



Revista  
Técnico-Científica



## ASPECTOS DE QUALIDADE DE FRUTOS DE CAJÁ-MANGUEIRA: UMA REVISÃO

José Roberto Chaves Neto<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Doutorando em Engenharia Agrícola - Universidade Federal de Santa Maria/UFSM; Campus de Santa Maria; Prédio 42 – 1º andar, CEP 97.105-900, Camobi, Santa Maria, RS, Brasil. Email: jose.chavesneto@gmail.com (autor para correspondência\*).

**RESUMO:** A cajá-mangueira (*Spondias cytherea* Sonn.) é uma frutífera exótica originária da Polinésia e regiões da Indo-Malásia ao Taiti que se expandiu para as regiões tropicais, sendo encontrada em quase todo território brasileiro. Seus frutos são bastante apreciados pela população local, porém apresenta pouco valor agregado. Esta revisão teve como objetivo reunir informações contidas na literatura científica nacional e internacional sobre aspectos de qualidade de frutos de cajá-mangueira (*Spondias cytherea* Sonn.). Constatou-se que o cajá-manga é rico em fibras, sais minerais, algumas vitaminas (A, B1, B6 e C), apresentando elevado conteúdo de ácido ascórbico e polifenóis extraíveis totais. No entanto, observou-se a necessidade de desenvolver novas pesquisas que visem o conhecimento detalhado sobre as características físicas, físico-químicas e nutricionais dessa fruta, bem como sobre o desenvolvimento de métodos adequados de armazenamento e processamento ou mesmo a adaptação dos já existentes, a fim de permitir uma maior vida pós-colheita e o desenvolvendo de novos produtos, agregando valor e permitindo introduzir esta espécie exótica e não tradicional na matriz produtiva.

Palavras-chave: *Spondias cytherea* Sonn., fruto não-tradicional, índices de maturidade e qualidade, agregação de valor.

### QUALITY ASPECTS OF FRUIT OF CAJÁ-MANGUEIRA: A REVIEW

**ABSTRACT:** The golden apple (*Spondias cytherea* Sonn.) is an exotic fruit from the region of Indo-Malaysia to Tahiti which expanded to the tropics, being found in almost all Brazilian territory. Its fruits are much appreciated by the local population, but has little value. This review aimed to gather information contained in the national and international scientific literature on quality aspects of cajá-mangueira fruits (*Spondias cytherea* Sonn.). It was found that cajá-mango is rich in fiber, mineral salts, some vitamins (A, B1, B6 and C) and has a high content of ascorbic acid and total extractable polyphenols. However, there was a need to develop new research aimed at the detailed knowledge of the physical, physical-chemical and nutritional characteristics of this fruit, as well as the development of adequate methods of storage and processing

*or even adaptation of existing ones, in order to allow a longer post-harvest life and the development of new products, adding value and allowing the introduction of this exotic and non-traditional species in the productive matrix.*

*Keywords: Spondias cytherea Sonn., fruit non-traditional, maturity indices and quality, adding value.*

## INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma grande diversidade de espécies frutíferas tropicais nativas e exóticas e em sua maioria não tradicionais, algumas das quais, ainda são desconhecidas e outras pouco exploradas. Uma grande parte destas espécies frutíferas, são encontradas principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, devido as condições climáticas. Seus frutos, apresentam características adequadas para o consumo na forma *in natura* como também para o aproveitamento agroindustrial, que até o momento são pouco exploradas (SOUZA FILHO et al., 2002), dentre estas espécies frutíferas destacam-se as pertencentes ao gênero *Spondias* (MOURA et al., 2013).

O gênero *Spondias*, apresenta um grande número de espécies frutíferas distribuídas nos neotrópicos, Ásia e Oceania. No Brasil algumas destas espécies ocorrem de forma espontânea ou subespontânea do litoral até o Semiárido brasileiro (LORENZI et al., 2006). Segundo Silva et al. (2012), estas espécies são consideradas frutas “potenciais” devido a presença de compostos bioativos reconhecidos por proporcionar benefícios à saúde, bem como pelo elevado consumo e aceitação pela população das áreas de ocorrência durante as safras. No entanto, pouco exploradas, e quando em sua maioria de forma extrativista, em consequência da escassez de informações sobre seus aspectos de qualidade e conservação pós-colheita (MOURA et al., 2013).

Neste contexto, o cajá-mangueira (*Spondias cytherea* Sonn.), pertence ao gênero *Spondias* e a família Anacardiaceae, é uma frutífera originária da região da Indo-Malásia ao Taiti e se expandiu para as regiões tropicais (JANICK e PAULL, 2008), sendo encontrada em quase todo território brasileiro, distribuída na zona da mata, no agreste e nas serras úmidas do Nordeste brasileiro, porém, dispersa em um número reduzido de plantas (SOUZA et al., 1998).

As frutas são consideradas fontes de energia, carboidratos, vitaminas, minerais e compostos com propriedades bioativas, dentre eles destacam-se: os pigmentos (especialmente os flavonoides), o ácido ascórbico, a atividade antioxidante e também os compostos fenólicos extraíveis presentes nos frutos. Estes são responsáveis pela capacidade antioxidante, podendo atuar no organismo de modo a capturar os radicais livres produzidos em excesso que ocasionam a degeneração dos tecidos, podendo causar também doenças cardiovasculares, câncer, entre outras (PALIYATH et al., 2008).

Estudos voltados a identificar aspectos de qualidade, a partir de avaliação quanto as características físicas, físico-químicas e nutricionais de um fruto estão sendo desenvolvidos, permitindo a agregação de valor, ampliando as possibilidades de mercado do fruto e, conseqüentemente, promovendo o desenvolvimento regional. O que têm despertado a atenção de cientistas e pesquisadores, que perceberam não só o grande potencial destas espécies para exploração comercial local, mas também para exportação (MOURA et al., 2011). Portanto, esta revisão teve como objetivo reunir informações contidas na literatura científica nacional e internacional sobre aspectos de qualidade de frutos de cajá-mangueira (*Spondias cytherea* Sonn.), espécie exótica e não tradicional no Brasil.

## DESENVOLVIMENTO

### CAJÁ-MANGUEIRA (*Spondias cytherea* Sonn.)

A cajá-mangueira (*Spondias cytherea* Sonn.), recebe várias denominações populares para seus frutos em função dos lugares de sua ocorrência. No Brasil é conhecido por cajá-manga, cajarana, e ainda segundo Gomes (2007) no Nordeste do país é conhecida como 'taperebá-do-sertão', já em outros países da América do Sul e Central é conhecido como 'mango jambo', 'jobo dela india', 'juplan'; Jamaica 'june plum' e em Cuba 'ciruela dulces' (DAULMERIE, 1994).

A cajá-mangueira é nativa da Polinésia, encontra-se dispersa nas regiões do Caribe, Ásia, América Central, América do Sul e, para em menor número na África. Esta planta frutífera apresenta porte médio (15-25 m de altura) com folhas glabras verde-oliva (2-6 cm de comprimento) (FOURNET, 2002). O extrativismo é a forma de exploração que apresenta grande potencial agroindustrial, sendo encontrada

distribuída na zona da mata, no agreste, nas regiões semi-áridas, sub-úmida e semi-úmida do nordeste brasileiro (LORENZI et al., 2006).

## CARACTERÍSTICAS DA FRUTA E SUA PÓS-COLHEITA

O fruto da cajá-mangueira é classificado como drupa (fruto carnoso, com apenas uma semente) de formato cilíndrico (4-12 cm de comprimento; 3-8 cm de diâmetro), com massa que pode atingir 450 g e a semente apresenta feixes duros e longos profundamente internados da polpa dos frutos (FOURNET, 2002; GOMES, 2007). Apresenta casca lisa e fina de coloração amarela brilhante, muito aromático, mesocarpo carnoso e de polpa succulenta, sabor agridoce e ácido, sendo bastante apreciado quando maduro (Daulmerie et al., 1994; Franquin et al., 2005).

O cajá-manga é uma fruta rica em fibras (ISHAK et al., 2005), sais minerais (magnésio, potássio, zinco, cobre, cálcio, fósforo e ferro), algumas vitaminas (A, B1, B6 e C) e elevado conteúdo de polifenóis, além de sua importância potencial na agroindústria sob diferentes usos (sucos, coquetéis, batidas, licores e sorvetes), porém, sendo mais apreciado pelo consumo *in natura* (LORENZI et al., 2006; KOHATSU et al., 2011).

De acordo com Franquin et al. (2005) o fruto da cajá-mangueira quando no estágio verde maduro (de vez) apresenta polpa compacta, quando maduro torna-se amarelo pálida, sumarenta, acídula e doce, que cobre uma semente eriçada de compridos feixes lenhosos, entranhados profundamente na massa da polpa.

De acordo com Silva et al. (2009), os frutos de cajá-manga apresentam peso médio variando de 25,31 g no estágio verde para 28,90 g no estágio maduro. Damiani et al., (2011) e Silva et al. (2011), reportaram quando maduros os frutos de cajá-mangueira pesam em média 136,30 e 115,61 g, respectivamente.

O peso médio dos frutos de cajá-manga é superior ao de outras espécies do gênero *Spondias*, como da *Spondias spp.* (umbu-cajá), com médias de 19,03 g e 20,69 g, encontradas por Lima et al. (2002) e Lira Júnior et al. (2005), respectivamente. Para frutos de umbuguela (*Spondias sp.*) no amadurecimento pleno Dantas et al. (2016), reportaram massa fresca média de 10,63 g.

Os frutos de cajá-mangueira quando maduros apresentam comprimento médio variando de 66,80 a 76,68 mm e diâmetro de 50,20 a 54,73 mm (FRANQUIN, et al.,

2005; ISHAK et al., 2005). Dimensões semelhantes também foram descritas por Damiani et al. (2011), para cajá-manga maduros, com médias de 76,68 mm de comprimento e 54,73 mm de diâmetro. Por outro lado, valores inferiores foram citados por Silva et al. (2009), que observaram comprimento de 41,8 mm e diâmetro de 37,9 mm para frutos colhidos no estágio maduro (Tabela 1).

De acordo com Damiani et al. (2011) e Silva et al. (2009) frutos maduros de cajá-mangueira apresentam rendimento de polpa de 61,02% e 73,58%, respectivamente (Tabela 1). Sendo estes valores de rendimento de polpa do cajá-manga superiores ao percentual mínimo estipulado pelo Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que é de 40 % de rendimento de polpa, o que é satisfatório para industrialização (BRASIL,1999).

Os valores de rendimento de polpa dos frutos da cajá-mangueira são próximos aos de outras espécies do gênero *Spondia*. Santos et al. (2010) e Gondim et al. (2013), reportaram para frutos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) rendimento médio de polpa de 68,53 % e 69,70%, respectivamente. Por outro lado superior ao de frutos de cajá (*Spondias mombin* L.) com percentual médio de rendimento de 33,25 para frutos maduros (MATTIETTO et al., 2010).

Tabela 1. Características físicas e rendimento de polpa dos frutos de cajá-mangueira.

*Table 1. Physical characteristics and yield of pulp of fruits of cajá-mangueira.*

Característica	Médias	Referências
Comprimento (mm)	66,80	(ISHAK et al., 2005)
	76,68	(FRANQUIN et al., 2005)
	69,11	(SILVA et al., 2008)
	41,70	(SILVA et al. 2009)
	76,68	(DAMIANI et al., 2011)
Diâmetro (mm)	52,02	(ISHAK et al., 2005)
	54,73	(FRANQUIN et al., 2005)
	60,67	(SILVA et al., 2008)
	37,90	(SILVA et al. 2009)
	54,73	(DAMIANI et al., 2011)
Massa fresca (g)	59,40	(ISHAK et al., 2005)
	116,40	(FRANQUIN et al., 2005)
	112,69	(SILVA et al., 2008)
	28,91	(SILVA et al. 2009)
	136,3	(DAMIANI et al., 2011)
Rendimento de polpa (%)	80,32	(SILVA et al., 2008)
	73,58	(SILVA et al. 2009)
	61,02	(DAMIANI et al., 2011)

Fonte: Adaptado pelo autor, 2018.

De acordo com Sacramento e Souza (2000), as frutas apresentam um importante papel na saúde humana, visto que contribui no fornecimento de calorias, sais minerais, vitaminas, fibras e água. Além de serem consideradas uma fonte promissora de compostos biativos, o que reforça a importância de conhecer as características físico-químicas da polpa e também da casca de determinado fruto. O conteúdo destes compostos varia de acordo com a espécie, e também depende de fatores genéticos, local de ocorrência, época de colheita, estágio de maturação, tratamentos culturais, entre outros.

Os frutos de cajá-mangueira apresentam teores de SS de 14,23 e 15,33 % quando armazenados por 6 dias a 4<sup>o</sup> e 25 °C, respectivamente (KOHATSU et al., 2011). Aroucha et al. (2012), citam valores variando de 8,5 a 11,77 % em quatro estágios de maturação. Já Graham et al. (2004) e Damiani et al. (2011), reportaram valores médios de 19,00 % e 11,00 % de SS em frutos colhidos maduros (Tabela 2). Dados evidenciam que os frutos de cajá-mangueira apresentam SS superior ao teor mínimo exigido de 9,00 °Brix pelo PIQ para polpa de cajá (BRASIL, 1999).

O fruto de cajá-mangueira apresenta teores de sólidos solúveis (SS) superiores aos de outras *Spondias*, Soares et al. (2006) e Sampaio et al. (2007) reportaram valores médios de SS de 14,10 e 13,70 °Brix, respectivamente para frutos de genótipos de cajazeira (*Spondias mombin*). Enquanto que Silva et al. (2011) e Moura et al. (2013), reportaram para frutos de umbu-cajá (*Spondias* sp.) e umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) maduros teores máximos de sólidos solúveis de 12,46 e 12,30 %, respectivamente.

Os frutos da cajá-mangueira apresentam baixa acidez titulável (AT), Aroucha et al. (2012), avaliando as mudanças na qualidade pós-colheita deste fruto durante o armazenamento, constataram valores variando de 1,03 a 2,00 % de ácido cítrico. Outros autores reportados valores semelhantes, para este mesmo fruto Kohatsu, et al. (2011) e Lago-Vanzela et al., (2011), observaram valores médio de 1,03 e 1,75 % de ácido cítrico para frutos maduros, já Silva et al. (2009) verificaram valores médios variando de 1,44 a 0,79 % de ácido cítrico para fruto verde e maduro, respectivamente (Tabela 2). Estes valores estão próximos aos valores mínimos de acidez total (0,90 %) que a legislação vigente estipula como padrão de identidade e qualidade em polpa de cajá (*Spondias mombin* L.) conforme o Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1999).

Os frutos da cajá-mangueira apresentam valores de acidez titulável (AT) próximos aos de outras *Spondias*, como citado para frutos de umbugueleira (*Spondias* sp.) por Dantas et al. (2016), com valores médios entre 0,63 e 1,24 % de ácido cítrico para frutos em amadurecimento pleno. Para frutos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) colhidos na maturidade comercial Silva et al. (2011) e Gondim et al. (2013), reportaram valores médios de AT de 1,13 e 1,05 % de ácido cítrico, respectivamente. Em frutos de cajazeira (*Spondias mombin* L.) Silva et al.(2013), observaram valores médios variando de 2,53 % a 1,31 % para frutos colhidos em diferentes estádios de maturação, já para frutos de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) Moura et al., (2013), reportaram para frutos maduros AT média de 1,20 % de ácido cítrico.

De acordo com Aroucha et al. (2012), a relação SS/AT dos frutos de cajá-mangueira variou de 9,84 (frutos verdes) a 17,99 % (frutos com 25% de casca verde), sendo inferior a citada por Silva et al. (2009), com variação de 7,62 % (fruto verde) a 15,14 % (fruto maduro) com média geral de 6,57 %.

A elevada relação SS/AT do cajá-manga, indica que estes frutos são muito saborosos, tendo potencial para o consumo fresco. Sendo que a relação SS/AT do cajá-manga é superior a de outros frutos do gênero *Spondias*, Santos et al. (2010), Silva et al. (2011) e Gondim et al. (2013), avaliando características de qualidades de frutos de umbu-cajá reportaram valor médio de 7,57, 12,93 e 11,43 para frutos maduros respectivamente. Moura et al. (2013), avaliando a qualidade de frutos de umbuzeiro durante o armazenamento, observaram relação SS/AT de 8,8. Para frutos de cajazeira Silva et al. (2013), reportaram valores de 8,64 para relação SS/AT em frutos maduros.

O pH de frutos de cajá-mangueira oscila entre 2,60 a 3,47, de acordo com Franquin et al. (2005) e Silva et al. (2009), respectivamente. Valores semelhantes foram reportados por Graham, et al. (2004), Damiani et al. (2011) e Lago-vanzela, et al. (2011), 2,77, 2,70 e 3,28, respectivamente. Os valores de pH do cajá-manga são  $\leq$  4,5, o que é de grande interesse para a indústria de alimentos, visto que pH baixo inibe o desenvolvimento de microrganismos e favorece a conservação dos alimentos, sendo que valores mais elevados têm maior preferência do consumidor para o consumo fresco (BRASIL, 1999).

O pH do cajá-manga é semelhante ao de frutos de outras espécies do gênero *Spondias*. Para frutos de umbugueira (*Spondias* sp.), Dantas et al. (2016), reportaram valores de pH variando de 2,68 a 3,33 para verdes e maduros, respectivamente. Para frutos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) Carvalho et al. (2008), reportaram valores variando de 2,40 a 3,0, Santos et al. (2010), observaram valores de 2,8 e Gondim et al. (2013), reportaram valores médios de 3,40 para frutos maduros.

Tabela 2. Características físicas-químicas de polpa dos frutos de cajá-mangueira.

*Table 2. Physical-chemical characteristics of pulp of fruits of cajá-mangueira.*

Característica	Médias	Referências
Sólidos Solúveis (°Brix)	11,00	(GRAHAM et al., 2004)
	10,00	(FRANQUIN et al., 2005)
	6,00	(ISHAK et al., 2005)
	10,68	(KOHATSU, et al., 2011)
	66,00	(LAGO-VANZELA, et al., 2011)
Acidez titulável (% de ácido Cítrico)	11,60	(AROUCHA et al., 2012)
	0,90	(FRANQUIN, et al., 2005)
	0,81	(ISHAK et al., 2005)
	0,79	(SILVA et al. 2009)
	1,11	(DAMIANI et al., 2011)
	1,03	(KOHATSU, et al., 2011)
Relação SS/AT (%)	0,98	(LAGO-VANZELA, et al., 2011)
	1,03	(AROUCHA et al., 2012)
pH	15,14	(SILVA et al. 2009)
	10,80	(AROUCHA et al., 2012)
	2,77	(GRAHAM, et al., 2004)
	2,60	(FRANQUIN, et al., 2005)
	3,47	(SILVA et al. 2009)
	2,70	(DAMIANI et al., 2011)
	3,28	(LAGO-VANZELA, et al., 2011)

Fonte: Adaptado pelo autor, 2018.

## COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os Compostos bioativos são considerados constituintes extranutricionais, que ocorrem naturalmente em pequenas quantidades nos alimentos. Em sua maioria, são metabólitos secundários, que estão relacionados geralmente com os sistemas de defesa das plantas contra a radiação ultravioleta ou ataque de pragas e doenças (CARRATU e SANZINI, 2005; MANACH et al., 2004). Estes compostos estão presentes nas frutas e hortaliças apresentam um possível mecanismo em relação à proteção quanto às doenças por serem capazes de reduzir o estresse oxidativo. Frutas e hortaliças possuem fitoquímicos com estruturas variadas, representado em grande parte pelos polifenóis. Muitos destes compostos, que contém fenol, têm propriedades antioxidantes e podem reagir diretamente com espécies químicas reativas, formando produtos pouco reativos (SOARES, 2002).

Segundo Yao et al., (2004), os compostos fenólicos agem no mecanismo de defesa dos vegetais. Sendo os fenóis responsáveis pela ação protetora e antioxidante, estando incluso isoflavonas, ácidos cinâmicos, derivados do ácido benzóico, antocianinas, chalconas e flavonoides, que são produzidos na rota do ácido chiquímico. Os polifenóis constituem uma classe de compostos fenólicos presentes na natureza, encontrando-se disponíveis nos frutos, vegetais, sementes, flores e cascas. Atualmente, é motivo de estudos, devido sua ação antioxidante, e benefícios a saúde humana (SOARES, 2002).

Um aspecto importante sob a qualidade dos frutos desta espécie se dá principalmente devido ao conteúdo de ácido ascórbico, pois segundo Kohatsu et al. (2011), os frutos de cajá-mangueira apresentam conteúdos variando de 35,9 a 54,2 mg 100 g<sup>-1</sup> (Tabela 3), conteúdo superior ao de outras *Spondias*, para frutos de umbuzeiro maduros, Melo et al. (2010) e Rufino et al. (2010), reportaram valores médios de 9,38 e 8,0 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. Já para frutos de umbu-cajazeira Santos et al. (2010) e Silva et al. (2011) reportaram valores médios de 16,4 e 34,18 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Segundo Barreto et al. (2009), além do ácido ascórbico, o cajá-manga apresenta outros compostos bioativos como os pigmentos, clorofila, carotenoides, flavonoides amarelos e antocianinas, destacando também a presença dos polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante.

A composição de carotenoides na polpa de frutos de cajá-mangueira (*Spondias cytherea* Sonn.), foi realizada por Barreto, et al. (2009), que reportaram valores médios de 0,3 mg 100 g<sup>-1</sup> em frutos maduros (Tabela 3), sendo inferiores aos relatados para outras *Spondias*, Tiburski et al. (2011) e Silva et al. (2013) avaliando frutos de cajá maduros (*Spondias mombin* L.), encontraram valores médios de 48,69 e 24,91 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. Para frutos maduros de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) Melo et al. (2010) e Rufino et al. (2010), encontraram conteúdo de carotenoides de 302,0 e 100,0 µg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente.

O conteúdo médio de flavonoides em polpa de frutos de cajá-mangueira é em torno de 18,2 mg 100 g<sup>-1</sup> (BARRETO et al., 2009), sendo superior ao de outros frutos também pertencentes ao gênero *Spondias*, para frutos de cajá, Silva et al. (2013),

reportaram média de 3,22 mg 100 g<sup>-1</sup>, e para frutos de cajá e umbu, Rufino et al. (2010), constataram valores de 7,1 e 6,9 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 3).

O conteúdo de polifenóis extraíveis totais em frutos de cajá-mangueira, de acordo com Ishak et al. (2005), varia de 686,50 a 338,00 mg 100 g<sup>-1</sup>, do estágio verde para o maduro, respectivamente. Franquin et al. (2005) e Barreto et al. (2010), reportaram valores semelhantes de polifenóis extraíveis totais, com médias de 349,5 e 384,5 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente, para frutos desta mesma espécie (Tabela 3). Segundo a classificação descrita por Vasco et al. (2008), o conteúdo de polifenóis pode-se classificado em baixo (<1 mg 100 g<sup>-1</sup>), médio (1-5 mg 100 g<sup>-1</sup>) e alto (> 5 mg 100 g<sup>-1</sup>) teor. Com base nisso, é possível constatar que os frutos de cajá-mangueira é uma fonte promissora de fenóis, devido sua elevada concentração na polpa do fruto.

Comparando o conteúdo de polifenóis de cajá-manga com os de cajá, fruto do mesmo gênero botânico, e tradicionalmente consumido, o teor de polifenóis foi superior aos citados por Vasco et al. (2008), 249,00 mg 100 g<sup>-1</sup>, Rufino et al. (2010), 72,00 mg 100 g<sup>-1</sup>, Tiburski et al. (2011), 260,21 mg 100 g<sup>-1</sup> e por Silva et al. (2013), 60,75 mg 100 g<sup>-1</sup>.

Os frutos são considerados boas fontes de antioxidantes, os quais podem ser mais eficientes e menos onerosos que os suplementos sintéticos para proteger o corpo contra danos oxidativos sob diferentes condições. Os antioxidantes absorvem radicais livres e inibem a cadeia de iniciação ou interrompem a cadeia de propagação das reações oxidativas promovidas pelos radicais (PODSEDEK, 2007).

Franquin et al. (2005) e Barreto et al. (2010) determinaram a atividade antioxidante de polpa de frutos de cajá-mangueira, constataram valores médios de AAT pelo método ABTS variando entre 0,50 e 2,10 μM trolox g<sup>-1</sup>, respectivamente. Os valores de atividade antioxidante do cajá-manga, são semelhantes, quando comparada a do umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) colhidos maduros, citada por Rufino et al. (2010) e Almeida et al. (2011), com 0,31 e 1,07 μM.trolox g<sup>-1</sup>, respectivamente. Valores superiores foram reportados por Almeida et al. (2011), que reportaram valores de 6,25 μM.trolox g<sup>-1</sup> para ciriguela (*Spondias purpurea* L.), Rufino et al. (2010) e Tiburski et al. (2011), constataram valores médios de 40,7 e 17,47 μM.trolox g<sup>-1</sup> para cajá (*Spondias mombin* L.), espécies do mesmo gênero do cajá-manga.

Tabela 3. Compostos bioativos de frutos de cajá-mangueira.

Table 3. Bioactive compounds of fruits of cajá-mangueira.

Característica	Médias	Referências
Ácido Ascórbico (mg 100 g <sup>-1</sup> )	5,86	(ISHAK et al., 2005)
	52,00	(FRANQUIN, et al., 2005)
	30,00	(LIM et al., 2007)
	28,20	(BARRETO, et al., 2009)
	52,14	(SILVA et al., 2009)
	20,50	(KOHATSU, et al., 2011)
	36,00	(AROUCHA et al., 2012)
Carotenoides Totais (µg 100 g <sup>-1</sup> )	0,30	(BARRETO, et al., 2009)
Flavonoides Amarelos (mg 100 g <sup>-1</sup> )	18,20	(BARRETO, et al., 2009)
Polifenóis extraíveis totais (mg 100 g <sup>-1</sup> )	349,50	(FRANQUIN, et al., 2005)
	338,00	(ISHAK et al., 2005)
	33,00	(LIM et al., 2007)
	99,40	(BARRETO, et al., 2009)
Atividade Antioxidante Total	0,50	(FRANQUIN, et al., 2005)
	37,60	(LIM et al., 2007)
	2,10	(BARRETO, et al., 2009)

Fonte: Adaptado pelo autor, 2018.

## MATURAÇÃO, ARMAZENAMENTO E QUALIDADE

Durante a maturação, os frutos passam por uma série de modificações nas características externas (aparência) e internas (composição química), que a partir da maturidade fisiológica, dá sequência a pré-maturação, maturação, amadurecimento e, finalmente, a senescência (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A maturação dos frutos compreende um conjunto de modificações coordenadas, de natureza irreversível que envolve uma sequência de alterações bioquímicas, fisiológicos e sensoriais que culminam com a obtenção de fruto com atributos de qualidade desejáveis. Estas modificações bioquímicas provocam algumas mudanças fisiológicas, dentre estas, o aumento da respiração, degradação da clorofila em paralelo com a biossíntese de carotenoides, antocianinas e os outros componentes responsáveis pelo sabor e aroma (DANTAS et al., 2016).

Assim, uma das mudanças mais aparente nos frutos é a alteração da cor da casca, segundo Chitarra e Chitarra (2005), a coloração da casca pode ser utilizada

como indicativo do grau de maturação dos produtos hortícolas. Sendo o estágio de maturação na colheita é determinante para a qualidade e a vida útil pós-colheita do fruto, que quando precoce pode resultar em maior resistência ao transporte e atraso no amadurecimento e, conseqüentemente, menores perdas de qualidade (KADER, 2008).

Estudos referentes a vida pós-colheita dos frutos da cajá-mangueira são limitados, mesmo havendo necessidade de aumentar sua vida útil, que tem como objetivo reduzir os danos e perdas pós-colheita. Com base nesta problemática Kohatsu et al. (2011) e Aroucha et al. (2012) procuraram avaliar o efeito do amadurecimento e do armazenamento refrigerado sobre as mudanças nas características físicas e físico-químicas da polpa de frutos de cajá-mangueira, estabelecendo abordagens diferentes.

Kohatsu et al. (2011) correlacionaram as características físico-químicas, cor casca e atividade respiratória dos frutos (liberação de CO<sub>2</sub>) durante o armazenamento de frutos de cajá-mangueira, sendo os parâmetros avaliados nas temperaturas de 4, 8 e 25 °C, sob atmosfera modificada por filme de policloreto de vinila (PVC), concluíram que a temperatura de armazenamento influencia nas características físico-químicas e liberação de CO<sub>2</sub>, sendo a temperatura de 8°C a mais adequada para o armazenamento.

Aroucha et al. (2012) correlacionaram as mudanças nos parâmetros físicos e físico-químicos de qualidade durante o armazenamento refrigerado (10 °C) dos frutos com o estágio de maturação, sendo os parâmetros avaliados nos estádios: frutos verdes, frutos com 75% da casca verde; frutos com 50% da casca verde e frutos com 25% de casca verde. Permitindo inferir que o estágio adequado de colheita dos frutos para o armazenamento foi quando estes apresentavam 75% da casca verde, na temperatura de armazenamento de 10 °C, fatores que permitiram a manutenção das características desejáveis para o consumo.

O armazenamento refrigerado é uma das técnicas mais importantes utilizadas no prolongamento da vida útil pós-colheita de produtos frescos, dentre estes os frutos. De acordo com Aroucha et al., (2012) o armazenamento em temperaturas subcríticas provoca *chilling injury* ou danos de frio, que pode provocar modificação da cor, tanto interna como externa, e, usualmente, varia de marrom a preto; ocorrência de manchas

aprofundadas na casca, amadurecimento irregular, ocasionando coloração anormal ou desuniforme, caracterizada pela perda do sabor e aroma do fruto, e aumento na taxa de deterioração (CHITARRA e CHITARRA, 2005; KOHATSU et al., 2011).

Devido aos danos causados pelo frio, para utilizar a refrigeração como medida de conservação pós-colheita de frutos é fundamental além de determinar o estágio de maturação adequado dos frutos, no momento da colheita, estabelecer a temperatura ideal de armazenamento para o máximo potencial de conservação pós-colheita ((DREHMER; AMARANTE, 2008).

Este mesmo comportamento durante o armazenamento sob atmosfera modificada também foi observado por Moura et al. (2013), avaliando a qualidade pós-colheita de frutos do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) colhidos em diferentes estádios de maturação e armazenados sob atmosferas modificada e ambiente, observaram que uso da atmosfera modificada utilizando-se filme de PVC reduz significativamente a perda de massa dos frutos, sendo o estágio de maturação dos frutos para colheita o fator determinante para manutenção da qualidade pós-colheita dos mesmos.

No estudo realizado por Kohatsu et al. (2011) foi usado o método titulométrico, para medir as concentrações de CO<sub>2</sub> de atmosferas controladas e modificadas e os resultados foram expressos em mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. A produção máxima de CO<sub>2</sub> foi de 40 mL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para frutos no sexto dia armazenado a 25 °C. A tendência da respiração (taxa de produção de CO<sub>2</sub>) pós-colheita em frutos de cajá-mangueira evidenciou padrão de atividade respiratória similar a dos frutos climatéricos.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o termo “climatérico” refere-se ao total de mudanças envolvidas na fase crítica da vida do fruto, desencadeadas pelo etileno, e durante a qual muitas alterações ocorrem, sendo uma delas o aumento da taxa respiratória e por consequência mudanças químicas. Um fruto é considerado climatérico quando no período da ontogenia, ocorre diversas mudanças bioquímicas se iniciam pela produção autocatalítica de etileno, marcando a transição entre o desenvolvimento à senescência e envolvendo aumento na respiração e condução ao amadurecimento.

A degradação da clorofila, bem como a transição da coloração de verde para o amarelo no sexto dia de armazenamento, foi observado nos frutos armazenados a

25°C. A transição da cor verde para amarelo-alaranjado nos frutos de cajá-mangueira foi considerada indicativo importante da sua maturidade fisiológica (AROUCHA et al., 2012).

Ishak et al. (2005) avaliando alterações físicas e físico-químicas em três diferentes estágios de maturação de frutos de cajá-mangueira (*Spondias cytherea* Sonn.), observaram que o conteúdo de ácido ascórbico variou de 4,65 a 5,86 mg 100 g<sup>-1</sup>, do estágio verde para o maduro, respectivamente. O teor de compostos fenólicos totais diminuiu com o avanço da maturação, reduzindo de 686,50 mg 100 g<sup>-1</sup> no estágio verde para 338,00 mg 100 g<sup>-1</sup> no estágio maduro.

O teor de sólidos solúveis aumenta durante o amadurecimento do cajá-manga. Aroucha et al. (2012) observaram variação de 8,5 °Brix no estágio inicial a 12,70 °Brix no estágio mais avançado (maduro), com diferenças significativas entre os estágios de maturação, evidenciando, portanto, ocorrência de mudanças bioquímicas nos frutos. Graham et al. (2004) verificaram aumento significativo para esse parâmetro em frutos de *Spondias cytherea* S., ou seja, de 7,00 % no estágio inicial para 11,00 % no estágio maduro.

Durante a maturação de frutos de cajá-mangueira (*Spondias cytherea* Sonn.) Ishak et al. (2005), constataram que o pH e os sólidos solúveis aumentaram com o avanço da maturação do fruto, quando maduros o conteúdo de ácido cítrico foi significativamente menor do que os frutos verdes e meio maduros. Durante o amadurecimento dos frutos ocorre elevação progressiva do teor de sólidos solúveis totais em decorrência da transformação dos polissacarídeos insolúveis em açúcares solúveis (MELO et al., 2000).

Pesquisas com objetivo de avaliar a qualidade de frutos de *Spondias* e suas mudanças decorrentes do processo de maturação vem sendo desenvolvidas, Dantas et al. (2016), avaliando as mudanças na qualidade de frutos de umbugueleira (*Spondias* sp.) durante o desenvolvimento e amadurecimento, constataram que com o avanço da maturação, o conteúdo de sólidos solúveis aumento, enquanto que a acidez titulável e o pH diminuiram.

Aroucha et al. (2012), avaliando a qualidade pós-colheita da cajarana (*Spondias cytherea* Sonn.) em diferentes estágios de maturação, durante armazenamento refrigerado, constataram que o uso da atmosfera refrigerada

aumentou significativamente a perda de massa fresca dos frutos com o período de armazenamento, independentemente do estágio de maturação, notadamente no estágio de maturação IV (frutos com 25% de casca verde), superior aos 14 dias de armazenamento, chegando a perda de massa superior a 20 %, sendo suficiente para comprometer a aparência dos frutos. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), perda de massa de apenas 4 % para alguns frutos, já é suficiente para comprometer sua comercialização.

Em um estudo pioneiro quanto a agregação de valor a frutos de cajá-mangueira Damiani et al. (2011), desenvolveram um néctar de cajá-manga acrescido de hortelã e avaliar as características físicas e químicas do fruto *in natura*, assim como as características químicas, microbiológicas e sensoriais do produto final. Constataram que o processamento do cajá-manga mostrou-se uma forte ferramenta para o aproveitamento das potencialidades da fruticultura brasileira, com base nas espécies exóticas e não tradicionais, visto que permitiu a transformação dos frutos na forma de néctar misto de cajá-manga com hortelã, aumentando a oferta destes.

## CONCLUSÃO

É notório a potencialidade dos frutos de cajá-mangueira, visto que é crescente o interesse por este fruto, por ser muito aromático, de polpa succulenta, sabor agridoce e ácido, tendo no extrativismo sua principal forma de exploração.

Os estudos realizados até então mostram que os frutos de cajá-mangueira apresentam elevado potencial para indústria como também para o consumo *in natura*, visto que este fruto é rico em fibras, sais minerais e algumas vitaminas, além de apresentar elevado conteúdo de compostos fenólicos de atividade antioxidante conhecida.

No entanto, faltam estudos visando o conhecimento detalhado sobre as características físicas, físico-químicas e nutricionais do cajá-manga, bem como sobre o desenvolvimento de métodos adequados de armazenamento e processamento ou mesmo a adaptação dos já existentes, a fim de permitir uma maior vida pós-colheita e o desenvolvendo de novos produtos, agregando valor e permitindo a introduzir esta espécie exótica e não tradicional na matriz produtiva.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAG, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. *Food Research International*, v. 44, n. 7, p. 2155-2159, 2011.
- AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, C. S. M.; SOUZA, A. E. D.; FERREIRA, R. M. A. AROUCHA FILHO, J. C. Qualidade pós-colheita da cajarana em diferentes estádios de maturação durante armazenamento refrigerado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 34, n. 2, p. 391-399, 2012.
- BARRETO, G. P. M. BENASSIB, M. T.; MERCADANTE, A. Z. Bioactive Compounds from Several Tropical Fruits and Correlation by Multivariate Analysis to Free Radical Scavenger Activity. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v.20, n. 10, p.1856-1861, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa Nº 122, de 10 de setembro de 1999.
- CARRATU, E.; SANZINI, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetable. *Ann. Ist. Super Sanità*, v. 41, n.1, p.7-16, 2005.
- CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. S.; LEDO, C. A. S. Características morfológicas, físicas e químicas de frutos de populações de umbu-cajazeira no Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 1, n. 30, p. 140-147, 2008.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e manuseio. 2.ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 523p.
- CLEVIDENCE, B., PATEAU, I., SMITH, J.C. Bioavailability of carotenoids from vegetables. *Hort Science*, v. 35, p. 585-588, 2000.
- DAMIANI, C.; SILVA, F. A.; AMORIM, C. C. M.; SILVA, S. T. P.; BASTOS, I. M.; ASQUIERI, E. R.; VERA, R. Néctar misto de cajá-manga com hortelã: caracterização química, microbiológica e sensorial. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 13, n. 3, p. 299-307, 2011.
- DANTAS, A. L.; SILVA, S. M.; DANTAS, R. L. SOUSA, A. S. B.; SCHUNEMANN, A. P. P. Desenvolvimento, fisiologia da maturação e indicadores do ponto de colheita de frutos da umbugueira (*Spondias* sp.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 38, n. 1, p. 033-042, 2016.
- DAULMERIE, S. Investigations on golden apple (*Spondias cytherea*) production with particular reference to postharvest technology and processing. Trinidad and Tobago: InterAmerican Inst. for Cooperation on Agriculture, 1994. 53p.
- DREHMER, A. M. F.; AMARANTE, C. V. T. Conservação pós-colheita de frutos de araçá-vermelho em função do estágio de maturação e temperatura de armazenamento. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 30, n. 2, p. 322-326, 2008.
- FOURNET, J. Anacardiaceae. P.1047-1054. In: Gondwana Editions (ed.), *Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique*, Tome 1, Nouvelle édition revue et augmentée, France. 2002.
- FRANQUIN, S.; MARCELIN, O.; AURORE, G.; REYNES, M.; BRILLQUET, J.M. Physicochemical characterisation of the mature-green Golden apple (*Spondias cytherea* Sonnerat). *Fruits*, v.60, p.203-210, 2005.
- GOMES, R. P. *Fruticultura Brasileira*. 13.ed. São Paulo: Nobel, 2007, 446 p.

- GONDIM, P. J. S.; SILVA, S. M.; PEREIRA, W. E.; DANTAS, A. L.; CHAVES NETO, J. R.; SANTOS, L. F. Qualidade de frutos de acessos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 11, p. 1217-1221, 2013.
- GRAHAM, O. S.; WICKHAM, L. D.; MOHAMMED, M. Growth, development and quality attributes of miniature golden apple fruit (*Spondias cytherea* Sonn). Journal of Food, Agriculture & Environment, v. 2, n. 1, p. 90-94, 2004.
- ISHAK, S. A.; ISMAIL, N.; NOOR, M. A. M.; AHMAD, H. Some physical and chemical properties of ambarella (*Spondias cytherea* Sonn.) at three different stages of maturity. Journal of Food Composition and Analysis, v. 18, n. 8, p. 819–827, 2005.
- JANICK, J.; PAULL, R. E. The encyclopedia of fruit & nuts. Wallingford: CABI International Publishing, 2008. p. 954.
- KADER, A. A. Perspective flavor quality of fruits and vegetables. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 88, n. 1, p. 1863-1868, 2008.
- KOHATSU, D. S.; ZUCARELI, V.; BRAMBILLA, W. P.; EVANGELISTA, R. M. Qualidade de frutos de cajá-manga armazenados sob diferentes temperaturas. Revista Brasileira de Fruticultura, volume especial, E. p. 344-349, 2011.
- LAGO-VANZELA, E. S.; RAMIN, P.; UMSZA-GUEZ, M. A.; SANTOS, G. V.; GOMES, E.; SILVA, R. Chemical and sensory characteristics of pulp and peel 'cajá-manga' (*Spondias cytherea* Sonn.) jelly. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 31, n. 2, p. 398-405, 2011.
- LIM, Y. Y.; LIM, T. T.; TEE, J. J. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. Food Chemistry, v. 103, n. 3, p. 1003-1008, 2007.
- LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. Umbu-cajá (*Spondias* spp.) aspectos de pós-colheita e processamento. João Pessoa: Ed Universitária/Ideia, 2002. 57p.
- LIRA JÚNIOR, J. S.; MUSSER, R. S.; MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LEDERMAN, I. E.; SANTOS, V. F. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias* spp). Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 25, n. 4, p. 757-761, 2005.
- LORENZI, H. Frutas Brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura). São Paulo: Instituto plantarum de estudos da Flora, 2006. 672p.
- MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; REMEZY, C.; JIMENEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. The American Journal of Clinical Nutrition, v. 79, n. 5, p. 727-747, 2004.
- MATTIETTO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. Brazilian Journal of Food Technology, v. 13, n. 3, p. 156-164, 2010.
- MELO, E. A.; ANDRADE, R. M. S. Compostos Bioativos e Potencial Antioxidante de frutos do umbuzeiro. Alimentos e Nutrição Araraquara, v.21, n. 3, p.453-457, 2010.
- MELO, E. A.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, P. P. Temperatura no armazenamento de pitanga. Scientia Agrícola, v.57, n. 4. p. 629-634, 2000.
- MOURA, C. L. A.; PINTO, G. A. S.; FIGUEIREDO, R. W. Processamento e utilização da polpa de cajá (*Spondias mombin* L.). Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 29, n. 2, p. 237-252, 2011.
- MOURA, F. T.; SILVA, S. M.; SCHUNEMANN, A.P.P.; MARTINS, L. P. Frutos do umbuzeiro armazenados em diferentes estádios de maturação. Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 4, p. 131-133, 2013.

- PALIYATH, G.; MURR, D. P. Biochemistry of Fruits. In: PALIYATH, G.; MURR, D. P.; HANDA, A. K.; LURIE, S. (Ed.). Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables and Flowers. Publishing: Wiley-Blackwell, 2008. p. 19-50.
- PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. Food Science and Technology, v. 40, n. 1, p. 1-11, 2007.
- RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ J.; SAURACALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. Food Chemistry, v. 121, n. 4, p. 996–1002, 2010.
- SACRAMENTO, C. K. do; SOUZA, F. X.; Cajá (*Spondias mombin* L.). (Série Frutas Nativas, 4). Jabuticabal: Funep, 2000. 42 p.
- SAMPAIO, S. A.; BORA, P. S.; HOLSCUH, H. J.; SILVA, S. DE M. Postharvest respiratory activity and changes in some chemical constituents during maturation of yellow mombin (*Spondias mombin*) fruit. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 27, n. 3, p. 11-515, 2007.
- SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *S. mombin*) provenientes Do Recôncavo sul da Bahia. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 32, n. 4, p. 1089-1097, 2010.
- SILVA, F. V. G.; SILVA, S. M.; SILVA, G. C.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E.; DANTAS, A. L. Bioactive compounds and antioxidant activity in fruits of clone and ungrafted genotypes of yellow mombin tree. Ciência Tecnologia de Alimentos, v. 32, n. 4, p. 685-691, 2012.
- SILVA, F. V. G.; SILVA, S. M.; SILVA, G.; SCHUNEMANN, A. P. Quality and antioxidant activity during ripening of fruits from yellow mombin (*Spondias mombin* L.) genotypes. Acta horticulturae, v.1012, n. 1, p.843-848, 2013.
- SILVA, G. G.; MORAIS, P. L. D.; ROCHA, R. H. C.; SANTOS, E. C.; SARMENTO, J. D. A. Caracterização do fruto de cajarana em diferentes estádios de maturação. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 11, n. 2, p.159-163, 2009.
- SILVA, L. R.; ALVES, R. E.; ARAGÃO, F. A. S.; SILVA, S. M.; MAIA, L. K.; NOGUEIRA, D. H. Qualidade de frutos de genótipos de umbu-cajazeiras (*Spondias* sp.) oriundos da microrregião de Iguatu-CE. Scientia Plena, v. 7, n. 8, p. 1-7, 2011.
- SOARES, E. B.; GOMES, R. L. F.; CARNEIRO, J. G. DE M.; NASCIMENTO, F. N. DO; SILVA, I. C. V.; DA COSTA, C. L. Caracterização física e química de frutos de cajazeira. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 28, n. 3, p. 518-519, 2006.
- SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. Revista Nutrição de Campinas, v. 1, n. 15, p. 71-81, 2002.
- SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, J. R.; NASSU, R. T.; MOURA, C. F. H. Avaliação físico-química e sensorial de néctares de frutas nativas da região Norte e Nordeste do Brasil: estudo exploratório. Brazilian Journal of Food Technology, v. 5, p. 139-143, 2002.
- SOUZA, F. X.; SOUSA, F. H. L.; MELO, F. I. O. Aspectos morfológicos de endocarpos de cajarana (*Spondias cytherea* Sonn. - Anacardiaceae). Revista Brasileira de Sementes, v. 20, n. 2, p.141-146, 1998.
- TIBURSKI, J. H.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R.; GODOY, R. L. O.; PACHECO, S. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. Food Research International, v. 44, n. 7, p. 2326-2331, 2011.
- VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. Food Chemistry, v.111, n.4, p.816-823, 2008.

YAO, L. H.; JIANG, Y. M.; SHI, J.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; DATTA, N.; SINGANUSONG, R.; CHEN, S. S. Flavonoids in food and their health benefits. *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 59, n. 3, p.113-122, 2004.