

Caracterização Física e Físico-Química de Frutos em Matrizes de Cajazeira no Estado do Pará



Matriz Taperebá
CUR 04

ISSN 1983-0483

Fevereiro, 2017

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 117

Caracterização Física e Físico- -Química de Frutos em Matrizes de Cajazeira no Estado do Pará

*Ana Vânia Carvalho
Rosane Patrícia Ferreira Chaves
Rafael Moysés Alves*

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2017

Disponível no endereço eletrônico: <https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.

CEP 66095-903 – Belém, PA.

Fone: (91) 3204-1000

Fax: (91) 3276-9845

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicação

Presidente: *Silvio Brienza Júnior*

Secretário-Executivo: *Moacyr Bernardino Dias-Filho*

Membros: *Orlando dos Santos Watrin*

Eniel David Cruz

Sheila de Souza Correa de Melo

Regina Alves Rodrigues

Supervisão editorial e revisão de texto: *Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana*

Normalização bibliográfica: *Andréa Liliâne Pereira da Silva*

Tratamento de imagens e editoração eletrônica: *Vitor Trindade Lôbo*

Foto da capa: *Ana Vânia Carvalho*

1ª edição

Publicação digitalizada (2017)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Carvalho, Ana Vânia.

Caracterização física e físico-química de frutos em matrizes de cajazeira no Estado do Pará / Ana Vânia Carvalho, Roseane Patrícia Ferreira Chaves, Rafael Moysés Alves. – Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2017.

22 p. : il. ; 15 cm x 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0483; 117).

1. Cajá. 2. Fruta tropical. 3. Propriedade físico-química. 4. Pará. I. Chaves, Roseane Patrícia Ferreira. II. Alves, Rafael Moysés. III. Título. IV. Série.

CDD (21. ed.) 634.448115

© Embrapa 2017

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	10
Conclusões	18
Referências	19

Caracterização Física e Físico-Química de Frutos em Matrizes de Cajazeira no Estado do Pará

Ana Vânia Carvalho¹

Rosane Patrícia Ferreira Chaves²

Rafael Moysés Alves³

Resumo

Este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização física e físico-química de frutos de 17 matrizes de cajazeira do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Amazônia Oriental, segundo os parâmetros de qualidade físicos e físico-químicos dos frutos e da polpa. Os frutos foram caracterizados quanto à dimensão, rendimento em polpa, umidade, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio*, carotenoides totais e vitamina C. Três matrizes apresentaram frutos grandes (acima de 15 g); quatro do tipo médio (12 g a 15 g) e a maioria (10 matrizes) apresentou frutos pequenos (inferiores a 12 g). Na análise de rendimento de polpa, destacaram-se as matrizes MAB 01, MAB 02, NIX 03 e CUR 05 com rendimentos de polpa acima de 50%. Os valores de pH e acidez titulável apresentaram concordância com o estabelecido pelo padrão de identidade e qualidade (PIQ) para polpa de cajá, conforme a legislação brasileira. Os teores de sólidos solúveis das matrizes MAB 02, MAB 03, MAB 07 e NIX 03 estão fora do limite mínimo estabelecido pela legislação. De maneira geral, para utilização pelas indústrias processadoras, destacaram-se as matrizes MAB 01, MAB 02, NIX 03 e CUR 05, com as melhores taxas de rendimento de polpa do fruto. Já as matrizes MAB 12, MAB 17 e CUR 06 foram

¹ Engenheira-agrônoma, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

² Graduada em Tecnologia de Alimentos na Universidade do Estado do Pará, Belém, PA.

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

destaque na relação SS/AT, e as matrizes MAB 03, MAB 07, MAB 17, SJA 02 e CUR 07, com os mais elevados teores de carotenoides. Com relação à vitamina C, conclui-se que o cajá não representa fonte desta vitamina para a alimentação, apresentando baixos teores.

Termos para indexação: *Spondias mombin* L., carotenoides, vitamina C.

Physical and Physicochemical Characteristics of Fruits in Yellow Mombin Matrices in the State of Pará

Abstract

This study aimed to carry out the physical and physicochemical characterization of fruits from 17 yellow mombin matrices from the Active Germplasm Bank (AGB) of Embrapa Amazônia Oriental, according to the physical and physicochemical quality parameters of fruits and pulp. The fruits were characterized for size, pulp yield, moisture, pH, soluble solids, titratable acidity, ratio, total carotenoids, and vitamin C. Three matrices had great fruit (above 15 g); four medium type (12 g to 15 g) and the majority (10 matrices) presented small fruits (less than 12 g). In pulp yield analysis, MAB 01, MAB 02, NIX 03 and CUR 05 stood out with pulp yield above 50%. The values of pH and titratable acidity are in agreement with the established by the quality and identity standard (SIQ) for pulp of yellow mombin. The content of soluble solids of matrices MAB 02, MAB 03, MAB 07 and NIX 03 had values below the established by legislation. In general, for use by the processing industries, the following matrices were highlighted: MAB 01, MAB 02, NIX 03, and CUR 05, with the best fruit pulp yield rates. The matrices MAB 12, MAB 17 and CUR 06 were highlighted in the SS/AT ratio, and the matrices MAB 03, MAB 07, MAB 17, SJA 02, and CUR 07 with the highest levels of carotenoids. Regarding vitamin C, it can be concluded that yellow mombin does not represent a source of vitamin C for food, presenting low levels.

Index terms: *Spondias mombin* L., carotenoids, vitamin C.

Introdução

Desde os tempos mais remotos, a caracterização de frutos in natura, sejam estes exóticos ou não, vem despertando o interesse da comunidade científica, pelo simples fato de se conhecer toda a potencialidade nutricional que os mesmos podem oferecer (MATTIETTO et al., 2010). Além disso, o consumo de produtos comerciais a partir de frutos regionais tem aumentado na última década no Brasil, principalmente pelo aumento de sua disponibilidade ao longo do ano e fácil preparação (CARVALHO et al., 2015).

O cajá (*Spondias mombin* L.), também conhecido como cajazeira, taperebá ou cajá-mirim, pertence à família Anacardiaceae. Tem como centro de origem o continente americano (PINTO et al., 2003), e a Amazônia Ocidental e a Mata Atlântica como centro de diversidade (SOUZA; BLEICHER, 2002). A cajazeira produz frutos pequenos e de forma elíptica, com comprimento variando de 3 cm a 4 cm (ASSIS et al., 2006). O fruto é extremamente aromático e rico em carotenoides, que dão à sua polpa, além de uma intensa coloração amarela, um apelo funcional bastante significativo (MATTIETTO et al., 2010). São comumente utilizados na produção de sucos, néctares, sorvetes, geleias, vinhos, licores e outras receitas, com alto potencial industrial (DIAS et al., 2003; SILVA JÚNIOR et al., 2004).

A importância dos carotenoides em alimentos como pigmento natural e função biológica tem aumentado grandemente. Esse efeito biológico tem sido atribuído às propriedades antioxidantes dos carotenoides, por meio da desativação dos radicais livres e remoção do oxigênio singlete (SHARMA et al., 2012). Dados epidemiológicos indicam possível papel dos compostos antioxidantes, tais como os carotenoides e a vitamina C, na prevenção de numerosas doenças crônicas, incluindo certos tipos de câncer, doenças cardiovasculares, aterosclerose, cataratas e doenças neurodegenerativas, como Alzheimer (MENICHINI et al., 2009). De acordo com Carvalho et al. (2015), a capacidade antioxidante dos frutos da cajazeira é, provavelmente, devida ao alto teor de carotenoides e fenólicos presente na polpa do fruto.

A Embrapa Amazônia Oriental iniciou, em 2004, a formação de uma coleção contendo parte da variabilidade existente no germoplasma da cajazeira do Estado do Pará. Foram realizadas coletas em diferentes municípios paraenses. As plantas foram clonadas e colocadas no

Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da instituição em Belém, Pará. Essa coleção tem fornecido os genótipos para serem trabalhados no programa de melhoramento genético da cajazeira.

Neste contexto, o presente estudo objetiva a caracterização física e físico-química de frutos, em 17 matrizes de cajazeira da coleção da Embrapa Amazônia Oriental, a fim de fornecer subsídios que permitam a seleção de matrizes superiores, dando-se ênfase aos parâmetros de qualidade físicos e físico-químicos dos frutos e da polpa.

Material e Métodos

No ano de 2014, foi realizada a coleta das matrizes na região sudeste do Estado do Pará. Nove matrizes foram coletadas nos municípios de Marabá (MAB 01, MAB 02, MAB 03, MAB 07, MAB 09, MAB 12, MAB 15, MAB 16, MAB 17), uma nos municípios de São João do Araguaia (SJA 02), Nova Ipixuna (NIX 03), Parauapebas (PAR 04) e cinco em Curionópolis (CUR 04, CUR 05, CUR 06, CUR 07 e CUR 09).

Essas matrizes foram clonadas e incorporadas ao Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de cajazeira da Embrapa Amazônia Oriental.

Na safra de 2015, cerca de 2 kg de frutos de cada matriz foram coletados e analisados no Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental.

Os frutos das 17 matrizes foram caracterizados fisicamente de acordo com as seguintes determinações: a) dimensões do fruto (comprimento e diâmetro): utilizou-se um paquímetro, sendo as medições realizadas em 20 frutos em triplicata; b) dimensões do caroço (comprimento e diâmetro): utilizou-se um paquímetro, sendo as medições realizadas em 20 caroços em triplicata; c) massa média por fruto: pesou-se 20 frutos em triplicata, calculando-se a seguir a massa média por fruto; d) massa média por caroço: pesou-se 20 caroços em triplicata, calculando-se a seguir a massa média por caroço; e) rendimento em polpa: realizou-se manualmente a separação da casca, polpa e caroço de 20 frutos em triplicata e o rendimento em polpa foi determinado por meio da pesagem das diferentes frações, com auxílio de balança semianalítica.

As polpas dos frutos obtidas foram caracterizadas quanto ao pH (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1997), acidez titulável (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1997), sólidos solúveis (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1997), *ratio* (calculado pela relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável, segundo Reed et al., 1986), umidade (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1997), carotenoides totais e vitamina C.

O teor de carotenoides totais (extração e quantificação dos carotenoides) foi determinado de acordo com metodologia de Rodriguez-Amaya (1999). Para o cálculo de carotenoides totais, empregaram-se os valores de absorvância no comprimento de onda da β -criptoxantina (452 nm) (carotenoide principal do cajá), expressando-se os resultados em $\mu\text{g/g}$.

O teor de vitamina C foi determinado mediante titulação do ácido ascórbico com 2,6-dicloroindofenol (DFI) (0,02%), segundo método nº 43.065 da Association of Official Analytical Chemists (1984), modificado por Benassi (1990), substituindo-se o solvente extrator ácido metafosfórico por ácido oxálico. Os resultados foram expressos como miligrama de ácido ascórbico por 100 g de amostra.

Os resultados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância e as médias, quando significativas, comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SAS® versão 8.0 (SAS INSTITUTE, 1999).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para a caracterização física das 17 matrizes de cajazeira estão apresentados na Tabela 1. Em relação ao comprimento médio do fruto, observou-se variação de 25,30 mm a 38,73 mm, com as matrizes MAB 02, MAB 07, MAB 12, NIX 03, PAR 04, CUR 04, CUR 05 e CUR 06 exibindo os maiores valores médios. De acordo com dados da literatura, o cajá apresenta valores de comprimento variando de 15,0 mm a 48,5 mm (BORA et al., 1991; MATTIETTO et al., 2010).

Quanto ao diâmetro dos frutos, observaram-se valores médios entre 16,33 mm a 24,78 mm. Os maiores diâmetros médios foram obtidos

para as matrizes MAB 02, MAB 03, MAB 07, MAB 09, MAB 15, MAB 17, PAR 04, CUR 05 e CUR 09. Em trabalhos realizados por Vasconcelos et al. (2000), Cabral et al. (2004) e Mattietto et al. (2010), os autores observaram variação para o diâmetro desses frutos entre 13,0 mm e 29,4 mm, valores próximos aos relatados no presente estudo.

Para o peso médio dos frutos, observou-se variação entre 8,14 (CUR 07) e 19,80 g (NIX 03), para as diferentes matrizes avaliadas. Segundo Bosco et al. (2000), os frutos com peso superior a 15 g são considerados grandes, com peso entre 12 g e 15 g são definidos como médios e aqueles inferiores a 12 g, como pequenos. No presente estudo, destacaram-se as matrizes NIX 03 e MAB 07, as quais, agregadas à matriz MAB 17, podem ser consideradas como possuindo frutos grandes. Tal característica física já foi avaliada em diversos trabalhos relatados na literatura, sendo verificado peso médio do fruto variando de 6,75 g a 24,9 g (ALDRIGUE, 1988; CARVALHO et al., 2011; HANSEN et al., 2002; MATTIETTO et al., 2010; PINTO et al., 2003; RAMOS et al., 2004; SACRAMENTO; SOUZA, 2000; VASCONCELOS et al., 2000).

De acordo com Carvalho et al. (2011), o tamanho do fruto é um atributo importante para o mercado de frutas frescas, pois quanto maior o peso médio dos frutos maior será seu tamanho, e, portanto, esses serão mais atrativos para o consumidor.

Tabela 1. Valores médios para comprimento, diâmetro e peso do fruto, comprimento, diâmetro e peso do caroço e rendimento em polpa, de frutos de cajazeira, oriundos da coleção de fruteiras da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2016⁽¹⁾.

Amostra	Fruto			Caroço			Polpa	
	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)	Peso (g)	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)	Peso (g)	Rendimento (%)	Rendimento (%)
MAB 01	30,05 ± 0,76 ^{defg}	18,93 ± 0,64 ^{gh}	10,33 ± 0,65 ^{ef}	26,33 ± 0,94 ^f	14,13 ± 0,29 ^{gh}	3,35 ± 0,12 ^{efg}	53,12 ± 1,39 ^{ab}	
MAB 02	33,20 ± 0,36 ^{abcde}	23,47 ± 0,46 ^{ab}	10,94 ± 0,56 ^{ef}	26,9 ± 0,22 ^{ef}	14,73 ± 0,25 ^{efgh}	3,96 ± 0,07 ^{de}	50,19 ± 3,36 ^{abc}	
MAB 03	29,05 ± 0,22 ^{defg}	22,37 ± 0,15 ^{abcde}	12,79 ± 0,84 ^{bcde}	26,05 ± 0,40 ^f	18,88 ± 0,83 ^{ab}	6,19 ± 0,49 ^b	37,12 ± 2,83 ^e	
MAB 07	38,73 ± 1,93 ^a	24,78 ± 1,58 ^a	16,46 ± 1,83 ^{ab}	33,11 ± 1,24 ^a	19,21 ± 0,14 ^{ab}	6,79 ± 0,51 ^{ab}	43,83 ± 1,98 ^{bcde}	
MAB 09	32,1 ± 0,18 ^{bcde}	23,17 ± 0,93 ^{bc}	11,91 ± 0,64 ^{cdef}	26,87 ± 0,45 ^{ef}	17,82 ± 0,19 ^{bc}	5,08 ± 0,19 ^c	44,23 ± 1,19 ^{bcde}	
MAB 12	33,68 ± 2,83 ^{abcde}	19,48 ± 1,53 ^{defgh}	9,43 ± 0,77 ^{ef}	28,48 ± 0,63 ^{cde}	14,25 ± 0,13 ^{gh}	3,41 ± 0,13 ^{efg}	46,40 ± 3,11 ^{bcde}	
MAB 15	28,4 ± 0,84 ^{efg}	22,48 ± 0,73 ^{abcde}	8,30 ± 0,61 ^f	22,42 ± 0,83 ^g	15,68 ± 0,40 ^{defg}	2,97 ± 0,23 ^g	49,83 ± 1,88 ^{abc}	
MAB 16	29,58 ± 0,32 ^{defg}	19,85 ± 0,48 ^{cdefg}	10,40 ± 0,17 ^{ef}	26,45 ± 0,39 ^f	16,42 ± 0,67 ^{cd}	4,42 ± 0,02 ^{cd}	41,56 ± 0,53 ^{cde}	
MAB 17	32,37 ± 1,73 ^{bcde}	22,67 ± 0,73 ^{abcd}	15,27 ± 1,16 ^{bc}	27,5 ± 0,44 ^{def}	15,98 ± 1,72 ^{de}	4,57 ± 0,28 ^{cd}	49,54 ± 3,27 ^{abc}	
SJA 02	25,3 ± 0,54 ^g	19,25 ± 0,13 ^{efgh}	8,25 ± 0,31 ^f	21,63 ± 0,29 ^g	15,12 ± 0,17 ^{efgh}	3,07 ± 0,09 ^g	49,09 ± 2,40 ^{bc}	
NIX 03	37,21 ± 0,60 ^{ab}	24,26 ± 1,65 ^b	19,80 ± 0,35 ^a	33,55 ± 0,37 ^a	20,19 ± 0,30 ^a	7,21 ± 0,29 ^a	52,59 ± 2,07 ^{ab}	
PAR 04	33,96 ± 1,45 ^{abcde}	21,46 ± 1,59 ^{abcdef}	12,43 ± 0,88 ^{cde}	30,01 ± 1,02 ^{bc}	16,31 ± 0,42 ^{cde}	4,90 ± 0,10 ^c	46,33 ± 3,11 ^{bcde}	
CUR 04	34,39 ± 0,52 ^{abcd}	16,33 ± 0,85 ^h	9,44 ± 0,52 ^{ef}	26,45 ± 0,51 ^{ef}	14,33 ± 0,20 ^{fgh}	4,49 ± 0,20 ^{cd}	37,70 ± 2,17 ^{de}	
CUR 05	35,94 ± 0,59 ^{bc}	23,08 ± 0,93 ^{abc}	14,65 ± 0,44 ^{bcd}	30,72 ± 0,88 ^b	15,17 ± 0,03 ^{efgh}	4,43 ± 0,30 ^{cd}	59,12 ± 1,98 ^a	
CUR 06	33,30 ± 3,5 ^{bcde}	20,33 ± 1,92 ^{bcdefg}	12,82 ± 1,12 ^{bcde}	29,62 ± 1,27 ^{bcd}	16,7 ± 0,23 ^{cd}	5,00 ± 0,32 ^c	48,24 ± 2,32 ^{bcd}	
CUR 07	26,18 ± 0,02 ^g	17,60 ± 0,10 ^{gh}	8,14 ± 0,12 ^f	22,17 ± 0,08 ^g	13,62 ± 0,13 ^h	3,19 ± 0,02 ^g	47,34 ± 0,19 ^{bcde}	
CUR 09	31,14 ± 0,27 ^{cdef}	21,47 ± 0,83 ^{abcdef}	11,36 ± 0,42 ^{def}	26,92 ± 0,21 ^{ef}	15,90 ± 0,22 ^{def}	3,90 ± 0,12 ^{def}	47,52 ± 11,15 ^{bcde}	
Média geral	32,03	21,23	11,92	27,36	16,14	4,56	47,28	
C.V. (%)	4,34	5,28	6,63	2,54	3,34	5,49	7,41	

⁽¹⁾ As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Referente às dimensões do caroço, observou-se comprimento variando de 21,63 mm (SJA 02) a 33,55 mm (NIX 03); diâmetro entre 13,62 mm (CUR 07) e 19,21 mm (MAB 07), e o peso do caroço entre 2,97 g (MAB 15) e 7,21 g (NIX 03). Carvalho et al. (2011), em estudo sobre as características físicas de frutos de matrizes de cajazeira no Estado do Pará, observaram valores de 20,71 mm a 31,07mm, 13,96 mm a 21,98 mm e 1,90 g a 6,69 g, para o comprimento, diâmetro e peso dos caroços, respectivamente.

O rendimento em polpa é considerado um atributo de qualidade importante para os frutos destinados à elaboração de produtos (agroindústria), cujo valor mínimo exigido pelas indústrias processadoras em geral é de 40% (CHITARRA; CHITARRA, 2005; OLIVEIRA et al., 1999). Neste trabalho, o rendimento em polpa variou entre 37,12% (MAB 03) e 59,12% (CUR 05). Apenas as matrizes MAB 03 (37,12%) e CUR 04 (37,70%) apresentaram valores abaixo do estabelecido; as demais apresentaram valores superiores aos exigidos pelo mercado de agroindústrias do Brasil. Destacaram-se as matrizes MAB 01, MAB 02, NIX 03 e CUR 05, com rendimento acima de 50%, que não diferiram das matrizes MAB 15, MAB 17 e SJA 02, com valores superiores a 49%. Mattietto et al. (2010), em estudo sobre a caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira, observaram rendimento de polpa médio de 24,2%.

Observou-se que, exceto para a matriz NIX 03, as demais que apresentaram maior rendimento de polpa foram as que apresentaram frutos pequenos ou médios. A análise de correlação entre as variáveis físicas do fruto (Tabela 2), entretanto, não apontou uma correlação negativa entre as variáveis relacionadas ao tamanho do fruto e rendimento de polpa.

Tabela 2. Correlações entre os caracteres comprimento (Cfr), diâmetro (Dfr) e peso do fruto (Pfr), comprimento (Ccar), diâmetro Dcar) e peso do caroço (Pcar) e rendimento em polpa, de frutos de 17 matrizes de cajazeira, oriundos da coleção de fruteiras da Embrapa Amazônia Oriental. Belém, 2016.

Características	Cfr	Dfr	Pfr	Ccar	Dcar	Pcar	Rend Polpa
Cfr	1	0.71**	0.83**	0.95**	0.53*	0.65**	0.32 ^{ns}
Dfr	-	1	0.71**	0.55*	0.70**	0.58*	0.28 ^{ns}
Pfr	-	-	1	0.88**	0.79**	0.88**	0.22 ^{ns}
Ccar	-	-	-	1	0.57*	0.75**	0.19 ^{ns}
Dcar	-	-	-	-	1	0.90**	-0.21 ^{ns}
Pcar	-	-	-	-	-	1	-0.23 ^{ns}
Rend Polpa	-	-	-	-	-	-	1

** e *: Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Cavalcante et al. (2009), em um estudo sobre cajás coletados em sete municípios do brejo paraibano, obtiveram rendimento em polpa mínimo de 46,80% e máximo de 62,30%. Segundo Carvalho et al. (2011), a seleção de matrizes para implantação de cultivos agroindustriais deve levar em consideração frutos que apresentem valores superiores para a relação entre o peso do fruto e o peso do caroço, o que possibilita a identificação de genótipos com maiores rendimentos de polpa. Neste aspecto, destacaram-se os frutos das matrizes MAB 01, MAB 17, CUR 05 e CUR 09, com valores variando de 2,91 a 3,34 para a relação peso do fruto e peso do caroço.

A Tabela 3 apresenta os resultados da caracterização físico-química de 17 matrizes de cajazeira, em base úmida. Nota-se que as amostras avaliadas apresentaram diferenças significativas entre si, a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Valores médios de umidade, pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação SS/AT, carotenoides totais e vitamina C de frutos de 17 matrizes de cajazeira, oriundos da coleção de fruteiras da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2016⁽¹⁾.

Amostra	Umidade (%)	pH	AT (% ácido cítrico)	SS (°Brix)	SS/AT	Carotenoides totais (µg/g)	Vitamina C (mg/100g)
MAB 01	90,80 ± 0,09 ^{bcd}	2,58 ± 0,03 ^f	1,60 ± 0,01 ^e	10,30 ± 0,00 ^g	6,43 ± 0,02 ^h	25,82 ± 1,12 ^{ij}	5,26 ± 0,10 ^b
MAB 02	91,14 ± 0,02 ^{abc}	2,58 ± 0,01 ^f	1,42 ± 0,02 ^f	8,80 ± 0,00 ⁱ	6,18 ± 0,07 ⁱ	30,28 ± 4,78 ^{ghi}	3,76 ± 0,13 ^d
MAB 03	90,52 ± 0,22 ^d	2,86 ± 0,00 ^b	1,15 ± 0,01 ^h	8,70 ± 0,00 ⁱ	7,54 ± 0,08 ^d	42,90 ± 0,27 ^{ab}	1,09 ± 0,00 ^f
MAB 07	91,48 ± 0,10 ^a	2,61 ± 0,02 ^f	1,30 ± 0,01 ^g	7,50 ± 0,00 ⁿ	5,76 ± 0,05 ^j	46,30 ± 0,96 ^a	4,48 ± 0,25 ^{cd}
MAB 09	90,53 ± 0,17 ^{cd}	2,47 ± 0,04 ^g	1,69 ± 0,02 ^b	10,50 ± 0,00 ^f	6,21 ± 0,07 ⁱ	36,37 ± 2,15 ^{cddef}	ND
MAB 12	91,29 ± 0,03 ^{ab}	2,81 ± 0,01 ^c	1,09 ± 0,01 ⁱ	9,30 ± 0,00 ^j	8,50 ± 0,04 ^a	27,63 ± 1,19 ^{hij}	ND
MAB 15	88,96 ± 0,06 ^{efg}	2,77 ± 0,01 ^d	1,49 ± 0,02 ^g	11,13 ± 0,06 ^d	7,49 ± 0,08 ^{de}	35,43 ± 2,02 ^{cddefg}	ND
MAB 16	88,73 ± 0,13 ^{fg}	2,66 ± 0,01 ^e	1,49 ± 0,01 ^e	10,77 ± 0,06 ^e	7,21 ± 0,03 ^f	29,47 ± 1,23 ^{ghi}	3,42 ± 0,35 ^d
MAB 17	90,41 ± 0,06 ^d	2,78 ± 0,01 ^{cd}	1,08 ± 0,02 ^j	9,00 ± 0,00 ^j	8,36 ± 0,12 ^{ab}	40,05 ± 0,39 ^{bcd}	ND
SJA 02	88,66 ± 0,06 ^{fg}	2,93 ± 0,01 ^a	1,34 ± 0,01 ^g	10,73 ± 0,06 ^c	8,01 ± 0,03 ^c	40,90 ± 3,17 ^{abc}	3,91 ± 0,62 ^{de}
NIX 03	90,35 ± 0,27 ^d	2,26 ± 0,00 ⁱ	1,54 ± 0,02 ^d	7,70 ± 0,00 ^m	5,00 ± 0,06 ⁿ	20,43 ± 1,20 ⁱ	4,72 ± 0,29 ^c
PAR 04	89,48 ± 0,03 ^e	2,42 ± 0,01 ^h	1,67 ± 0,01 ^b	11,53 ± 0,06 ^c	6,92 ± 0,07 ^b	35,98 ± 3,11 ^{cddef}	5,18 ± 0,09 ^{bc}
CUR 04	86,91 ± 0,11 ^h	2,48 ± 0,01 ^g	1,78 ± 0,01 ^a	9,77 ± 0,06 ^h	5,48 ± 0,05 ^j	34,39 ± 3,45 ^{defg}	3,43 ± 0,00 ^d
CUR 05	86,56 ± 0,45 ^h	2,41 ± 0,00 ^h	1,59 ± 0,01 ^c	12,53 ± 0,06 ^b	7,86 ± 0,01 ^c	33,41 ± 0,80 ^{efgh}	12,71 ± 0,00 ^a
CUR 06	88,43 ± 0,16 ^g	2,82 ± 0,01 ^c	1,58 ± 0,01 ^c	13,03 ± 0,06 ^a	8,25 ± 0,03 ^b	38,02 ± 0,99 ^{bcd}	ND
CUR 07	89,09 ± 0,06 ^{ef}	2,75 ± 0,01 ^d	1,44 ± 0,02 ^f	10,67 ± 0,06 ^a	7,41 ± 0,13 ^{def}	40,14 ± 0,70 ^{bcd}	ND
CUR 09	88,80 ± 0,08 ^{fg}	2,44 ± 0,01 ^{gh}	1,41 ± 0,01 ^f	10,33 ± 0,06 ^g	7,31 ± 0,10 ^{def}	22,05 ± 1,02 ^{ij}	2,81 ± 0,19 ^e
Média geral	89,54	2,63	1,45	10,13	7,05	34,09	2,99
C.V. (%)	0,22	1,89	0,9	0,44	0,98	5,63	5,96

⁽¹⁾ As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ND = Não detectável pelo método utilizado.

Para a análise de umidade, observaram-se valores entre 86,56% (CUR 05) e 91,48% (MAB 07). Segundo os padrões de identidade e qualidade (PIQ) para polpa de cajá (BRASIL, 2000), esta deve apresentar valor máximo de umidade de 90,5%. Cerca de 65% das matrizes atendem a essa exigência. As polpas das matrizes MAB 02, MAB 07 e MAB 12 apresentaram valores acima do estabelecido pela legislação, e as matrizes MAB 01, MAB 03 e MAB 09 encontram-se no limite. Porém, deve-se ressaltar que o valor de umidade de um fruto pode variar bastante em função das condições climáticas do local de cultivo, o que deve ser sempre levado em consideração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Isto talvez explique porque somente os acessos procedentes de Marabá apresentaram valores mais elevados de umidade. A região onde estão presentes as matrizes estudadas tem alto índice pluviométrico, o que provavelmente influencia na umidade final da polpa desses frutos.

O pH variou de 2,41 (CUR 05) a 2,93 (SJA 02) entre as matrizes avaliadas, valores próximos aos encontrados por Cavalcante et al. (2009) e Carvalho et al. (2011), entre 2,28 e 3,06 e entre 2,31 a 2,82, respectivamente. Ressalta-se que todas as amostras estudadas estão de acordo com o estabelecido pela legislação pelo padrão de identidade e qualidade, que exige pH mínimo de 2,20 para polpa de cajá (BRASIL, 2000).

Em relação à acidez titulável total, as matrizes apresentaram variação de 1,08% (MAB 17) a 1,78% (CUR 04). Todas as matrizes estão de acordo com os padrões de identidade e qualidade para acidez titulável total para polpa de cajá, que fixa valor mínimo de 0,9% (BRASIL, 2000).

Quanto ao teor de sólidos totais, foi observada variação entre as matrizes de 7,50 °Brix (MAB 07) a 13,03 °Brix (CUR 06). Merecem destaque, também, as matrizes CUR 05 (12,53 °Brix) e PAR 04 (11,53 °Brix), além de outras seis matrizes com valores acima de 10,00 °Brix.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), para a elaboração de produtos como sucos, doces, picolés e sorvetes, os parâmetros físico-químicos relacionados à acidez total titulável e ao teor de sólidos solúveis totais são os mais relevantes.

A relação SS/AT (*ratio*) propicia uma boa avaliação do sabor dos frutos, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares e de acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Valores baixos para essa relação geralmente indicam sabor ácido ou frutos azedos. Os frutos de cajá do presente estudo apresentaram variação de *ratio* entre 5,00 (NIX 03) e 8,50 (MAB 12), estando de acordo com os valores relatados por Cabral et al. (2004) e Carvalho et al. (2011), de 4,58 a 9,8 e de 4,94 a 9,70, respectivamente. Segundo Carvalho et al. (2011), como o sabor dos frutos é uma característica de grande peso a ser considerada em programas de melhoramento, deve-se dar ênfase aos estudos com as matrizes que apresentem elevados valores de *ratio*. Destacaram-se, neste atributo, as matrizes MAB 12, MAB 17 e CUR 06.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, observou-se diferença significativa na concentração de carotenoides totais entre as amostras, com variação de 20,43 $\mu\text{g/g}$ (NIX 03) a 46,30 $\mu\text{g/g}$ (MAB 07), valores que indicam este fruto como boa fonte de antioxidante natural. As matrizes MAB 03, MAB 07, MAB 17, SJA 02 e CUR 07 destacaram-se com as maiores médias. Os teores de carotenoides encontrados para as matrizes de cajá foram próximos aos observados por Rodriguez-Amaya (1999), Mattietto et al. (2010) e Carvalho et al. (2015), que relataram valores de 25,3 $\mu\text{g/g}$, 28,30 $\mu\text{g/g}$ e 18 $\mu\text{g/g}$, respectivamente. Já Tiburski et al. (2011), em estudo sobre as propriedades nutricionais do cajá, relataram valor médio de 48,7 $\mu\text{g/g}$ para a polpa.

Hamano e Mercadante (2001), em estudo sobre a composição de carotenoides em produtos comerciais de cajá, encontraram teores elevados de carotenoides: α -caroteno (0,61 $\mu\text{g/g}$ a 2,55 $\mu\text{g/g}$), β -caroteno (1,53 $\mu\text{g/g}$ a 2,7 $\mu\text{g/g}$), zeaxantina (4,62 $\mu\text{g/g}$ a 4,85 $\mu\text{g/g}$), β -criptoxantina (5,25 $\mu\text{g/g}$ a 10,75 $\mu\text{g/g}$) e luteína (2,88 $\mu\text{g/g}$ a 7,24 $\mu\text{g/g}$). Tiburski et al. (2011) verificaram teores de 17,08 $\mu\text{g/g}$ para β -criptoxantina, 6,34 $\mu\text{g/g}$ para luteína, 5,47 $\mu\text{g/g}$ para zeinoxantina, 3,4 $\mu\text{g/g}$ para α -caroteno e 3,14 $\mu\text{g/g}$ para β -caroteno.

De acordo com Carvalho et al. (2011), a variação nos teores de carotenoides totais entre as diferentes matrizes pode ocorrer como resultado de fatores como estágio de maturação, clima, localização geográfica da produção, parte da planta amostrada, condições de plantio, manuseio pós-colheita e, principalmente, em razão da variabilidade do material genético.

Para a vitamina C, os valores encontrados, expressos em teor de ácido ascórbico, variaram de 'não detectável' a 12,71 mg/100 g. Esses valores são baixos e indicam que o cajá não representa um fruto fonte de vitamina C. Carvalho et al. (2015), estudando o efeito do processamento na composição físico-química e compostos bioativos de suco tropical de cajá, observaram teor de vitamina C de 13,7 mg/100 g de polpa do fruto. Já Mattietto (2005), em estudo sobre a caracterização físico-química dos frutos de cajá, encontrou valor de vitamina C de 23,72 mg/100 g de polpa de cajá, teor superior ao relatado no presente estudo.

Convém ressaltar que, de maneira geral, as características físico-químicas dos frutos de uma determinada espécie variam com o fator genético, local de cultivo, época de colheita, estágio de maturação, tratos culturais e outros (MATTIETTO, 2005).

De maneira geral, para utilização pelas indústrias processadoras destacaram-se as matrizes: MAB 01, MAB 02, NIX 03 e CUR 05, com as melhores taxas de rendimento de polpa do fruto. Já as matrizes MAB 12, MAB 17 e CUR 06 foram destaque na relação SS/AT, e as matrizes MAB 03, MAB 07, MAB 17, SJA 02 e CUR 07, com os mais elevados teores de carotenoides.

Conclusões

As matrizes de cajazeira estudadas apresentaram grande variabilidade entre si com relação às características físicas e físico-químicas analisadas.

Entre as 17 matrizes avaliadas, sete destacam-se para utilização pela agroindústria por apresentarem maior relação SS/AT e rendimento de polpa. Já com relação aos teores totais de carotenoides, cinco matrizes de cajazeira são consideradas promissoras. Com relação à vitamina C, conclui-se que o cajá não representa fonte de vitamina C para a alimentação, apresentando baixos teores.

Referências

ALDRIGUE, M. I. Caracterização física, química e físico-química do cajá (*Spondias lútea* L.). In: SEMINÁRIO AGROPECUÁRIO DO ACRE, 2., 1986, Rio Branco, AC. **Anais...** Rio Branco, AC: EMBRAPA-UEPAE Rio Branco; Brasília, DF: EMBRAPA-DPV, 1988. p. 323-327. (EMBRAPA-UEPAE Rio Branco. Documentos, 10).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 14. ed. Arlington, 1984. 1141 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16. ed. Gaithersburg, 1997. 2v.

ASSIS, M. M. M.; LANNES, S. C. S.; TADINI, C. C.; TELIS, V. R. N.; TELIS-ROMERO, J. Influence of temperature and concentration on thermophysical properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.). **European Food Research Technology**, v. 223, n. 5, p. 585–593, 2006.

BENASSI, M. T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados**. 1990. 159 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BORA, P. S.; NARAIN, N.; HOLSCHUH, H. J.; VASCONCELOS, M. A. S. Changes in Physical and Chemical Composition during Maturation of Yellow Mombin (*Spondias mombin*) Fruits. **Food Chemistry**, v. 41, n. 3, p. 341-348, 1991.

BOSCO, J.; SOARES, K. T.; AGUIAR FILHO, S. P.; BARROS, R. V. **A cultura da cajazeira**. João Pessoa: EMEPA, 2000. 29 p. (EMEPA. Documentos, 28).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 07/01/2000. Padrões de identidade e qualidade para polpa de cajá. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Seção 1, p. 54. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis_consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7777>. Acesso em: 21 jan. 2016.

CABRAL, G. S.; CASSIMIRO, C. M.; SOARES, K. T.; SILVA, S. M.; SANTOS, A. F. Caracterização físico-química de frutos de clones de cajazeira em diferentes estádios de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. 1 CD-ROM.

CARVALHO, A. V.; CAVALCANTE, M. A.; SANTANA, C. L.; ALVES, R. M. Características físicas, químicas e atividade antioxidante de frutos de matrizes de cajazeira no estado do Pará. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 1, p. 45-53, 2011.

CARVALHO, J. M.; MAIA, G. A.; FONSECA, A. V. V. da; SOUSA, P. H. M.; RODRIGUES, S. Effect of processing on physicochemical composition, bioactive compounds and enzymatic activity of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) tropical juice. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 2, p. 1182-1187, 2015.

CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M.; FREIRE, J. L. O.; PEREIRA, W. E.; COSTA, A. P. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Componentes qualitativos do cajá em sete municípios do brejo paraibano. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 627-632, 2009.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 783 p.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 342-350, 2003.

HAMANO, P. S.; MERCADANTE, A. Z. Composition of carotenoids from commercial products of cajá (*Spondias lutea* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, n. 4, p. 335-343, 2001.

HANSEN, D. de S.; FONSECA, A. A. O.; SILVA, J. A. da; CARVALHO, M. O. de; CARVALHO, C. A. L. de. Caracterização física, química e físico-química de frutos de seis genótipos de cajazeiras (*Spondias mombin* L.) no Recôncavo Baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém, PA. **Anais**. Belém, PA: SBF, 2002. 1 CD-ROM.

MATTIETTO, R. A. **Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá (*Spondias lutea* L.) e umbu (*Spondias tuberosa*, Arruda Câmara).** 2005. 299 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MATTIETTO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. de. Caracterização física e físico-química dos frutos de cajazeira (*Spondia 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.

MENICHINI, F.; TUNDIS, R.; BONESI, M.; LOIZZO, M. R.; CONFORTI, F.; STATTI, G.; CINDIO, B. de; HOUGHTON, P. J.; MENICHINI, F. The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. cv Habanero. **Food Chemistry**, v. 114, n. 2, p. 553-560, 2009.

OLIVEIRA, M. E. B.; BASTOS, M. S. R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M. A. A. C.; SILVA, M. G. G. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 3, p. 326-332, set./dez. 1999.

PINTO, W. da S.; DANTAS, A. C. V. L.; CARVALHO, A. J. A. de; ANDRADE, E. M. Caracterização agrônômica e morfológica de plantas e frutos de cajazeiras. **Magistra**, v. 15, n. 2, p. 217-221, 2003.

RAMOS, J. V.; VIEIRA, E. S.; LEITE, J. B. V.; BARRETO, W. S.; LINS, R. D.; SACRAMENTO, C. K. do; FRAIFE FILHO, G. de A. Caracterização físico-química de frutos de genótipos de cajazeiras na região sudeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. 1 CD-ROM.

REED, J. B.; HENDRIX, D. L.; HENDRIX JUNIOR, C. M. **Quality control manual for citrus processing plants.** Florida: Intercit, Safety Harbor, 1986. v. 1, 250 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods.** Washington, D.C.: ILSI Press, 1999. 64 p.

SACRAMENTO, C. K.; SOUZA, F. X. **Cajá (*Spondias mombim* L.).** Jabotical: FUNEP, 2000. 42 p. (Série Frutas nativas).

SAS INSTITUTE. **SAS for Windows, versão 8.0 SAS®:** SAS User guide. Carry, 1999.

SHARMA, K. D.; KARKI, S.; THAKUR, N. S.; ATTRI, S. Chemical composition, functional properties and processing of carrot - a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 1, p. 22-32, 2012.

SILVA JUNIOR, J. F. da; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; ALVES, M. A.; MELO NETO, M. L. de. Collecting, ex situ conservation and characterization of "cajá-umbu" (*Spondias mombin* x *Spondias tuberosa*) germplasm in Pernambuco State, Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 51, n. 4, p. 343-349, 2004.

SOUZA, F. X.; BLEICHER, E. Comportamento da cajazeira enxertada sobre umbuzeiro em Pacajus – CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 790-792, 2002.

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.

VASCONCELOS, L. F. L.; OLIVEIRA, F. das C.; SOUSA, V. A. B. de; SOUZA, C. L. de; ARAÚJO, E. C. E. Caracterização físico-química de frutos de cajá (*Spondias mombin* L.) coletados na região Meio-Norte do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2000. p. 137.

Embrapa

Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**



CGPE 13385