



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS
CAMPUS DE POMBAL-PB**

YANNESON MARLON DE ARAÚJO LIRA

**CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MANDACARU (*Cereus jamacaru* P. DC.) EM
DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

**POMBAL-PB
2022**

YANNESON MARLON DE ARAÚJO LIRA

**CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MANDACARU (*Cereus jamacaru* P. DC.) EM
DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

Artigo apresentado ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Campus Pombal – PB, para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

Área de Concentração: Produção e Tecnologia Agroindustrial.

Orientadora: Prof^a. Dra. Alfredina dos Santos Araújo.

Co-Orientadora: Prof^a. Dra. Maria do Socorro de Caldas Pinto.

**POMBAL - PB
2022**

L768c Lira, Yanneson Marlon de Araújo.
Caracterização de frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) em
diferentes estádios de maturação / Yanneson Marlon de Araújo Lira. –
Pombal, 2022.
25 f. : il. color.

Artigo (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal
de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar,
2022.

“Orientação: Profa. Dra. Alfredina dos Santos Araújo, Profa. Dra.
Maria do Socorro de Caldas Pinto”.

Referências.

1. Mandacaru. 2. Qualidade de frutos. 3. *Cactaceae*. I. Araújo,
Alfredina dos Santos. II. Pinto, Maria do Socorro de Caldas. III. Título.

CDU 582.661.5 (043)

YANNESON MARLON DE ARAÚJO LIRA

CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MANDACARU (*Cereus jamacaru* P. DC.) EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

Artigo apresentado ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Campus Pombal – PB, para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

Orientadora: Prof^a. Dra. Sc. Alfredina dos Santos Araújo.

Co-Orientadora: Prof^a. Dra. Maria do Socorro de Caldas Pinto.

APROVADO EM: 13/12/2022.

COMISSÃO EXAMINADORA



Orientadora: Prof^a. Dra. Alfredina dos Santos Araújo
(CCTA/UAGRA/UFCG)
Orientador

Membro – Prof^a D. Rosilene Agra da Silva
(PPGSA/CCA/UFCG)
Examinadora Interna

Membro – Prof. D. Maria do Socorro de Caldas Pinto
(CCHA/DAE/UEPB)
Examinadora Externa

POMBAL - PB
2022

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Bioma Caatinga	12
2.2 Família das cactáceas	13
2.3 Uso do mandacaru	14
3. OBJETIVOS	15
3.1 Objetivos geral	15
3.2 Objetivos específicos.....	15
4. METODOLOGIA.....	15
4.1 Local de coleta.....	Erro! Indicador não definido.
4.2 Coleta dos frutos	15
4.3 Descrição dos estádios de maturação.....	16
4.4 Caracterização física dos frutos	Erro! Indicador não definido.
4.5 Composição físico-química	Erro! Indicador não definido.
4.6 Análise Estatística dos Dados	Erro! Indicador não definido.
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
6. CONCLUSÃO.....	24
7. REFERÊNCIAS	25

CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MANDACARU (*Cereus jamacaru* P. DC.) EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

RESUMO

O mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) é uma cactácea nativa da Caatinga e os seus frutos podem se constituir uma fonte potencial de nutrientes para alimentação humana, além de uma alternativa forrageira para os animais. O objetivou-se com a presente pesquisa, avaliar as características físicas e físico-químicas de frutos de mandacaru em diferentes estádios de maturação no sertão paraibano. Os frutos foram coletados de plantas adultas em uma população natural da espécie no município de Catolé do Rocha - PB, e separados de acordo com a coloração da casca em três estádios de maturação: verde, intermediário e maduro. Na caracterização física foram avaliados o comprimento e diâmetro do fruto (mm); massa do fruto fresco (g); rendimento de polpa (%); volume (mL) e densidade (g/mL). Os dados foram analisados mediante estatística descritiva (valor mínimo, máximo, média, mediana, desvio padrão e quartis) e apresentados em boxplot. Para a composição físico-química da casca e polpa dos frutos foram avaliados umidade (%); acidez titulável ($\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$); sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$); pH e cinzas. Os valores foram analisados em esquema fatorial 3×2 , incluindo três maturações (verde, intermediário e maduro) e dois tipos de amostra (casca e polpa), com cinco repetições. Os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Os frutos do mandacaru completamente maduros apresentam elevado rendimento de polpa. Os sólidos solúveis, pH e rendimento de polpa aumentam com o avanço da maturação, enquanto a acidez diminui. As características físico-químicas nos estádios finais, justificam, portanto, o seu consumo como fruto fresco, além de servir como estímulo ao seu melhor aproveitamento comercial.

Palavras-chave: Caatinga; *Cactaceae*; Qualidade de frutos.

CHARACTERIZATION OF MANDACARU FRUITS (*Cereus jamacaru* P. DC.) AT DIFFERENT MATURATION STAGES

ABSTRACT

The mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) is a cactus native to the Caatinga and its fruits can be a potential source of nutrients for human consumption, as well as an alternative forage for animals. The objective of this research was to evaluate the physical and physicochemical characteristics of mandacaru fruits at different stages of maturation in the sertão of Paraíba. The fruits were collected from adult plants in a natural population of the species in the municipality of Catolé do Rocha - PB, and separated according to the skin color in three maturation stages: green, intermediate and mature. In the physical characterization, the length and diameter of the fruit (mm) were evaluated; fresh fruit mass (g); pulp yield (%); volume (mL) and density (g/mL). Data were analyzed using descriptive statistics (minimum, maximum, mean, median, standard deviation and quartiles) and presented in a boxplot. For the physical-chemical composition of the peel and pulp of the fruits, moisture (%); titratable acidity (g.100g⁻¹); total soluble solids (°Brix); pH and ash. The values were analyzed in a 3x2 factorial scheme, including three maturations (green, intermediate and mature) and two types of sample (peel and pulp), with five replications. Data submitted to analysis of variance and means compared by Tukey's test. Fully ripe mandacaru fruits have a high pulp yield. Soluble solids, pH and pulp yield increase with advancing maturation, while acidity decreases. The physical-chemical characteristics in the final stages justify, therefore, its consumption as a fresh fruit, in addition to serving as a stimulus to its better commercial use.

Keywords: Caatinga; Cactaceae; Fruit quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Plantas matrizes de mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> P. DC.) selecionadas em áreas de ocorrência natural para coleta dos frutos, Catolé do Rocha-PB, abril de 2021.....	16
Figura 2: Estádios de maturação dos frutos de mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> P. DC.) com base na coloração da casca.	17
Figura 3: Partes avaliadas do fruto de mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> P. DC.): casca e polpa com sementes (endocarpo).	17
Figura 4: Caracterização do fruto de maduro do mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i>) maduro (A) e polpa/sementes (B).	19
Figura 5: Boxplots para as características físicas de frutos de mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> P. DC.) em diferentes estádios de maturação.	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características a serem observadas na definição do estágio de maturação do fruto de mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> P. DC.).....	17
Tabela 2: Massa e rendimento da casca e polpa de frutos de mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> P. DC.) em diferentes estádios de maturação.	21
Tabela 3: Características físico-químicas da casca e polpa de frutos de mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> P. DC.) em diferentes estádios de maturação.....	22
Tabela 4: Características químicas da casca e polpa de frutos de mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> P. DC.) em diferentes estádios de maturação.	23

1. INTRODUÇÃO

A região semiárida do Brasil apresenta condições climatológicas particulares, como chuvas baixas e irregulares concentradas em poucos meses do ano, altas temperaturas e radiação solar incidente, que aumentam a evaporação e a secura do solo, levando a maiores déficits hídricos em grande parte do ano (SANTOS et al., 2020; MEDEIROS et al. 2012; MARQUES et al. 2020).

O Semiárido brasileiro possui uma extensão territorial de 980 mil Km², incluindo nove estados da região nordeste e sudeste, com uma população estimada em 21 milhões de pessoas, sendo que 9 milhões reside na zona rural (IBGE, 2010). O ambiente Semiárido é caracterizado por formações vegetais naturais típicos do bioma Caatinga, que chega a ocupar uma abrangente parte da zona seca da região Nordeste (ARAÚJO, 2010).

A Caatinga é considerada como um bioma exclusivamente brasileiro e está localizada na região semiárida do Nordeste. Este bioma é reconhecido como um tipo de floresta tropical sazonalmente seca (SDTF), compreendendo áreas do noroeste do México ao norte da Argentina. Caracteriza-se por um mosaico de espécies xerofíticas e endêmicas com composição florística variável, composta principalmente por pequenas árvores e arbustos, que na estação seca têm aspecto de floresta espinhosa (ALVARES et al. 2014; CARVALHO et al. 2018; CAMPOS et al. 2019).

O bioma caatinga abriga grande número de espécies vegetais endêmicas, especialmente da família *Cactaceae*, muito das quais foram pouco estudadas e, conseqüentemente, seus benefícios ainda não são aproveitados pelo homem (LUCENA et al., 2012). Várias espécies ainda pouco conhecidas têm sido estudadas, como alternativa às espécies tradicionais, a fim de atender as novas demandas e exigências de mercados interno e externo, por novos sabores, cores e texturas. Ainda que a exploração e consumos de cactos seja comum em alguns países, como o México, no Brasil a utilização de cactáceas tem sido pouco comum em gêneros alimentícios (NASCIMENTO et al., 2011).

O Nordeste brasileiro destaca-se como um grande produtor de frutos tropicais nativos e cultivados, em virtude das condições climáticas prevaletentes. A fruticultura, nesta região, constitui-se em atividade econômica bastante promissora, devido ao sabor e aroma exótico de seus frutos e à sua enorme diversificação. O conhecimento do valor nutritivo desses frutos assume importância considerável, pois alimentação adequada e aplicação de métodos tecnoló-

gicos eficientes só se tornam possíveis mediante conhecimento do valor nutricional dos alimentos (NORONHA et al. 2000). Entre esta diversidade de cactáceas, é importante destacar o mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) (CAVALCANTI e RESENDE, 2007).

O mandacaru é a cactácea colunar mais conhecida das caatingas (RIZZINI, 1992). Apresenta altura das plantas variando de 3,75 a 6,54m, com seu tronco ou caule principal desenvolvendo brotações laterais com número médio de 13,5 por planta, estreitando para o ápice, com numerosos espinhos. Encontra-se em solos pedregosos, em cima de serras e individualmente as plantas dessa espécie são espaçadas por grandes distâncias na vegetação da caatinga (CAVALCANTI e RESENDE, 2006).

Os frutos possuem polpa mucilaginosa branca, de aroma suave, comestível e doce. As sementes de cor preta e bem pequenas podem ser uma importante fonte de fibras e óleos comestíveis (NUNES et al., 2013). Apresentam grande potencial para a indústria, por seus teores elevados de sólidos solúveis (11 °Brix) e açúcares totais (9,82%), constituintes importantes em processos tecnológicos e biotecnológicos, como, por exemplo, em fermentação alcoólica (ALMEIDA et al., 2011; NUNES et al., 2013).

O fruto do mandacaru é perecível, possui vida útil curta, representando um obstáculo para sua comercialização *in natura*. Recomenda-se que seja submetido a um processamento, para que possa atingir mercados consumidores mais distantes e fornecer seus produtos o ano todo. Alguns estudos foram conduzidos com o fruto do mandacaru, objetivando elaborar produtos com valor agregado, a exemplo de bebidas fermentadas por Almeida et al. (2011) e fruta desidratada em pó por Oliveira et al. (2015). O processamento, além de agregar valor, aumenta sua vida útil e pode facilitar o transporte.

Os estudos observados na literatura precisam ser mais discutidos, aprofundados e complementados, pois ainda não foram totalmente elucidadas as informações sobre os frutos desta planta, que apesar de serem encontrados em grandes quantidades entre os meses de fevereiro a setembro, não são explorados comercialmente, ocorrendo seu desperdício ou, então, sendo utilizados, quando muito, na elaboração de doces e geleias (SILVA e ALVES, 2009).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bioma Caatinga

Dentre os biomas brasileiros, a Caatinga é, provavelmente, o mais desvalorizado e mal conhecido botanicamente. Esta situação é decorrente de uma crença injustificada, e que não deve ser mais aceita, de que a Caatinga é o resultado da modificação de uma outra formação vegetal, estando associada a uma diversidade muito baixa de plantas, sem espécies endêmicas e altamente modificada pelas ações antrópicas. Apesar de estar, realmente, bastante alterada, especialmente nas terras mais baixas, a Caatinga contém uma grande variedade de tipos vegetacionais, com elevado número de espécies e também remanescentes de vegetação ainda bem preservada, que incluem um número expressivo de táxons raros e endêmicos (ANDRADE-LIMA, 1982).

A Caatinga, bioma predominante do Semiárido brasileiro, cobre cerca de 80% de sua área geográfica, ocupando uma área de 826.411,23 km² (IBAMA, 2009). O termo Caatinga foi originado do tupi-guarani e é tradicionalmente interpretado como mata (caa) branca (tinga). A Caatinga também é conhecida como sertão, agreste, cariri, seridó, carrasco denominações populares para as diferentes formações vegetais do bioma (ARAÚJO FILHO, 2013). Esse domínio vegetacional configura-se numa região diversificada de paisagens e tipos vegetacionais, composta por um mosaico de arbustos espinhosos, florestas sazonalmente secas e clima semiárido que cobre totalmente o Ceará e parte dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Alagoas, Sergipe, Bahia e uma faixa seguindo o rio São Francisco em Minas Gerais (PRADO, 2003). Toda essa diversidade é resultada de variações geomorfológicas, climáticas, topográficas, e pela ação antrópica, que influenciam na distribuição e diversidade das espécies vegetais (ARAÚJO FILHO, 2013).

A lista mais ampla de espécies de angiospermas endêmicas da Caatinga havia sido elaborada por Prado (1991), que relacionou 12 gêneros e 183 espécies endêmicas, e demonstrou as fortes relações florísticas existentes entre esse bioma e outros tipos vegetacionais da América do Sul, especialmente os das áreas periféricas do Chaco, no Paraguai, Bolívia e noroeste da Argentina.

O semiárido é o ambiente de domínio das caatingas onde as precipitações pluviométricas são muito irregulares com médias anuais variando na faixa de 400 a 800 mm. Já as tempe-

raturas são relativamente estáveis com média anual na faixa de 24 a 26°C, podendo ser atenuadas nas áreas mais elevadas para uma média ao redor de 22°C (JACOMINE, 1996; BRASIL, 1973). Nesse ambiente a evaporação média anual situa-se ao redor de 2000 mm (SÁ e SILVA, 2010).

2.2 Família das cactáceas

A família *Cactaceae* compreende plantas tolerantes à escassez hídrica, geralmente caracterizadas pela redução dos ramos laterais em aréolas (onde se encontram os meristemas apicais), suculência, caule fotossintetizante, ausência de folhas, presença de espinhos e flores com estames e tépalas numerosos (WALLACE e GIBSON, 2002). Membros do *International Cactaceae Systematics Group* reconheceram 127 gêneros e 1816 táxons específicos e infraespecíficos, distribuídos em quatro subfamílias: *Cactoideae*, *Opuntioideae*, *Pereskioideae* e *Maihuenioideae*, as quais foram separadas com base na presença ou ausência de folhas, características das sementes e na presença ou ausência de gloquídeos (HUNT, 2006). Segundo Taylor (1997), a região leste do Brasil, incluindo florestas, restingas, savanas (caatinga e cerrado) e campos rupestres, é o terceiro maior centro de diversidade da família (com 145 espécies), onde ocorrem representantes de todas as subfamílias, com exceção de *Maihuenioideae*.

A família *Cactaceae* no Neotrópico, com mais de 1300 espécies (HUNT et al., 2006), representa a segunda em ordem de tamanho entre as plantas vasculares endêmicas em quase a sua totalidade, com as *Bromeliaceae* em primeiro lugar. Nas Américas, as *Cactaceae* possuem quatro principais centros de diversidade (ZAPPI et al., 2011), dos quais aquele que engloba o México e o Sul dos Estados Unidos é o mais significativo, sendo que diversos tratamentos florísticos e monografias para essa região foram publicados nos últimos 30 anos (HUNT, 1992).

O segundo centro de diversidade encontra-se nos Andes, em particular no Peru e na Bolívia e, neste caso, conhece-se menos a respeito da complexa taxonomia das *Cactaceae*. O terceiro centro de diversidade em termos de importância situa-se no leste do Brasil (região Nordeste e a maioria do Sudeste excluindo o sul do Rio de Janeiro e o estado de São Paulo), ou Brasil Oriental, uma região ampla, mas separada das outras áreas de diversidade da família devido a extensas áreas ecologicamente inadequadas para o estabelecimento da maioria dos membros das *Cactaceae*, primariamente distribuídas em zonas áridas (ZAPPI et al., 2018).

Existem atualmente 36 gêneros e 249 espécies nativas de *Cactaceae* (ZAPPI et al., 2012) descritas para ou registradas no Brasil, excluindo as espécies e gêneros introduzidos.

2.3 Uso do mandacaru

No Brasil, ocorrem aproximadamente 39 gêneros e 260 espécies distribuídas por todo território Nacional, e são encontradas com maior facilidade em solos pedregosos típicos das regiões semiáridas da Caatinga (ZAPPI et al., 2015; SILVA et al., 2019). Os cactos colunares recebem elevada atenção dos geneticistas populacionais com quase 73% dos seus táxons já explorados, a ecologia reprodutiva é outro ponto que vem sendo estudado e que merece elevada atenção dos pesquisadores (MARTINS et al., 2016; CAMACHO-VELÁZQUEZ et al., 2018). Em populações naturais, as espécies de *Cactaceae* apresentam diferentes estruturas como, densidade, padrão de agregação e crescimento (HUGHES et al., 2011; FABRICANTE e OLIVEIRA, 2013). As ações antrópicas, condições ambientais e disponibilidade de recursos, afetam a dinâmica e estrutura de algumas populações, tais fatores podem fazer com que as espécies não se perpetuem ao longo do tempo (BARBOSA et al., 2017).

As populações dos cactos colunares *Cereus jamacaru* e *Pilosocereus pachycladus*, apresentam similaridade em estrutura e distribuição, porém, ações antrópicas e fatores climáticos podem interferir na estabilidade destas espécies nas populações (BARBOSA et al., 2015). O *C. jamacaru* é encontrada principalmente nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais popularmente conhecido como mandacaru. *C. jamacaru* apresenta grande versatilidade de uso popular em diferentes indicações, sendo o principal emprego no tratamento de doenças e na alimentação humana (DANTAS e OLIVEIRA, 2019). Além disso, esta cactácea é bastante utilizada na alimentação de bovinos e caprinos pelos agricultores, garantindo a forragem do animal na estiagem, e um recurso forrageiro estratégico na composição da dieta dos ruminantes nos períodos de seca (SANTOS e SOUZA, 2016).

Uma das partes mais utilizadas de *C. jamacaru* são conhecidas como cladódios, que são caules modificados, importantes no processo de fotossíntese e reserva. Nela verifica-se a presença de importantes metabólitos secundários tais como flavonoides, taninos, saponinas, antraquinonas e a relevante frequência de um importante fitoesterol denominado β -sitosterol (SILVA et al., 2017). A composição fitoquímica, rica distribuição e uso popular de *C. jamacaru* em regiões do Nordeste, ampliam o interesse nesta planta quando comparadas com outras espécies do gênero, podendo ser uma importante ferramenta para contribuir com a inova-

ção e fontes farmacológicas para a população. Diante do exposto fica evidente a importância do *C. jamacaru*, uma vez que apresenta um valor farmacológico, tradicional e cultural principalmente, devendo este conhecimento ser preservado e valorizado junto à própria espécie (SALES et al., 2014; DANTAS e OLIVEIRA, 2019).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivos geral

- ✓ Avaliar as características física e físico-química de frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC) em diferentes estádios de maturação.

3.2 Objetivos específicos

- ✓ Obter informações sobre o processo de maturação dos frutos de mandacaru;
- ✓ Caracterizar biometricamente frutos de mandacaru colhidos em três estádios de maturação;
- ✓ Determinar a composição físico-química da casca e polpa de frutos de mandacaru.

4. METODOLOGIA

4.1 Caracterização da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido no Departamento de Agrárias e Exatas da Universidade Estadual da Paraíba, Microrregião de Catolé do Rocha, Paraíba (6°20'38" S e 37°44'48" W; 272 m de altitude). O clima nesta região é do tipo Bsh (semiárido quente com chuvas de verão) e, segundo a divisão do Estado da Paraíba em regiões bioclimáticas, possui bioclima 4bTh de seca média com 5 a 7 meses secos, caracterizada por uma baixa pluviosidade (500 mm a 800 mm anuais), com vegetação do tipo caatinga hipoxerófila, nas áreas menos secas e caatinga hiperxerófila, nas áreas de seca mais acentuada e, temperatura média entre os 26 a 27°C (CPRM, 2005).

4.2 Seleção das matrizes e coleta dos frutos

Plantas matrizes adultas de mandacaru (*Cereus jamacaru*) com características típicas da espécie e boas condições fitossanitárias foram selecionadas de uma população natural (Figura 1). As fases fenológicas foram acompanhadas e na frutificação coletados até três frutos de cada matriz.

Figura 1: Plantas matrizes de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) selecionadas em áreas de ocorrência natural para coleta dos frutos, Catolé do Rocha-PB, abril de 2021.



Fonte: Autor, 2021

Após coleta, os frutos foram encaminhados sob refrigeração em caixa térmica ao Laboratório de Análise da Qualidade de Produção Vegetal do Centro de Ciências Humanas e Agrárias, no Campus IV da Universidade Estadual da Paraíba. Foram selecionados frutos inteiros, sem deformação e visualmente saudáveis, em seguida higienizados com solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm por 15 minutos e lavados em água corrente, para serem submetidos ao descascamento manual, visando à separação da polpa a qual foi disposta em embalagens plásticas. Logo em seguida, as amostras embaladas foram acondicionadas em temperatura 28,5°C, para serem conservadas até o momento da realização das análises.

4.3 Descrição dos estádios de maturação

Tomando-se como base a evolução da maturação por meio da coloração da casca (Figura 2). Desta forma, com base na disponibilidade de frutos, foram estabelecidos três estádios de maturação para os frutos colhidos (Tabela 1).

Figura 2: Estádios de maturação dos frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) com base na coloração da casca.



Fonte: Autor, 2021

Tabela 1: Características a serem observadas na definição do estágio de maturação do fruto de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.).

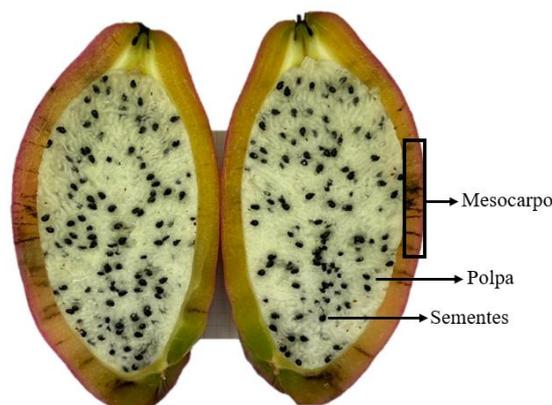
Estádio de Maturação	Descrição do Fruto
Verde	Frutos de casca com coloração verde clara
Intermediário	Frutos de casca verde com início da pigmentação vermelha
Maduro	Frutos de casca com coloração totalmente vermelha

Fonte: Autor, 2021

4.4 Caracterização física dos frutos

Para a caracterização física foram utilizados 60 frutos de mandacaru, sendo destes, 20 frutos em cada estágio de maturação para avaliação da casca e polpa (Figura 3) e os parâmetros físicos a seguir:

Figura 3: Partes avaliadas do fruto de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.): casca e polpa com sementes (endocarpo).



Fonte: Autor, 2021

Comprimento e diâmetro do fruto (mm): com auxílio de paquímetro digital, obtidos na direção perpendicular e paralela ao eixo central dos frutos;

Massa do fruto fresco (g): pesagem direta do fruto inteiro em balança semi-analítica assim como, a massa da casca e a massa da polpa com sementes;

Rendimento de polpa (%): calculado pela divisão da massa da polpa pela massa do fruto inteiro;

Volume (mL): método de deslocamento da coluna de água em proveta;

Densidade (g/mL): relação entre a massa do fruto inteiro e o volume.

4.5 Composição físico-química

Para as avaliações físico-químicas foram utilizadas cinco repetições de quatro frutos, e analisadas amostras de casca e polpa. Todas as determinações foram realizadas de acordo com os métodos descritos pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990) conforme parâmetros físico-químicos a seguir:

Umidade (%): por gravimetria em estufa a 105°C por 24 horas;

Acidez titulável (g.100g⁻¹): titulação volumétrica com hidróxido de sódio a 0.1 N, utilizando fenolftaleína a 1% como indicador;

Sólidos solúveis totais (°Brix): leitura direta em refratômetro manual digital;

pH: determinado pelo método potenciométrico com pHmetro digital portátil;

Cinzas: as amostras foram incineradas em forno tipo mufla a 600°C.

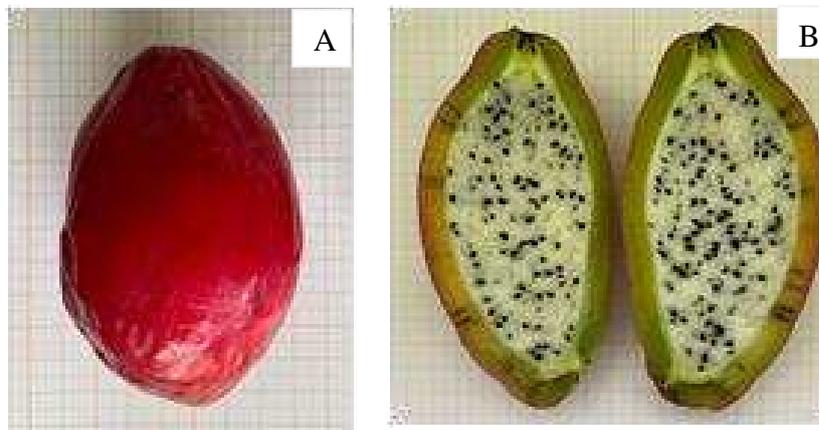
4.6 Análise estatística dos dados

Os valores da composição físico-química foram avaliados em esquema fatorial 3x2, sendo três maturações do fruto (verde, intermediário e maduro) e dois tipos de amostra (casca e polpa), com cinco repetições. Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os frutos do mandacaru são do tipo carnosos, mais ou menos elipsoide com média de 94,2 mm de comprimento, diâmetro de 56,1 mm e massa de 153,3 g. Apresentam um exocarpo carmesim a rosa avermelhada nos frutos maduros, deiscente por meio de fenda longitudinal, com cavidade interna preenchido por polpa branca. As sementes são de coloração preta brilhante, de tamanho pequeno e numerosas (Figura 4A-B).

Figura 4: Caracterização do fruto de maduro do mandacaru (*Cereus jamacaru*) maduro (A) e polpa/sementes (B).



Fonte: Autor, 2021

Os frutos do mandacaru segundo Sales et al. (2015), na sua fase madura, são bem apreciados por animais e pelo homem. Já Nunes et al. (2013) destacaram que os frutos apresentam grande potencial industrial, por apresentarem grandes teores de sólidos solúveis e açúcares totais, elementos significativos em processos tecnológicos.

O fornecimento de informações a respeito da biometria de frutos caracteriza o aspecto ecológico, bem como o tipo de dispersão, os agentes dispersores e o estabelecimento de plântulas (CARVALHO, 2000).

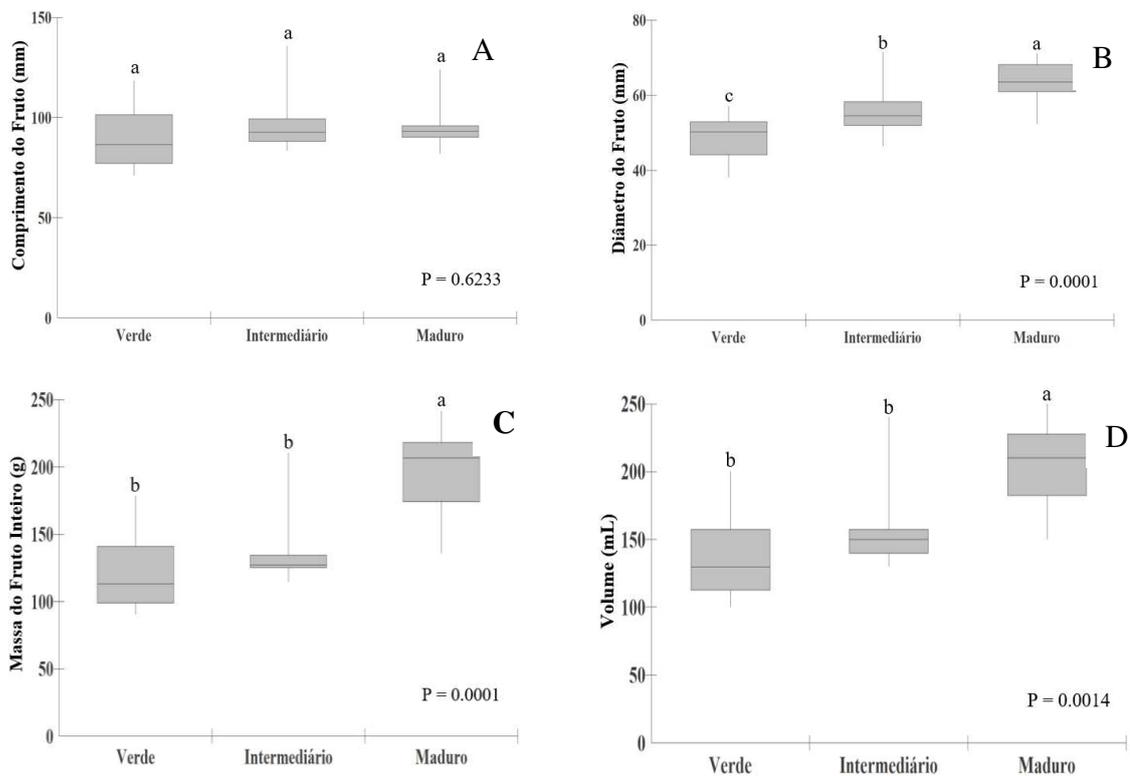
Os resultados para as características físicas dos frutos de mandacaru nos diferentes estágios de maturação estão apresentados na Figura 5. Houve diferença significativa para as variáveis analisadas (Diâmetro de Frutos**; Massa do fruto**; volume** e densidade**), com exceção do comprimento^{ns}.

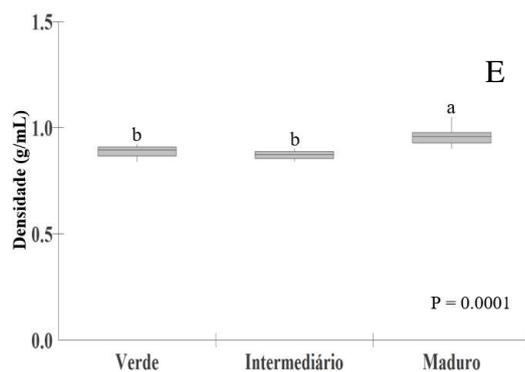
Para comprimento dos frutos verdes, observou-se maior amplitude de variação em relação aos demais (71,00 a 118,5 mm). Já para frutos com maturação intermediária e maduro a

amplitude de variação foi menor com comprimento mínimo e máximo de (83,4 e 135,7mm) e (82,0 e 123,9mm) respectivamente (Figura 5A).

Nas Figuras 5B-E, pode-se verificar que o maior diâmetro, massa, volume e densidade de frutos foi observado no estágio de maturação em que os frutos se encontravam maduros, com medias de (56,14mm; 153,26g; 168,00mL e 0,91g/mL) respectivamente. Santos-Neto et al., (2019) avaliando a caracterização físico-químicas de frutos de mandacaru (*Cereus Jamaica* P. Dc.), no Sertão Alagoano, observaram valores de 48,7mm, 81,3mm e 108,12g e 0,96g/mL, para as variáveis comprimento, diâmetro, massa e densidade dos frutos respectivamente. Valores divergentes quando comparados aos observados para esse estudo, exceto para densidade dos frutos.

Figura 5: Boxplots para as características físicas de frutos de mandacaru (*Cereus jamaicaru* P. DC.) em diferentes estádios de maturação.





Fonte: Autor, 2021

O rendimento costuma ser usado como parâmetro principalmente para comprovar a viabilidade econômica de um produto para processamento em escala industrial. Na Tabela 2, estão apresentados os dados referentes a massa e rendimento da casca e polpa de frutos de mandacaru em diferentes estádios de maturação. Verifica-se para a massa da casca que não houve efeito entre os estágios de maturação. Para massa da polpa, os frutos maduros diferiram dos estádios verde e intermediário, com maior massa de polpa.

Tabela 2: Massa e rendimento da casca e polpa de frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) em diferentes estádios de maturação.

Estádio de Maturação	Massa (g)		Rendimento (%)	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Verde	81.39aA	42.02bB	65.96aA	34.03cB
Intermediário	83.64aA	56.64bB	59.61bA	40.39bB
Maduro	98.73aA	97.35aA	50.75cA	49.25aA
Média	87.92	65.34	58.78	41.22
EPM	3.58	5.57	1.36	1.36
C.V %	23.52		8.12	

EPM, erro padrão da média; C.V, coeficiente de variação. Médias seguidas de letras minúsculas diferem nas colunas e letras maiúsculas nas linhas ($P < 0.05$). Fonte: Autor, 2021.

Observa-se ainda efeito da interação entre casca e polpa nos estádios verde e intermediário, com maior massa de casca e polpa em frutos maduros (Tabela 2). Já para o rendimento da casca e polpa, observa-se diferença significativa entre os três diferentes estádios de maturação. Em relação a interação, podemos constatar efeito entre os estádios verde e intermediário, com maior rendimento (49,25%) de polpa para os frutos maduros. Resultados divergentes em relação aos verificados nessa pesquisa foram observados por outros autores como Calado (2017) em Pombal-PB; Almeida et al. (2009) em frutos colhidos nas cidades de Lagoa Seca-PB e Queima-

das-PB. Tais resultados podem ser justificados em função da localização geográfica distinta dos referidos municípios, onde Pombal localiza-se no Sertão, Lagoa Seca no Brejo e Queimadas no Cariri o que provavelmente influenciou no tamanho e forma dos frutos, conseqüentemente no rendimento.

No geral, as características de qualidade de frutos de mandacaru se estabilizaram a partir do estágio final (maduro), indicando ser este o mínimo estágio de colheita para obtenção da qualidade comestível.

Não houve efeito significativo para as características físico-químicas umidade e matéria seca de casca e polpa de mandacaru nos estádios verde, intermediário e maduro. Verificou-se ainda que para Cinzas, houve efeito apenas para polpa entre o estágio maduro em relação aos demais (Tabela 3). Para as variáveis (umidade, matéria seca e cinzas) de casca e polpa do mandacaru, podemos verificar efeitos da interação, com menor percentual de umidade na polpa de frutos maduros e maiores percentuais de matéria seca e cinzas, respectivamente. A justificativa para tais resultados pode ser explicada pela presença de sementes com tegumento mais resistentes, que refletem na redução do percentual de umidade e incremento nos teores de matéria seca e cinzas.

Tabela 3: Características físico-químicas da casca e polpa de frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) em diferentes estádios de maturação.

Estádios de Maturação	Umidade (%)		Matéria Seca (%)		Cinzas (%)	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Verde	94.74aA	85.88aB	5.26aB	14.12aA	1.30aA	0.64bB
Intermediário	94.22aA	85.92aB	5.78aB	14.08aA	1.37aA	0.79abB
Maduro	93.90aA	84.53aB	6.11aB	15.47aA	1.42aA	0.85aB
Média	94.29	85.45	5.72	14.55	1.36	0.76
EPM	0.12	0.38	0.12	0.38	0.03	0.03
C.V %	1.08		10.01		10.64	

EPM, erro padrão da média; C.V, coeficiente de variação. Médias seguidas de letras minúsculas diferem nas colunas e letras maiúsculas nas linhas ($P < 0.05$). Fonte: Autor, 2021.

Houve efeito entre o estágio de maturação verde em relação aos demais para o pH da casca e polpa. Para a interação, podemos observar que o menor pH da casca foi verificado nos frutos maduros. Já para polpa o menor valor de pH (4,32) nos frutos de maturação intermediária. De acordo com Monteiro et al. (2008) para o pH, é desejável valores inferiores a 4,5 para inibir a proliferação de microrganismos, valores superiores requerem períodos mais longos de esterilização da matéria prima em processamento térmico, causando maior consumo de ener-

gia e maior custo de processamento. Os resultados para pH da polpa dos frutos maduro e intermediário estão condizentes com os recomendados pela legislação vigente (Tabela 4).

Tabela 4: Características químicas da casca e polpa de frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) em diferentes estádios de maturação.

Estádios de Maturação	pH		SST (°Brix)		Acidez (g.100g ⁻¹)	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Verde	4.96aA	4.86aA	2.82bB	7.94cA	0.55aA	0.34aB
Intermediário	4.90bA	4.32bB	4.02abB	9.74bA	0.48bA	0.28bB
Maduro	4.62bA	4.40bB	4.86aB	12.08aA	0.43cA	0.25bB
Média	4.83	4.53	3.90	9.92	0.49	0.29
EPM	0.05	0.08	0.24	0.52	0.01	0.01
C.V. (%)	3.38		11.42		6.97	

EPM, erro padrão da média; C.V., coeficiente de variação. Médias seguidas de letras minúsculas diferem nas colunas e letras maiúsculas nas linhas ($P < 0.05$). Fonte: Autor, 2021.

Para os sólidos solúveis Totais (SST/°Brix), houve efeito significativo para a casca de frutos verde e maduro. Para polpa, podemos observar diferença significativa entre os diferentes estádios de maturação dos frutos. Na interação, podemos observar que tanto na polpa quanto na casca, os teores mais elevados de SST são verificados em frutos maduros (Tabela 4). Melo et al. (2015) estudando a qualidade de frutos do mandacaru colhidos na região do Curimataú paraibano em três estádios de maturação reportam um valor neste primeiro estágio (início da pigmentação) de 12,37% na polpa dos frutos, o que corrobora com os resultados observados para a mesma variável nesse estudo.

Os frutos de mandacaru apresentaram uma acidez titulável baixa, sendo observado diferenças significativas entre os estádios de maturação da casca. Já para polpa houve diferença apenas entre os estádios verde em relação aos demais. Para os efeitos da interação, podemos verificar que os menores teores de acidez são verificados em frutos maduros e maiores para frutos verdes na casca e polpa, respectivamente (Tabela 4). A acidez titulável e o pH são as principais análises utilizadas para medir a acidez dos frutos, pois os ácidos orgânicos na maioria das frutas tendem a diminuir com a maturação, em decorrência da utilização dos ácidos orgânicos como substrato no processo respiratório ou de sua conversão a açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

6. CONCLUSÃO

Os frutos de *Cereus jamacaru* mostram-se maiores e mais pesados nos estágios finais de maturação;

A qualidade da polpa mostrou-se mais viável nos dois últimos estágios de maturação, sendo um ótimo indicativo de aproveitamento da fruta.

Com base na estabilidade das características de qualidade, nos teores de pH, °Brix e acidez, o estágio de maturação final é o mínimo estágio em que frutos de mandacaru pode ser colhido para a obtenção da máxima qualidade de consumo;

Os frutos do mandacaru completamente maduros apresentam elevado rendimento de polpa.

Os sólidos solúveis, pH e rendimento de polpa aumentam com o avanço da maturação, enquanto a acidez diminui.

As características físico-químicas nos estágios finais, justificam, portanto, o seu consumo como fruto fresco, além de servir como estímulo ao seu melhor aproveitamento comercial.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA M. M., et al. Estudo cinético e caracterização da bebida fermentada do *Cereus jama-caru*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 10-12, 2011.

ALMEIDA, M. M., et al. (2009). Caracterização física e físico-química de frutos do mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 11(1), 15-20.

AOAC - **Association of Official Analytical. Official methods of analysis**, 15º edição. International official methods of analysis, Washington, DC, 1990.

CALADO, J.A. **Pós-colheita de frutos de mandacaru colhidos em dois estádios de maturação e submetidos ao hidrorresfriamento**. 2017. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande. Pombal, 2017.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. **Mandacaru sem espinhos (*Cereus hildemannianus* K. Schum)**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2006. 2p. (Embrapa Semiárido. Instruções Técnicas, 72).

CHITARRA, M. I. F., & CHITARRA, A. B. (2005). **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio** (2 ed., 785p). Lavras, MG: UFLA.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Instruções e procedimentos de padronização no tratamento digital de dados para projetos de mapeamento da CPRM: manual de padronização**. Rio de Janeiro, v.2. 2005.

FERREIRA, D.F. **Sistemas de análise estatística para dados balanceados**. UFLA - SISVAR, Lavras, 2011, 145p.

MELO, R. S., et al. (2015). Qualidade física e físico-químicas de frutos de mandacaru (*Cereus jama-caru* P.DC.) colhidos na região do Curimataú paraibano. **Anais... Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**. Aracaju, SE, Brasil, 001.

MONTEIRO, C.S. et al. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimentos e Nutrição, Araraquara**, v. 19, n. 1, p. 25-31, 2008

NASCIMENTO, V. T et al. Chemical characterization of native wild plants of dry seasonal forests of the semi-arid region of northeastern Brazil. **Food Research International**, 44 (7), 2112-2119, 2011.

NORONHA, M. A. S.; CARDOSO, E. DE A.; DIAS, N. DA S. Características físico-químicas de frutos de umbu-cajá *Spondias* sp. provenientes dos polos Baixo-Jaguaribe (CE) e Assú-Mossoró (RN). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.2, n.2, p.91-96, 2000.

NUNES, J. T., et al. Caracterização química e colorimétrica da polpa do mandacaru. **Revista Educação Agrícola Superior**, 28 (2), 102-106, 2013.

RIZZINI, C. T. **Cactáceas: Os segredos da sobrevivência**. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, p.62 – 72, 1992. (Ed. especial).