

Polpa de camu-camu (*Myrciaria dubia*) submetida à radiação gama

Pulp of camu-camu (*Myrciaria dubia*) subjected to gamma radiation

Jacqueline de Oliveira^{1*}, *Ana Carolina Leme Castelucci*², *Paula Porrelli Moreira da Silva*³, *Guilherme Mei Silva*⁴, *Marta Helena Fillet Spoto*⁵

(1) Mestre em Ciências, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Av. Pádua Dias, 11; Caixa Postal 9, CEP 13.418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

(2) Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), Av. Centenário, 303, Caixa Postal 96, CEP 13416-000, Piracicaba, SP, Brasil.

(3) Doutor em Ciências, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Departamento de Ciências Biológicas, Av. Pádua Dias, 11; Caixa Postal 9, CEP 13.418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

(4) Mestre em Ciências, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Av. Pádua Dias, 11; Caixa Postal 9, CEP 13.418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

(5) Professor Doutor, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Av. Pádua Dias, 11; Caixa Postal 9, CEP 13.418-900, Piracicaba, SP, Brasil.

* Autor correspondente: jacquelineot@hotmail.com

Rec.27.01.12 Acept.: 30.09.13

Resumo

O fruto amazônico camu-camu, *Myrciaria dubia*, possui elevado teor de vitamina C, antocianinas, carotenóides e compostos fenólicos, fatores que fazem com este fruto venham se posicionando na preferência dos consumidores de frutas exóticas. A radiação ionizante tem sido utilizada para aumentar a vida útil dos produtos, além de preservar qualidades intrínsecas e nutricionais. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estudar a radiação gama como método alternativo na conservação da polpa de camu-camu. As amostras de polpa do fruto foram submetidas às doses 0 (controle), 2, 4, e 6 kGy. Em seguida, foram armazenadas a 6 °C e à temperatura ambiente (26 °C), e avaliadas quanto a cor, pH, acidez titulável, teores de sólidos solúveis, vitamina C, compostos fenólicos e antocianinas nos períodos 1 e 15 dias de armazenamento. Os atributos pH, teor de sólidos solúveis, compostos fenólicos e acidez total, não foram afetados pela irradiação e pela temperatura de armazenamento nos dois períodos analisados. A vitamina C também não se alterou com a irradiação, porém o armazenamento refrigerado manteve os teores mais constantes. A cor foi o atributo mais afetado pela irradiação e pelo armazenamento à temperatura ambiente. Portanto, a radiação gama não se mostrou eficaz no armazenamento da polpa desta fruta em nenhuma das temperaturas propostas.

Palavras chave: Amazônia, antocianinas, conservação de alimentos, processamento não térmico, vitamina C.

Abstract

The Amazonian fruit camu-camu, *Myrciaria dubia*, has a high content of vitamin C, anthocyanins, carotenoids and phenolic compounds, factors that make this fruit will be positioned in the consumer preference of exotic fruits. Ionizing radiation has been used to extend the life of the products, while preserving the intrinsic qualities and nutritional. Thus, the aim was to study the gamma radiation as

an alternative method in preserving the pulp of camu-camu. The pulp of the fruit samples were subjected to doses 0 (control), 2, 4 and 6 kGy. They were then stored at 6 °C and at room temperature (26 °C), and evaluated as to the color, pH, titratable acidic, soluble solids, vitamin C, phenolic compounds and anthocyanins in periods 1 and 15 days of storage. The pH, soluble solids, total acidity attributes and phenolic compounds were not affected by irradiation and storage temperature in both periods analyzed. Vitamin C also did not change with irradiation, but the cold storage levels remained more constant. The color was the most affected attribute by irradiation and storage at room temperature. Therefore, gamma radiation was not effective in storage of the pulp of this fruit in any of the proposed storage temperatures.

Key-words: Amazon, anthocyanins, food preservation, non-thermal process, vitamin C.

Introdução

O consumo de camu-camu, *Myrciaria dubia*, é crescente em diferentes países, internacionalmente a fruta posicionou-se na preferência dos consumidores de frutas tropicais exóticas, especialmente pelo seu alto teor de ácido ascórbico, rica fonte de fibras, antocianinas e minerais como potássio e cálcio (Rodrigues *et al.*, 2006). A presença destes compostos despertou o interesse de importadores do Japão, Europa e EUA, sendo o Peru o principal exportador (Arévalo Pinedo, 2007).

Apesar da importância do aumento da produção e do consumo desta espécie frutífera nativa, pouco tem sido estudado em relação ao pós-colheita, fator este em que o conhecimento é essencial para gerar subsídios técnicos que visem à aplicação de tecnologias de conservação, ampliação do tempo de armazenamento e comercialização, sem, contudo, alterar características físicas, sensoriais e nutricionais dos frutos.

O tratamento de alimentos com energia ionizante é um conhecido método que visa melhorar a segurança de diversos alimentos, reduzindo ou eliminando agentes patogênicos de origem alimentar e sendo efetivo na preservação de compostos nutricionais (Arvanitoyannis *et al.*, 2009). Tem havido um crescente reconhecimento da importância de irradiação na indústria de alimentos em países desenvolvidos e países em desenvolvimento. Mais de 50 países já aprovaram por volta de 60 gêneros alimentícios a ser irradiado para o consumo local e/ou para exportação, e aproximadamente 40 países estão usando a irradiação de alimentos (Kume *et al.*, 2009).

O objetivo do presente estudo foi verificar a viabilidade de conservação de polpa de ca-

mu-camu submetida ao processo de radiação gama e armazenada em temperaturas (6 °C e 26 °C) por meio de avaliações físicas e químicas; visando-se a redução dos custos da cadeia do frio no processo de comercialização do produto.

Material e métodos

Os frutos utilizados foram obtidos de produtores da região do Vale do Ribeira (Registro, Latitude -21,6717; Longitude -47.5461), localizado no sul do Estado de São Paulo, Brasil. A colheita foi realizada manualmente, sendo selecionados os frutos maduros. Os frutos foram imediatamente transportados ao local de despulpa (Piracicaba/SP/Brasil – Latitude 22° 43' 31"; Longitude 47° 38' 57"), onde foram selecionados visualmente quanto à dimensão de 2 a 3 cm de diâmetro, cor casca vermelha e sanidade isentos de injúrias; imersos em solução de hipoclorito de sódio (200 ppm) por 15 min; posteriormente lavados com água e despulpados em despulpadora de aço inox modelo Bonina Compacta (NPC Metalúrgica Indústria e Comércio Ltda., Itabuna, BA, Brazil). Por fim, a polpa foi acondicionada manualmente em bolsas de polietileno com capacidade de 100 ml, selada e congelada em câmara de congelamento a -18 °C até o momento do tratamento por irradiação. A radiação gama foi realizada no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), São Paulo, SP. Utilizou-se irradiador multipropósito, provido de cobalto 60, com doses 0 (controle), 2, 4 e 6 kGy.

Após o tratamento com irradiação, as amostras foram armazenadas à temperatura ambiente (26 °C) e sob refrigeração (6 °C em BOD), sendo então avaliadas nos períodos 1 e

15 dias de armazenamento após o processamento, em triplicata, quanto às análises: (1) cor instrumental: avaliada através do colorímetro Color Meter-Minolta 200b, obtendo-se os valores L (Luminosidade), ângulo de cor Hue (graus), e Cromaticidade (Croma), de acordo com o espaço de cor Cielab (Minolta, 1998); (2) pH determinado em potenciômetro da marca Marconi, segundo método nº 981.12 da AOAC (2005); (3) acidez titulável (g ácido cítrico 100/g polpa), determinada e calculada por titulometria a partir do volume em mL de NaOH 1 M e potenciômetro, segundo método nº 942.15B da AOAC (2005); (4) teor de sólidos solúveis (°Brix) quantificado em refratômetro Auto Abbe, modelo 10500/10501, Leica, segundo método 932.12 da AOAC (2005); (5) teor de ácido ascórbico (g ácido ascórbico 100/g) determinado pelo Método 967.21 – 45.1.14 da AOAC (2005); (6) antocianinas totais (mg equivalente cianidina 3-glicosídeo 100/g): determinada segundo método nº 2005.02 da AOAC (2005); e (7) compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100/g) determinados segundo o método espectrofotométrico de Folin Ciocalteu utilizando ácido gálico como padrão, conforme a recomendação de Singleton e Rossi (1965).

O delineamento experimental do trabalho foi o inteiramente aleatorizado, em esquema fatorial 4 x 2 x 2, sendo quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6 kGy), temperaturas de armazenamento 6 °C e 26 °C, períodos de análise 1 e 15 dias, utilizando-se três repetições de cada tratamento-temperatura. Os resultados obtidos quanto aos valores de pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, vitamina

C, antocianinas, compostos fenólicos e cor foram avaliados utilizando-se Anova e feita a comparação das médias através do teste de Tukey ($p < 0.05$), utilizando o sistema estatístico SAS (1996).

Resultados e discussão

Cor instrumental (luminosidade, cromaticidade e ângulo de cor hue)

Para a luminosidade, os valores de L^* variaram com as diferentes doses de radiação e nas diferentes condições de armazenamento (Tabela 1). No segundo período de armazenamento (15 dias) houve aumento da luminosidade em relação ao primeiro período, em todos os tratamentos, possivelmente devido à degradação das antocianinas. Já no primeiro período houve um aumento gradual dos valores de L^* conforme a elevação da dose de irradiação.

Os valores do ângulo de cor Hue diminuíram conforme o aumento da dose de irradiação, a polpa não irradiada (controle) visualmente apresentou um rosa intenso e após ser irradiada com 6 kGy tornou-se rosa claro (Tabela 2). Houve também decréscimo do ângulo de cor Hue durante o período de armazenamento em temperatura ambiente, inicialmente (dia 1) a polpa apresentava coloração rosa intenso, tornando-se amarela no final do período.

O índice Cromaticidade (Croma) define a intensidade da cor, assumindo valores próximos a zero para cores neutras e próximos a 60 para cores vividas. Os dados de Croma das amostras estudadas indicaram a perda

Tabela 1. Luminosidade (L^*), ângulo de cor Hue e Cromaticidade (Croma) em polpa de camu-camu irradiada em diferentes doses, em função da condição e período de armazenamento (valores médios).

Tratamentos	L^*		Hue (graus)		Croma	
	1 dia	15 dias	1 dia	15 dias	1 dia	15 dias
0 kGy ambiente	38.83 Bb*	44.20 Aa	15.82 Aa	5,27 Bd	26,10 Bcd	82,53 Ac
0 kGy refrigerado	39.53 Ab	39.95 Ab	15.15 Aab	14,88 Abc	37,25 Bab	89,87 Abc
2 kGy ambiente	38.62 Bb	42.92 Aab	13.20 Aabc	3,90 Bd	26,10 Bc	101,47 Aa
2 kGy refrigerado	40.05 Bab	44.13 Aa	12.11 Bbc	16,94 Aab	31,37 Bbc	91,55 Aabc
4 kGy ambiente	41.18 Aa	43.03 Aab	10.28 Acd	3,87 Bd	31,11 Bbd	98,55 Aab
4 kGy refrigerado	40.13 Aab	42.77 Aab	12.43 Bbc	19,07 Aa	32,33 Babc	88,14 Ac
6 kGy ambiente	41.60 Aa	44.58 Aa	10.25 Acd	5,82 Bd	35,30 Babc	88,32 Ac
6 kGy refrigerado	41.72 Aa	40.50 Ab	7.84 Bd	13,35 Ac	42,10 Ba	90,85 Abc
	C.V.: 3.81%		C.V.: 13.28%		C.V.: 7.85%	

* Para cada análise, médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Tabela 2. pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e vitamina C em polpa de camu-camu irradiada em diferentes doses, em função da condição e período de armazenamento (valores médios).

Tratamentos	pH		°brix		Acidez (%)		Vit. C (asc. -mg/100)	
	1 dia	15 dias	1 dia	15 dias	1 dia	15 dias	1 dia	15 dias
0 kGy amb.	2.63 Aa*	2.55 Bab	6.43 Aa	6.58 Ab	16.28 Aa	5.42 Bd	1875.10 Bb	2873.23 Aa
0 kGy refrig.	2.55 Ab	2.51 Abc	4.55 Bc	5.03 Ae	15.59 Aab	15.31 Abc	2064.72 Aab	2164.00 Abc
2 kGy amb.	2.61 Ab	2.47 Bbc	6.43 Aa	6.18 Ac	13.58 Aabc	4.02 Bd	1853.16 Bb	2453.90 Aab
2 kGy refrig.	2.55 Aab	2.52 Ac	6.50 Aa	5.35 Bd	12.47 Bbc	17.44 Aab	1787.24 Ab	1789.90 Acd
4 kGy amb.	2.63 Aa	2.59 Abc	6.23 Aab	6.52 Ab	10.59 Acd	3.97 Bd	2027.85 Bab	2609.04 Aab
4 kGy refrig.	2.65 Aa	2.49 Ba	6.52 Aa	4.86 Be	12.80 Bbc	19.62 Aa	2121.45 Aab	1466.32 Bd
6 kGy amb.	2.63 Aa	2.51 Bab	6.02 Ab	6.28 Abc	10.55 Acd	5.98 Bd	1934.18 Bab	2479.61 Aab
6 kGy refrig.	2.67 Aa	2.55 Bbc	6.50 Ba	6.90 Aa	8.06 Bd	13.74 Ac	2389.18 Aa	1702.13 Bcd
	C.V.: 1.25%		C.V.: 2,61%		C.V.: 13.28%		C.V.: 7.85%%	

* Para cada análise, médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

da coloração viva da polpa durante a estocagem, principalmente no armazenamento em temperatura ambiente (Tabela 1).

pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e vitamina C

As diferentes doses de irradiação não influenciaram de forma significativa os valores de pH na polpa de camu-camu (Tabela 2) e foi observada diminuição do pH após 15 dias de armazenamento principalmente nas amostras armazenadas à 26 °C. O mesmo aconteceu no trabalho de Santillo (2011) em que não houve diferença significativa para pH e teor de sólidos solúveis (°brix) em uvas irradiadas a 0, 0.5, 1, 1.5 e 2 kGy e armazenadas por 21 dias. Zanata *et. al* (2005) e Maeda e Andrade (2003) encontraram em néctar de camu-camu valores de pH de 2.4 e 3.2, respectivamente, que são muito próximos ao apresentado neste trabalho.

O teor de sólidos solúveis praticamente não se alterou com a aplicação da radiação, apresentando valores médios (dia 1) de 6.4 °brix nas doses de 2 e 4 kGy e de 6.3 °brix na dose de 6 kGy. O valor médio encontrado no controle (dia 1) foi de 5.5 °brix, próximo ao encontrado nos trabalhos de Maeda e Andrade (2003) em que o valor para camu-camu foi de 5.6 °brix. Os dados revelaram que a radiação gama aplicada não interferiu no comportamento do pH e no teor de sólidos solúveis da polpa de camu-camu, uma vez que o controle (sem irradiação) teve comportamento semelhante aos demais.

Para a acidez titulável não houve diferença ($P > 0.05$) quanto às doses de irradiação

e a temperatura de armazenamento, exceto para a polpa irradiada com 6 kGy mantida sob refrigeração. Houve diferença ($P < 0.05$) entre os períodos, exceto para o controle refrigerado, corroborando os resultados de pH obtidos. Para os diferentes tratamentos, após 15 dias as amostras armazenadas a temperatura ambiente apresentaram queda da acidez e as refrigeradas aumento (Tabela 2).

Os valores encontrados de vitamina C para as polpas de camu camu foram relativamente altos se comparados a outras frutas. Rufino *et al.* (2010) encontraram teores de 1357 mg de ácido ascórbico/100g em acerola, fruta reconhecida como fonte deste composto. As diferentes doses de irradiação não interferiram no teor de vitamina C da polpa no primeiro período. O que pode ter contribuído para estabilidade da vitamina C é que quando este composto esta presente em altas concentrações a taxa de degradação do mesmo é reduzido (Maeda *et al.*, 2007).

A causa da alteração nos teores desta vitamina pode ser devido à condição de armazenamento, pois nota-se que no armazenamento refrigerado os teores se mantiveram mais constantes. Após 28 dias de armazenamento a -18 °C, Justi *et al.* (2000) encontraram redução de 23% no conteúdo de vitamina C na polpa de camu-camu. Já Lima *et al.* (2009) estudando o efeito da radiação gama nos teores de ácido ascórbico em Buriti encontraram redução significativa de 27% e 25% nas doses de 0.5 kGy e 1 kGy, respectivamente, se comparadas à amostra controle.

De forma geral a concentração de vitamina C pode variar por influência do oxigênio,

do pH, do tempo e temperatura de armazenamento, da variação natural da composição de frutos nativos, bem como da facilidade de oxidação (Silva *et al.*, 2004).

Antocianinas e compostos fenólicos

Foram encontrados valores relativamente baixos de antocianinas na polpa de camu camu (0.4 mg/100 g nas amostras controle), se comparadas às de outros estudos com camu camu que obtiveram 30 mg/100g (Genovese *et al.*, 2008) e 42.2 mg/100g (Rufino *et al.*, 2010). Nota-se que, com o aumento das doses de irradiação houve um decréscimo no teor de antocianinas, isso pode ser devido à instabilidade deste pigmento quando exposto à luz ultravioleta e visível ou outras fontes de radiação ionizante (Iacobucci e Sweeny, 1983). No segundo período de análise não foram detectados teores de antocianinas nas amostras (Tabela 3). Kirca *et al.* (2006) constataram grande efeito da temperatura de estocagem na estabilidade das antocianinas em todos os sucos e néctares que estudaram, verificando que ocorreu degradação mais rápida durante estocagem a temperaturas mais elevadas. Resultados que corroboram com os obtidos neste trabalho.

Segundo Maeda *et al.* (2007) pode haver degradação das antocianinas durante o processamento e armazenamento de alimentos, tanto devido ao pH, temperatura, presença de oxigênio e enzimas, quanto pela interação das antocianinas com outros componentes do alimento, como é o caso do ácido ascórbico

que em grandes quantidades intensifica a degradação das mesmas, fato este que pode ser observado no camu camu.

O valor médio de compostos fenólicos (ácido gálico) encontrado no primeiro período (amostra controle) foi de 7.1 mg/g de polpa, valor abaixo dos encontrados no trabalho de Maeda e Andrade (2003), onde os teores deste composto variavam de 13.70 a 21.10 mg/g de equivalente ácido gálico de polpa. Esta diferença pode ser devido ao diferente estágio de maturação dos frutos e local de produção.

As doses de irradiação, as temperaturas e o período de armazenamento não provocaram alteração nos teores de compostos fenólicos, uma vez que não ocorreram diferenças ($P > 0.05$) entre as amostras (Tabela 3). Apenas no segundo período a polpa irradiada com 2 kGy em temperatura ambiente diferiu da 2 kGy refrigerada e 6 kGy (ambiente e refrigerada). As perdas totais de compostos fenólicos durante o armazenamento pode ser atribuída à oxidação de polifenóis e às reações de polimerização que podem reduzir o número de grupos hidroxilas livres medidos pelo ensaio de Folin-Ciocalteu (Klopotek *et al.*, 2005). Segundo Araújo (2008) uma possível causa para a diminuição nos teores de compostos fenólicos é a existência de enzimas de escurecimento. A polifenoloxidase atua no escurecimento do produto, oxidando os compostos fenólicos existentes e a irradiação com doses abaixo de 6 kGy não é capaz de inibir totalmente esta enzima fato este que pode explicar as diferenças observadas entre as amostras.

Tabela 3. Antocianinas e compostos fenólicos em polpa da camu-camu irradiada em diferentes doses em função da condição e período de armazenamento (valores médios).

Tratamentos	Antocianinas (mg eq. cianidina 3-glicosídeo/100 g)		Compostos Fenólicos (ácido gálico mg/ml)	
	1 dia	15 dias	1 dia	15 dias
0 kGy ambiente	0.4323 a*	n.d.**	7.11 Aa	6.95 Aab
0 kGy refrigerado	0.4207 a	n.d.	7.20 Aa	6.91 Aab
2 kGy ambiente	0.3233 ab	n.d.	7.13 Aa	6.68 Ab
2 kGy refrigerado	0.4613 a	n.d.	7.10 Aa	7.18 Aa
4 kGy ambiente	0.2313 ab	n.d.	7.15 Aa	7.11 Aab
4 kGy refrigerado	0.3000 ab	n.d.	7.06 Aa	6.88 Aab
6 kGy ambiente	0.2213 ab	n.d.	7.11 Aa	7.17 Aa
6 kGy refrigerado	0.1463 b	n.d.	7.05 Aa	7.31 Aa
	C.V.: 9.75%		C.V.: 3.20%	

* Para cada análise, médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Legenda: ** n.d.: dados não detectados

Conclusão

- As diferentes doses de radiação gama não alteraram o pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, vitamina C e compostos fenólicos da polpa de camu camu, porém a utilização do tratamento de irradiação não é viável para este produto, pois houve degradação completa da coloração e dos teores de antocianinas, inviabilizando sua comercialização em ambas as temperaturas estudadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) pelo apoio financeiro para realização do presente trabalho e à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/Universidade de São Paulo – USP, pela oportunidade de realização da pesquisa.

Referências

AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists International. 18.ed. Washington. AOAC, 2005.

Araújo, J. M. 2008. Enzimas: catalase e peroxidase. En: Araújo, J. M. A. Química de alimentos. 4. ed. Viçosa: Ed. UFV. p. 389 - 596.

Arévalo Pinedo, R. 2007. Estudo da estabilização da polpa de Camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) congelada visando à manutenção de ácido ascórbico e de antocianinas. Dissertação de Doutorado em Engenharia Química. Faculdade de Engenharia Química. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 155 p.

Arvanitoyannis, I.S.; Stratakos, A.Ch.; y Tsarouhas, P. 2009. Irradiation applications in vegetables and fruits: a review. Crit Ver Food Sci Nutr 49(5):427 - 462.

Genovese, M. I.; Silva, M. P.; Souza, A. E.; y Lajolo, F. M. 2008. Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits commercial frozen pulps from Brazil. Food Sci. Techn. 14:207 - 214.

Iacobucci, G. A. y Sweeny, J. G. 1983. The chemistry of anthocyanins, anthocyanidins, and related flavilium salts. Tetrahedron Lett 39:3005 - 3012.

Justi, K. C.; Visentainer, J. V.; Souza, N. E.; y Matsushita, M. 2000. Nutritional composition and vitamin c stability in stored Camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp. Arch. Latinoam. Nutr. 50(4):405 - 408.

Kirca, A.; Özkan, M.; y Cemeroglu, B. 2006. Stability of black carrot anthocyanins in various fruit juices and nectars. Food Chem. 97:598 - 605.

Klopotek, Y.; Otto, K.; y Bohm, V. 2005. Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins and antioxidant capacity. J. Agric. Food Chem. 53:5640 -5646.

Kume, T.; Furuta, M.; Todiriki, S.; Venoyama, N.; y Kobayashi, Y. 2009. Status of food irradiation in the world. Rad. Phys. Chem. 78(3): 222 - 229.

Lima, A. L. dos S.; Lima, K. dos S. C.; Coelho, M. J.; Silva, J. M.; Godoy, R. J. de O.; y Pacheco, S. 2009. Avaliação dos efeitos da radiação gama nos teores de carotenóides, ácido ascórbico e açúcares do fruto buriti do brejo (*Mauritia flexuosa* L.). Acta Amazonica 39(3):649 - 654.

Maeda, R. N. y Andrade, J. S. 2003. Aproveitamento do camu-camu (*Myrciaria dubia*) para produção de bebida alcoólica fermentada. Acta Amaz. 33(3):489 - 496.

Maeda, R. N.; Pantoja, L.; Yuyama, L. K.; y Chaar, J. M. 2007. Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) McVaugh). Ciên. Tecnol. Alim. 27(2):313 - 316.

Minolta, K. 1998. Comunicação precisa da cor: controle de qualidade da percepção à instrumentação. Osaka. p. 59.

Rodrigues, R. B.; Papagiannopoulos, M.; y Maia, J. G. 2006. Antioxidant capacity of camu camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh] pulp. Ernährung 30(9):357 - 362.

Rufino, M. D.; Alves, R. E.; Brito, E. S.; Perez-Jimenez, J.; Saura-Calixto, F.; y Mancini Filho, J. 2010. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits Brazil. Food Chem. 121(4):996 - 1002.

Santillo, A. G. 2011. Efeitos da radiação ionizante nas propriedades nutricionais das uvas de mesa benitaka e uvas passas escuras. Tese Mestrado em Ciências. Universidade de São Paulo. Instituto de Pesquisas Energética e Nucleares. São Paulo, Brasil. 96 p.

Silva, M. R.; Silva, M. S.; y Oliveira, J. S. 2004. Estabilidade de ácido ascórbico em pseudofrutos de caju-do-cerrado refrigerados e congelados. Pesq. Agropec. Trop. 34(1):9 - 14.

Singleton, V. L.; y Rossi Jr., J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. A. M J. Enol. Viticul. 16(3):144 - 158.

SAS (Statistical Analysis System Institute). 1996. SAS/QC software: usage and reference. (Cary)2th ed.

Zanatta, C. F.; Cuevas, E.; y Bobbio, F. O. 2005. Determination of anthocyanins from camu camu (*Myrciaria dubia*) by HPLC-PDA, HPLC-MS, and NMR. J. Agr. Food Chem. 53(24):9531 - 9535.