

Irradiação de Polpa de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)

Murillo Freire Jr.¹
André Luis Rodrigues de Souza²
Lourdes Maria Corrêa Cabral³
Antônio Gomes Soares⁴
Celina Mara Soares⁵

Cupuaçu

As fruteiras nativas do Amazonas despertam grande interesse econômico, tanto pelas suas características de forma e sabor quanto pelo seu potencial de comercialização. Até o início da década de 70, a utilização agroindustrial de frutas nativas da Amazônia era baseada quase que totalmente na exploração extrativista. Com as pesquisas de domesticação das espécies, desenvolvidas principalmente pela Embrapa, o manejo e a produção vêm ganhando escalas sustentáveis do ponto de vista agrônomo, econômico, social e ambiental.

A polpa, principal produto do fruto do cupuaçuzeiro, é muito apreciada devido à sua qualidade sensorial (sabor e aroma) podendo ser consumida na forma de sucos, bala, bombons e tortas (CAVALCANTE, 1996). O cupuaçu é uma espécie que apresenta diferencial em



Foto: Murillo Freire Jr

relação às demais fruteiras amazônicas por ter características tecnológicas superiores como alto rendimento em polpa e elevada acidez. O valor da acidez é responsável pelo fator de diluição na elaboração do suco e de outros produtos industrializados e pelo baixo pH, o que dispensa a adição de acidulantes na elaboração de alguns produtos, além de inibir ação de enzimas oxidativas, responsáveis pelo escurecimento da polpa da maioria dos frutos (SOUZA et al., 1996).

A eliminação de pontos críticos na cadeia de produção e processamento do cupuaçu depende da introdução das boas práticas agrícolas no campo e de tecnologias que possibilitem a conservação e a garantia do padrão de qualidade da polpa e seus produtos, possibilitando a ampliação do mercado, tornando, assim, a cultura do cupuaçuzeiro uma excelente alternativa para o agronegócio.



Foto: Murillo Freire Jr

¹ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Ciência de Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ, mfreire@ctaa.embrapa.br

² Engenheiro de Alimentos, mestrando da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, hoglan@bol.com.br

³ Engenheira Química, D.Sc. em Engenharia Química, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ, lcabral@ctaa.embrapa.br

⁴ Químico, D.Sc. em Ciência de Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ, agomes@ctaa.embrapa.br

⁵ Veterinária, D.Sc. em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ, celina@ctaa.embrapa.br

Irradiação

A irradiação é um método de conservação a frio de alimentos, que apresenta a vantagem de proporcionar uma vida útil do produto, muitas vezes, maior do que a pasteurização, não alterando sua aparência ou composição (FARKAS, 2006).

A legislação brasileira segue as recomendações internacionais através do Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos, descrito na Resolução RDC nº 21, de 26/01/2001, da Anvisa (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2001).

A utilização comercial do processo, ocorrida inicialmente para irradiação de pimenta em 1957, vem sendo incrementada de forma vertiginosa, notadamente a partir da conclusão do Comitê de Alimentos Irradiados da Organização Mundial de Saúde - OMS (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1994), em que considera que a irradiação de qualquer *commoditie* alimentícia, até a dosagem média total de 10 kGy, não resulta em nenhum dano toxicológico. Quanto aos aspectos toxicológicos, o alimento submetido à irradiação não pode se tornar radioativo uma vez que, além da utilização somente de radiações ionizantes de baixa energia, o alimento nunca entra em contato direto com a fonte de radiação. Adicionalmente, todas as investigações indicam que os materiais de embalagens para alimentos a serem submetidos à irradiação não oferecem riscos nem para o alimento nem para a saúde humana (IRRADIAÇÃO..., 1991). De acordo com a Associação Dietética Americana, todas as evidências científicas baseadas em testes de alimentação animal, e em consumo por voluntários humanos, indicam que os produtos submetidos à irradiação não oferecem nenhum risco para a saúde humana (BRUHN; WOOD, 1996).

Materiais e Métodos

Como matéria-prima utilizou-se polpa de cupuaçu proveniente dos campos experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus (AM).

Os frutos foram submetidos às etapas usuais do processamento da polpa da fruta: seleção, lavagem e despulpamento. A polpa foi acondicionada em embalagens plásticas de 500 g e mantida em -18°C até a irradiação.

O processo de irradiação foi realizado no irradiador gama do Instituto de Projetos Especiais (IPE) no Centro de Tecnologia do Exército (CTEX), em Guaratiba, no município do Rio de Janeiro. Este irradiador apresenta estrutura robusta, é dotado de vários sistemas independentes de segurança, é do tipo cavidade fechada e possui um sistema de controle pneumático. Sua fonte de Cs-137, de aproximadamente 50 kCi, gera taxas de doses máximas próximas de 1,6 kGy h⁻¹, em duas

câmaras de irradiação com volume total útil de 80L. As polpas foram submetidas às seguintes doses: 250 Gy, 500 Gy, 1 kGy e 1,5 kGy. A polpa não irradiada foi utilizada como controle.

As amostras foram submetidas às seguintes análises físico-químicas: teor de sólidos solúveis (°Brix) e totais; pH; acidez total titulável (AOAC INTERNATIONAL, 1997); teor de compostos fenólicos totais; vitamina C; e atividade antioxidante. A polpa irradiada foi armazenada sob refrigeração por 90 dias e submetida a análises físico-químicas e microbiológicas a cada 30 dias, sendo considerado como zero, o dia no qual todas as amostras foram irradiadas.

Os resultados das determinações químicas e físico-químicas foram avaliados pela análise de variância (ANOVA), teste de Tukey com significância de 0,05, usando o software estatístico XLSTAT 7.5.

Resultados

Durante o período de armazenamento, foram observadas variações nos parâmetros físicos e químicos (Tabelas 1a e 1b).

As diferentes doses da irradiação não alteraram significativamente a acidez total e o pH da polpa tanto no dia do processamento como ao longo do armazenamento. Por outro lado, para o teor de vitamina C verifica-se que embora o valor da dose não tenha resultado em valores significativamente diferentes, o armazenamento resultou em um decréscimo importante desta substância a partir de 60 dias. Em relação ao teor de fenólicos totais, a partir de 500 Gy, verifica-se uma redução destes compostos no tempo igual a zero. Entretanto, a menor redução ao longo do armazenamento foi verificada quando 1500 Gy foram aplicados.

A polpa de cupuaçu irradiada e armazenada sob refrigeração apresentou qualidade microbiológica compatível com os padrões exigidos pela legislação brasileira, ou seja, ausência de *Salmonella* e a contagem de coliformes a 35°C e a 45°C foi sempre menor que 3 (NMP), independente da dose aplicada ou do período de armazenamento.

Em relação às bactérias psicrotróficas (Tabela 2), o tempo de armazenamento resultou no aumento da sua contagem, quando a polpa não foi irradiada ou foi irradiada com menores doses. A Contagem Padrão em Placas de Aeróbios Mesófilos revelou que o tempo de armazenamento aumentou a quantidade de bactérias mesófilas, nas polpas não irradiadas e irradiadas a 250, 500 e 1000 Gy. Quando aplicado 1500 Gy não foi observado crescimento. Finalmente, verificou-se que a menor contagem de fungos filamentosos foi obtida na polpa submetida à maior taxa de dose, 1500 Gy.

Tabela 1a. Avaliação físico-química da polpa de cupuaçu irradiada

Dose (Gray)	Teor de sólidos solúveis (Brix)				Acidez total titulável (g/100g)				pH			
	T=0	T=30	T=60	T=90	T=0	T=30	T=60	T=90	T=0	T=30	T=60	T=90
0	12,2 ^a	13,4 ^a	12,4 ^a	12,8 ^a	20,89 ^a	20,89 ^a	34,50 ^a	37,68 ^a	3,37	3,28	3,33	3,44
250	12,9 ^b	13,5 ^a	12,5 ^a	13,2 ^{ab}	25,06 ^a	25,06 ^a	32,49 ^a	34,07 ^a	3,37	3,28	3,34	3,47
500	12,8 ^b	13,4 ^a	12,6 ^a	13,6 ^b	25,40 ^a	25,40 ^a	32,03 ^a	33,09 ^a	3,36	3,28	3,34	3,47
1000	12,3 ^a	13,4 ^a	12,0 ^b	13,6 ^b	23,96 ^a	23,96 ^a	34,02 ^a	32,53 ^a	3,36	3,29	3,35	3,48
1500	12,1 ^a	12,9 ^b	12,0 ^b	13,5 ^b	25,26 ^a	25,26 ^a	33,20 ^a	33,51 ^a	3,36	3,29	3,34	3,49

Letras iguais na mesma coluna: não estatisticamente significativo

Tabela 1b. Avaliação físico-química da polpa de cupuaçu irradiada

Dose	Vitamina C (MG/100g)				Atividade antioxidante ($\mu\text{mol Trolox eq/g}$)				Fenólicos totais (mg ác.gálico/100g)			
	T=0	T=30	T=60	T=90	T=0	T=30	T=60	T=90	T=0	T=30	T=60	T=90
0	20,89 ^a	9,82 ^a	1,89 ^{ab}	1,56 ^a	2,25 ^a	0,97 ^a	1,02 ^a	1,44 ^a	50,88 ^a	35,67 ^a	24,63 ^a	25,75 ^a
250	25,06 ^a	9,95 ^a	2,06 ^a	1,49 ^a	1,54 ^b	1,60 ^b	0,97 ^a	1,19 ^{ab}	50,93 ^a	38,44 ^a	33,41 ^{b,c}	28,39 ^a
500	25,40 ^a	10,51 ^a	1,73 ^b	1,37 ^a	2,14 ^a	1,40 ^{ab}	1,40 ^a	1,40 ^a	48,78 ^{ab}	39,92 ^a	32,89 ^c	14,31 ^b
1000	23,96 ^a	6,37 ^b	1,97 ^{ab}	1,53 ^a	1,86 ^{ab}	1,24 ^{ab}	0,82 ^a	1,07 ^b	44,54 ^{ab}	37,76 ^a	39,56 ^d	16,81 ^b
1500	25,26 ^a	4,00 ^c	1,98 ^{ab}	1,20 ^a	1,84 ^{ab}	1,33 ^{ab}	0,49 ^b	1,43 ^a	45,53 ^b	37,54 ^a	37,96 ^{b,d}	33,94 ^c

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 2. Contagem de bactérias psicrotróficas e mesófilas, e de fungos filamentosos em polpa de cupuaçu não irradiada e irradiada ao longo do armazenamento por 90 dias sob refrigeração.

Dose (Gray)	Contagem Padrão em Placas de Aeróbios Psicrotróficos (UFC/g)				Contagem Padrão em Placas de Aeróbios Mesófilos (UFC/g)				Contagem de Fungos Filamentosos e Leveduras (UFC/g)			
	T=0	T=30 dias	T=60 dias	T=90 dias	T=0	T=30 dias	T=60 dias	T=90 dias	T=0	T=30 dias	T=60 dias	T=90 dias
0	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$1,9 \times 10^5$ (estimado)	$1,0 \times 10^2$ (estimado)	$2,5 \times 10^2$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$2,4 \times 10^5$	$4,0 \times 10^2$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$2,0 \times 10^5$
250	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$1,5 \times 10^2$ (estimado)	$1,8 \times 10^3$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$1,0 \times 10^2$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$1,4 \times 10^3$ (estimado)	$1,0 \times 10^2$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$1,5 \times 10^2$ (estimado)	$1,7 \times 10^3$
500	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$3,0 \times 10^2$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$1,5 \times 10^2$ (estimado)	$1,5 \times 10^3$ (estimado)	$1,5 \times 10^2$ (estimado)	$1,5 \times 10^2$ (estimado)	nr	$1,5 \times 10^2$ (estimado)
1000	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	nr	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$4,0 \times 10^4$	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$1,0 \times 10^2$ (estimado)	nr
1500	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$2,0 \times 10^2$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$7,2 \times 10^2$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$2,0 \times 10^2$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)	$5,5 \times 10^2$ (estimado)	$<1,0 \times 10^1$ (estimado)

Nr: não realizado

Conclusões

O armazenamento sob refrigeração diminuiu a concentração de vitamina C e dos compostos fenólicos independente da dose inicial aplicada à polpa. A vitamina C foi reduzida a partir de 60 dias. Por outro lado, a menor redução para os compostos fenólicos foi verificada quando a dose de 1500 Gy foi aplicada.

A qualidade microbiológica das polpas irradiadas e armazenadas por 90 dias sob refrigeração manteve-se dentro dos limites exigidos para a segurança alimentar do consumidor, embora as polpas irradiadas a 1500 Gy tenham apresentado menores contagens de bactérias e fungos.

Neste contexto, recomenda-se a aplicação de 1500 Gy para a conservação da polpa de cupuaçu por irradiação.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução RDC nº. 21, de 26 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 29 jan. 2001.
- AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16th ed. Gaithersburg, 1997. 2 v.
- BRUHN, C. M.; WOOD, O. B. Position of The American Dietetic Association: food irradiation. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 96, n. 1, p. 69-72, jan. 1996.
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 6. ed. Belém, PA: Museu Paraense Emílio Goeldi: CNPq, 1996. 279 p.
- FARKAS, J. Irradiation for better foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, n. 4, p. 148-152, apr. 2006.
- IRRADIAÇÃO de alimentos: ficção e realidade. Belo Horizonte: CDTN, 1991. 38 p.
- SOUZA, A. das G. C. de; SOUSA, N. R.; SILVA, S. E. L. da; NUNES, C. D. M.; CANTO, A. do C.; CRUZ, L. A. de A. **Fruteiras da Amazônia**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1996. 204 p. (Biblioteca Botânica Brasileira, 1).
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Safety and nutritional adequacy of irradiated food**. Geneva, 1994. 161 p.

Comunicado Técnico, 163

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Agroindústria de Alimentos
Endereço: Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba
23020-470 - Rio de Janeiro - RJ
Fone: (0XX21) 3622-9600
Fax: (0XX21) 3622-9713
Home Page: <http://www.ctaa.embrapa.br>
E-mail: sac@ctaa.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2010): tiragem (50 exemplares)

Comitê de publicações

Presidente: *Virgínia Martins da Matta*
Membros: *Marcos José de Oliveira Fonseca, Marília Penteado Stephan, Renata Torrezan, Renata Galhardo Borguini, Daniela de Grandi Castro Freitas, Luciana Sampaio de Araújo, André Luis do Nascimento Gomes e Michele Belas Coutinho*

Expediente

Supervisor editorial: *Renata Galhardo Borguini*
Revisão de texto: Edmar das Mercês Penha
Normalização bibliográfica: *Luciana S. de Araújo*
Editoração eletrônica: *André Luis do Nascimento Gomes e Marcos Moulin*