, shelf-life extension, refrigeration, irradiation, plastic wrapping, food irradiation, *Sechium edule*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LANGERAK, D.I., 1989. The Preservation of Fruits and Vegetables by Ionizing Radiation. In: IFFIT TRAINING COURSE ON FOOD IRRADIATION. Utrecht. 32p.
- LANGERAK, D.I. & M.F.J. BRURS, 1973. Preliminary Study Concerning the Influence of Combined Heat and Radiation Treatment on the Quality of Some Horticultural Products. *Acta Alimentaria*, Budapest, 2: 229-243.
- LOAHARANU, P., 1994. Cost Benefit Aspects of Food Irradiation. *Food Technology*, 48(1): 104-108.
- NEWTROM, L.E., 1991. Evidence for the Origin of Chayote, *Sechium edule* (Cucurbitaceae). *Econ. Botany*, 45(3): 410-428.
- STADEN, O.L., 1966. Experiences With the Irradiation of Vegetables in the Netherlands. Intern. Symp. Food Irrad. Karlsruhe, 1966. Proceedings on Food Irrad. Internat. Atomic Energy Agency, Vienna. p. 609-617.