



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

RODOLFO CAVALCANTE DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MANDACARU EM DIFERENTES
ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

**POMBAL
2018**

RODOLFO CAVALCANTE DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MANDACARU EM DIFERENTES
ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa

POMBAL

2018

RODOLFO CAVALCANTE DA SILVA

**CARATERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MANDACARU EM DIFERENTES ESTÁDIOS
DE MATURAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

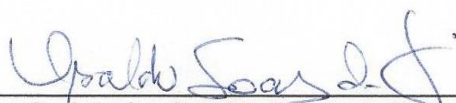
APROVADO EM: 17/07/18

EXAMINADORES



Prof. D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa

UFCG / CCTA / UATA – Orientador



Prof. D. Sc. Oivaldo Soares da Silva

UFCG / CCTA / UATA – Examinador Interno



Eng. Alimentos Anderson dos Santos Formiga

FCAV / UNESP – Examinador Externo

POMBAL – PB

2018

Dedico este trabalho à minha mãe Maria Eneide Cavalcante da Silva, pois, seus conselhos, incentivo, dedicação e muito amor, em muitos momentos, foram essenciais para a realização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus, por ter me concedido saúde, força e disposição. Sem Ele, nada disso seria possível. Também sou grato ao Senhor por ter dado saúde aos meus familiares e tranquilizado o meu espírito nos momentos mais difíceis da minha trajetória acadêmica até então.

Agradeço aos meus pais Antônio Cavalcante da Silva e Maria Eneide Cavalcante da Silva, que me deram apoio, incentivo e muito amor em todas as horas, amo muito vocês. Ao meu irmão Renato Cavalcante da Silva, pelo companheirismo, sempre me ajudou e me apoiou em todos os momentos.

Obrigado a minha namorada Maria Rita Alves Lopes, que me estimulou durante toda minha trajetória acadêmica e pessoal, me dando forças para continuar, sempre companheira, cuidadosa e atenciosa. Seu amor foi fundamental para essa conquista. Meus agradecimentos a toda família Lopes, em especial a Gilzete Araújo Alves, que se tornou minha segunda mãe, sempre atenciosa e amorosa.

Ao meu Tio, Hélio Andrade, que contribuiu para que o sonho da universidade se tornasse realidade, pode ter certeza que tenho um grande carinho e orgulho do senhor.

A toda minha família e amigos, em especial ao meu tio Eliseu Andrade e primos, Lucas Tavares e Victor Mateus que contribuíram de alguma forma para que esse sonho se materializasse.

Agradeço ao professor Franciscleudo Bezerra da Costa, responsável pela orientação desse trabalho, um grande amigo e conselheiro.

Ao professor Osvaldo Soares, grande mestre e um exemplo de vida.

A toda a equipe e amigos do (LAA), pelos momentos felizes e tristes compartilhados, em especial ao meu amigo Anderson Formiga, que me ajudou, orientou e passou boa parte dos seus conhecimentos, sem dúvida um grande amigo. Agradecer também aos amigos que sempre estiveram comigo nessa trajetória acadêmica e pessoal, Alexandre Felinto, Tauã Elias, Yasmin Brasil, Katianne Cristinne, Sabrina Vieira, Jackeline Andrade, Kátia Gomes, Marcio Santos, Danilo Videres e demais pessoas que de forma direta ou indireta contribuíram na realização deste trabalho.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características físicas de frutos de mandacaru em diferentes estádios de maturação.....	06
Tabela 2. Mudanças na coloração da casca de frutos de mandacaru em diferentes estádios de maturação, expressas nos parâmetros L*, °H e C*.....	07
Tabela 3. Massa fresca (casca e polpa) e firmeza (casca e polpa) dos frutos de mandacaru em diferentes estádios de maturação.....	08
Tabela 4. Sólidos Solúveis , Acidez Titulável e Potencial Hidrogeniônico de frutos de mandacaru em diferentes estádios de maturação.....	09
Tabela 5. Compostos bioativos de frutos de mandacaru em diferentes estádios de maturação.....	12

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO	2
MATERIAL E MÉTODOS	3
RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
CONCLUSÕES	13
REFERÊNCIAS	14
Anexo A. Normas da Revista Agropecuária Tropical (ISSN 1983-4063) versão eletrônica com as regras para publicação do manuscrito	18

SILVA, R. C. **Caracterização de frutos de mandacaru em diferentes estádios de maturação.** 2018. 20 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2018.

Resumo

Entre as cactáceas nativas da Caatinga, o mandacaru, ainda é pouco explorado, essas plantas destacam-se por produzir frutos que podem ser usados na alimentação humana. Desse modo, objetivou-se caracterizar os frutos de mandacaru colhidos em diferentes estádios de maturação, visando à valorização e aproveitamento destes. Os frutos foram colhidos na Zona Rural do município de Pombal-PB e transportados para o Laboratório de Análise de Alimentos (LAA) do CCTA/UFCG, sendo eles selecionados, higienizados e classificados quanto ao tamanho e estágio de maturação. Os frutos foram avaliados quanto as suas características físicas e qualitativas. Os frutos de mandacaru nos estádios de transição e maduro demonstraram ter grande potencial para a indústria, e tanto a casca quanto a polpa podem ser aproveitados, em função de esses frutos possuírem concentrações significativas de sólidos solúveis, compostos fenólicos e carotenoides.

Palavras chave: *Cereus jamacaru*. Pós-colheita. Qualidade.

SILVA, R. C. **Characterization of mandacaru fruits at different maturation stages**. 2018. 20 f. Monography (Undergraduate in Food Engineering) - Federal University of Campina Grande, Pombal, 2018.

Abstract

Among the native cactáceas of the Caatinga, mandacaru, is still little explored, these plants stand out for producing fruits that can be used in human food. In this way, the objective was to characterize the mandacaru fruits harvested at different maturation stages, aiming at their valorization and utilization. The fruits were harvested in the Rural Area of the city of Pombal-PB and transported to the Food Analysis Laboratory (LAA) of the CCTA / UFCG, being selected, sanitized and classified as to size and maturation stage. The fruits were evaluated for their physical and qualitative characteristics. The mandacaru fruits in transition and mature stages have been shown to have great potential for the industry, and both the bark and the pulp can be used, because these fruits have significant concentrations of soluble solids, phenolic compounds and carotenoids.

Keywords: *Cereus jamacaru*. Postharvest. Quality

O trabalho de conclusão de curso intitulado Caracterização de frutos de mandacaru em diferentes estádios de maturação segue as normas da Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT - ISSN 1983-4063, versão eletrônica) que se encontra anexo ao manuscrito.

CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MANDACARU EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

1 RESUMO – Entre as cactáceas nativas da Caatinga, o mandacaru, ainda é pouco explorado,
2 essas plantas destacam-se por produzir frutos que podem ser usados na alimentação humana.
3 Desse modo, objetivou-se caracterizar os frutos de mandacaru colhidos em diferentes estádios
4 de maturação, visando à valorização e aproveitamento destes. Os frutos foram colhidos na
5 Zona Rural do município de Pombal-PB e transportados para o Laboratório de Análise de
6 Alimentos (LAA) do CCTA/UFCG, sendo eles selecionados, higienizados e classificados
7 quanto ao tamanho e estágio de maturação. Os frutos foram avaliados quanto as suas
8 características físicas e qualitativas. Os frutos de mandacaru nos estádios de transição e
9 maduro demonstraram ter grande potencial para a indústria, e tanto a casca quanto a polpa
10 podem ser aproveitados, em função de esses frutos possuírem concentrações significativas de
11 sólidos solúveis, compostos fenólicos e carotenoides.

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22 **Palavras-chave:** *Cereus jamacaru*. Pós-colheita. Qualidade.

23 INTRODUÇÃO

24

25 Nos últimos anos o mercado tem mostrado interesse em frutas e hortaliças ricas em
26 compostos que tragam benefícios a saúde. O consumo de vegetais ricos em antioxidantes é
27 importante na redução dos radicais livres, que podem ocasionar doenças como o câncer
28 (Wang et al. 2011). É necessário, então, buscar fontes vegetais que possuam fito nutrientes
29 com argumentação funcional, caracterizando-os e dando estímulo a saúde (García-cruz et al.
30 2016). Os frutos não convencionais, como os frutos de cactáceas, são fonte desses compostos,
31 esses frutos são comuns no semiárido brasileiro e enriquecem e complementam a alimentação
32 da população local (Lucena et al. 2015).

33 Dentre as cactáceas nativas do Nordeste, o mandacaru (*Cereus jamacaru* DC) tem
34 destaque como fonte de água e alternativa alimentar para os animais nas épocas secas, tendo
35 em vista ser uma das principais sustentações para fins forrageiros na alimentação de
36 ruminantes (Melo et al. 2017).

37 Os frutos são baciformes, na sua fase madura, grandes e vermelhos, de polpa
38 adocicada, e muito saboreada por animais e pelo homem (Sales et al. 2015). Nunes et al.
39 (2013) destacaram que os frutos do mandacaru apresentam grande potencial industrial, por
40 apresentarem grandes teores de sólidos solúveis e açúcares totais, elementos significativos em
41 processos tecnológicos.

42 Durante o desenvolvimento dos frutos, ocorrem mudanças nas suas características de
43 qualidade, como o aumento nos teores de sólidos solúveis e mudanças nas concentrações de
44 pigmentos. Para o melhor aproveitamento dos frutos de mandacaru é necessário se conhecer o
45 melhor ponto de colheita, visando o aproveitamento dos frutos de acordo com as principais
46 características dos frutos em cada estágio de maturação. Neste cenário, estudos sobre a
47 caracterização de maturação dos frutos de mandacaru se fazem indispensáveis, tendo em vista

48 que há poucas informações sobre o desenvolvimento e o ponto de colheita adequado para uso
49 e/ou consumo *in natura* de seus frutos. Desse modo, objetivou-se caracterizar os frutos de
50 mandacaru colhidos em diferentes estádios de maturação, visando à valorização e o
51 aproveitamento destes com potencial à alimentação humana.

52

53 **MATERIAL E MÉTODOS**

54

55 Os frutos de mandacaru foram provenientes de áreas da Zona Rural do município de
56 Pombal-PB 6°48'34.7"S 37°49'22.9"W. A colheita foi realizada manualmente entre 6:00 e
57 9:00 horas, no período da manhã, removendo o fruto da planta mantendo ao máximo de sua
58 integridade. Os frutos de mandacaru foram manuseados cuidadosamente em bandejas
59 plásticas de 50 L, previamente higienizadas, sendo selecionados quanto ao estágio de
60 maturação, aparência e tamanho, para melhor uniformização das amostras. Sendo
61 transportados para o Laboratório Análise de Alimentos, pertencente ao campus de Pombal, da
62 Universidade Federal de Campina Grande, PB, Brasil.

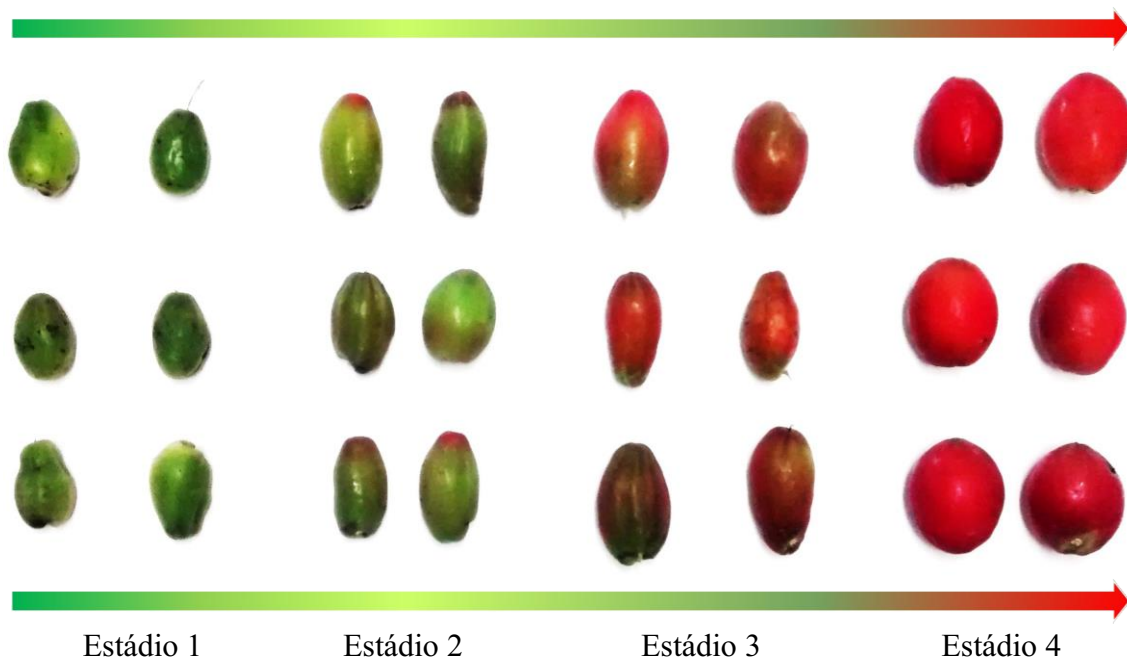
63 O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com 4 estádios
64 de maturação (estádio 1 – fruto casca totalmente verde; estágio 2 – fruto com extremidade
65 roxa; estágio 3 – fruto em transição de verde para vermelho; e, estágio 4 – fruto maduro com
66 casca totalmente vermelha), e seis repetições (Figura 1).

67 Em laboratório, os frutos tiveram a polpa separada da casca e, a obtenção dos extratos
68 foi realizado com auxílio de um multiprocessador de alimentos (RI7632 650W – Arno).
69 posteriormente polpa e a casca dos frutos foram acondicionadas em potes plásticos de
70 polipropileno de 250 ml com tampa, para os imediatos procedimentos analíticos.

71

72

73



74

75

Estádio 1

Estádio 2

Estádio 3

Estádio 4

76 **Figura 1.** Mandacaru (*Cereus jamacaru* DC) em diferentes estádios de maturação 1, 2, 3 e 4,
77 colhidos na zona rural de Pombal-PB.

78 A cor da epiderme dos frutos foi medida por meio de leitura direta em lados opostos na
79 região equatorial dos frutos. As leituras foram realizadas com colorímetro Minolta CR – 300,
80 com fonte de luz D 65, com 8 mm de abertura. Foram avaliadas a luminosidade (L^* ; 0 =
81 preto, 100 = branco), a cromaticidade (C^*) e o ângulo Hue (h°).

82 Os diâmetros (longitudinal e transversal) e espessura da casca foram determinados em
83 cada fruto com auxílio de um paquímetro digital (profissional em aço de 150 mm), com os
84 resultados expressos em milímetro (mm). A massa fresca (casca e polpa) foi determinada com
85 auxílio de uma balança semianalítica (SSR 600 – Bel), e os resultados foram expressos em
86 gramas (g). Para determinação da firmeza (casca e polpa), o fruto foi dividido no sentido
87 transversal, sendo realizada uma leitura na região central de cada metade do fruto. Para a
88 determinação foi utilizado um penetrômetro digital (SoilControl), com ponteira de 6 mm de
89 diâmetro, sendo os valores expressos em Newton (N).

90 Os sólidos solúveis foram determinados por meio de um refratômetro digital portátil
91 (modelo ITREFD65). Os extratos celulares da casca e da polpa foram filtrados em algodão

92 sobre o prisma de leitura, e o resultado expresso em porcentagem (%). O pH foi obtido com
93 auxílio de um potenciômetro digital de bancada (DM 22 – Digimed) e ácido ascórbico
94 seguiram as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). A acidez titulável foi expressa
95 como porcentagem de ácido cítrico, equivalente à quantidade de NaOH 0,1N gasto na
96 titulação (Instituto Adolfo Lutz 2008).

97 Os compostos fenólicos da casca foram quantificados seguindo o método de
98 Waterhouse (2016), com modificações. Foi pesado 1,0 g da casca, as amostras foram
99 maceradas e diluídas em 50 mL de água destilada, onde permaneceram em repouso por 30
100 minutos e posteriormente foram filtradas. Uma alíquota de 600 µL do filtrado foi transferido
101 para um tubo de ensaio, foi adicionado 1525 µL de água e 125 µL do reagente folin
102 ciocalteau. Os tubos foram agitados e, após 3 minutos, foi adicionado 250 µl de carbonato de
103 sódio 20%. Os tubos permaneceram em repouso por 30 minutos em banho-maria a
104 temperatura de 30 °C. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (SP 1105 –
105 Spectrum), na absorbância de 765 nm expressos em (mg100g⁻¹).

106 Os teores de clorofila e carotenoides foram determinados de acordo com o descrito por
107 Lichtenthaler (1987), com modificações. Cerca de 1,0 g de cada amostra foi macerada em
108 almofariz com 0,2 g de carbonato de cálcio (CaCO₃) e 5 mL de acetona (80 %) gelada em
109 ambiente escuro. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 10 °C a 3.000 rpm, por 10
110 minutos e os sobrenadantes foram lidos em espectrofotômetro (SP 1105 – Spectrum), nos
111 comprimentos de onda de 470 nm para carotenoides e de 646 e 663 nm para clorofila
112 expressos em (µg 100g⁻¹).

113 Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias
114 comparadas pelo teste de Tukey, considerando-se a significância de 5% de probabilidade,
115 utilizando-se o software Agroestat, versão 1.0 (Barbosa & Maldonado Júnior 2015).

116

117 RESULTADOS E DISCUSSÃO

118

119 Os frutos cresceram aproximadamente 30% no diâmetro longitudinal (DL) durante o seu
120 desenvolvimento. Foi no intervalo entre os estádios verde (E1) e extremidade roxa (E2) que
121 observou-se o maior desenvolvimento dos frutos (Tabela 1). Em relação ao diâmetro
122 transversal (DT) observou-se mudanças significativas entre os estádios de maturação
123 estudados, com um aumento aproximado de 55% no DT do estádio verde para o maduro
124 (Tabela 1). Os valores médios observados para a espessura da casca variaram de 8,1 até 5,4
125 mm, com redução de cerca de 30%. Os resultados mostraram redução mais acentuada na
126 espessura entre os estádios E2 e transição (E3) (Tabela 1).

127

128 **Tabela 1.** Características físicas de frutos de mandacaru em diferentes estádios de maturação.

Parâmetros	Estádio de Maturação				
	Verde	Ext. Roxa	Transição	Maduro	CV ^a (%)
Diâmetro Longitudinal ^b	72,16 b	89,16 a	93,30 a	95,38 a	7,28
Diâmetro Transversal ^c	44,41 c	49,74 b	52,65 bc	69,45 a	8,91
Espessura da Casca ^d	8,07 a	7,18 ab	5,94 bc	5,41 c	14,84

129 ^a CV = coeficiente de variação; ^{b, c, d}(mm). Médias seguidas por letras distintas, na linha,
130 diferem entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

131 Bahia et al. (2010) ao caracterizar frutos da mesma espécie, no estado de Pernambuco,
132 reportaram diâmetro longitudinal de 72,6 mm e diâmetro transversal de 47,7 mm. Os frutos
133 avaliados neste trabalho eram maiores, isso que pode ser explicado pelo desenvolvimento
134 desuniforme dos frutos associado aos bioclimas de ocorrência e de formação dos frutos,
135 notoriamente variáveis nas cactáceas (Galindo et al. 2015).

136 A luminosidade (L) observada na casca dos frutos de mandacaru não variou nos três
137 primeiros estádios de maturação. Os frutos dos estádios de maturação verde, extremidade roxa

138 e transição tinham os maiores valores de (L), sendo conseqüentemente os frutos com maior
 139 brilho. Houve diferença significativa entre os quatro estádios de maturação avaliados, o
 140 ângulo de Hue ($^{\circ}$ H) variou de 122,3 a 5,5 $^{\circ}$, saindo da cor verde e tendendo ao vermelho
 141 (Tabela 2). A cromaticidade (C*) apresentou aumento com a maturação, onde os estádios de
 142 maturação verde e extremidade roxa não diferiram, mas o estágio maduro foi o que obteve
 143 maior valor, atingindo 28,4 e deferindo dos outros estádios de maturação (Tabela 2).

144

145 **Tabela 2.** Mudanças na coloração da casca de frutos de mandacaru em diferentes estádios de
 146 maturação, expressas nos parâmetros L*, $^{\circ}$ H e C*.

Parâmetros	Estádio de Maturação				
	Verde	Ext. Roxa	Transição	Maduro	CV ^a (%)
Luminosidade	38,30 ab	40,30 a	38,30 ab	37,00 b	3,40
Ângulo de Hue	122,30 a	102,10 b	51,40 c	5,50 d	1,50
Croma	18,60 b	18,00 b	14,50 c	28,40 a	4,81

147 ^a CV = coeficiente de variação; Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si,
 148 pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

149 Foram observadas diferenças significativas na massa fresca da casca dos frutos, com
 150 quantidade de massa fresca menor para o estágio verde com 55,0 g e maiores massas no
 151 estágio de maturação maduro com 107,8 g, comprovando o crescimento do fruto a cada
 152 estágio analisado (Tabela 3). Nesse contexto, foram observadas as massas das polpas dos
 153 frutos, que também obtiveram diferenças significativas em todos os estádios de maturação
 154 estudados, com massa de 12,8 g no estágio de maturação verde com quase nenhuma polpa até
 155 a maior quantidade de polpa acumulada nos frutos do estágio de maturação maduro, com
 156 121,9 g de polpa. Silva & Alves (2009), estudando as características físicas dos frutos de
 157 mandacaru reportaram valores superiores para massa de 241 g no fruto inteiro, sendo esta

158 variação, certamente devido aos frutos avaliados estarem sob outras condições
 159 edafoclimáticas.

160 **Tabela 3.** Massa fresca (casca e polpa) e firmeza (casca e polpa) dos frutos de mandacaru em
 161 diferentes estádios de maturação.

Parâmetros	Estádio de Maturação				
	Verde	Ext. Roxa	Transição	Maduro	CV ^a (%)
Casca					
Massa ^b	55,00 d	68,60 c	85,90 b	107,80 a	5,33
Firmeza ^c	53,13 a	51,36 a	36,06 b	30,06 c	8,08
Polpa					
Massa	12,80 d	44,80 c	68,30 b	121,90 a	15,09
Firmeza	5,43 b	8,64 a	4,83 b	3,71 c	11,12

162 ^a CV = coeficiente de variação; ^b (g), ^c (N) . Médias seguidas por letras distintas, na linha,
 163 diferem entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

164 Os estádios de maturação verde e extremidade roxa não apresentaram diferenças
 165 estatísticas, conseqüentemente foram observadas diferenças desses estágios em relação aos
 166 demais nas análises de firmeza da casca dos frutos, com cascas mais firmes nos estádios de
 167 maturação verde e extremidade roxa e com cascas menos firmes nos estádios de transição e
 168 maduro, variando de 53,13 N para 30,06 N entre os estádios estudados. Já na firmeza da polpa
 169 dos frutos de mandacaru, tivemos diferenças significativas nos valores observados nos
 170 estádios de maturação extremidade roxa e maduro, valores esses de 8,64 N e 3,71 N,
 171 respectivamente. Sob o ponto de vista de manuseio pós-colheita, a firmeza da polpa é
 172 essencial, já que frutos com maior firmeza são mais resistentes a injúrias mecânicas durante o
 173 transporte e comercialização (Araújo 2006).

174 Os teores de sólidos solúveis (SS) da casca dos frutos reduziram durante a maturação,
 175 (Tabela 4). Na polpa foi observado um comportamento diferente, os valores de SS cresceram
 176 durante o desenvolvimento dos frutos e atingiu o maior valor nos frutos maduros. Os teores de

177 SS variaram de 5,0 a 9,7% nos frutos e houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os
178 estádios de maturação transição (3) e maduro (4) e os estádios verde (1) e (2) (Tabela 4).

179 Os valores mais elevados de SS foram observados na polpa dos frutos do estádio
180 maduro (E4) e na casca no estádio verde (E1). Isso pode ter ocorrido devido à solubilização
181 da casca e a migração desses compostos para a polpa.

182

183 **Tabela 4.** Sólidos solúveis, acidez titulável e potencial hidrogeniônico de frutos de
184 mandacaru em diferentes estádios de maturação.

Parâmetros	Estádio de Maturação				
	Verde	Ext. Roxa	Transição	Maduro	CV ^a (%)
Casca					
Sólidos Solúveis ^b	8,78 a	5,65 b	3,28 c	3,40 c	9,00
Acidez Titulável ^c	1,25 a	0,92 b	0,61 c	0,51 d	6,69
pH	4,64 a	4,50 a	4,48 a	4,61 a	2,28
Polpa					
Sólidos Solúveis	5,04 c	7,20 b	8,95 a	9,72 a	6,17
Acidez Titulável	0,36 b	0,53 a	0,37 b	0,33 b	9,63
pH	5,09 a	4,47 b	4,42 b	4,61 b	3,57

185 ^a CV = coeficiente de variação; ^{b, c} (%). Médias seguidas por letras distintas, na linha,
186 diferem entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

187 Os resultados de SS da polpa dos frutos de mandacaru são mais elevados do que os
188 encontrados nos frutos de algumas cultivares de goiabeiras estudadas, indicando que estes
189 frutos podem ter aproveitado na fabricação de doces e geleias (Silva & Alves 2009). Bahia et
190 al. (2010) ao caracterizarem frutos de mandacaru, observaram teores de SS superiores ao
191 deste trabalho, com cerca de 14%, essa diferença apresentada entre os trabalhos
192 possivelmente pode ser justificada pelo fato dos frutos serem provenientes da região do

193 Pernambuco, onde essa região deve apresentar solo mais úmido de condições climáticas
194 distintas, com maiores quantidades de chuvas e menor temperatura ambiente.

195 A acidez titulável fornece informações sobre os ácidos orgânicos presentes nos frutos,
196 que são indicativos do estágio de maturação, os quais tendem a aumentar no decorrer do
197 desenvolvimento fisiológico e diminuir durante a maturação (Jeronimo 2016). A acidez é um
198 atributo de extrema importância para aceitação final do consumidor. (Araújo 2006), afirma
199 que a aceitação sobre determinado fruto depende muito do balanço existente entre ácidos e
200 açúcares presente no mesmo, dessa forma a acidez se torna um dos principais componentes do
201 flavor, sendo que a preferência incide sobre altos teores desse constituinte.

202 Na casca dos frutos de mandacaru observou-se que os valores de acidez titulável (AT)
203 variaram ($P>0,05$) durante a maturação dos frutos. Houve a redução da AT com o avanço da
204 maturação dos frutos, os valores variaram de 1,2 a 0,5% de ácido cítrico (Tabela 4). Na polpa
205 titulável AT foi mais elevada nos frutos do estágio extremidade roxa (E2), que diferiu
206 ($P>0,05$) em relação aos outros estádios. De acordo com Faasema et al. (2014), a degradação
207 de ácidos orgânicos é um caso comum durante a maturação dos frutos, em consequência da
208 sua utilização no processo respiratório. Almeida et al. (2009) trabalhando com frutos de
209 mandacaru de duas regiões da Paraíba obtiveram conteúdo de acidez total titulável de 0,22 e
210 0,26 % e Nascimento et al. (2011) também trabalhando com fruto de mandacaru obtiveram
211 0,32 % de ácido cítrico.

212 O pH encontrado na polpa dos frutos era mais ácido do que o observado na polpa. Não
213 foi observado diferença significativa ($P<0,05$) nos valores de pH da casca nos estádios de
214 maturação estudados, contudo, os frutos do estágio verde (E1) diferiram ($P>0,05$) dos demais
215 estádios de maturação (Tabela 4). De acordo com Monteiro et al. (2008) em relação ao pH, é
216 desejável valores inferiores a 4,5 para inibir a proliferação de microrganismos, pois valores
217 superiores ao pH de 4,5 requerem períodos mais longos de esterilização da matéria prima em

218 um processamento térmico, causando maior consumo de energia e maior custo de
219 processamento. Baseado na classificação de Baruffaldi & Oliveira (1998), a polpa e casca de
220 frutos de mandacaru são considerados como produtos pouco ácidos (pH acima de 4,5) e
221 ácidos (pH entre 3,7 e 4,5), respectivamente. Ainda, segundo esses pesquisadores, o valor do
222 pH interfere de maneira significativa no desenvolvimento de microrganismos, os produtos
223 pouco ácidos são susceptíveis ao crescimento de cepas de *Clostridium botulinum* que podem
224 produzir toxinas, requerendo um tratamento térmico de 115,5°C, ou maior, para obter um
225 controle dos microrganismos.

226 Os frutos de mandacaru tinham pequenas concentrações de ácido ascórbico (AA). Com
227 exceção do estágio verde (E1) a polpa dos frutos tinha valores de AA mais elevados do que o
228 encontrado na casca dos frutos. Os maiores valores de AA foram encontrados nos estágio
229 verde (E1) na casca e transição (E3) na polpa (Tabela 5). De acordo com Kohatsu et al.
230 (2009), o conteúdo de ácido ascórbico aumenta no fruto durante os estágios iniciais de
231 desenvolvimento até a maturação total e, quando excessivamente maduro, o conteúdo diminui
232 significativamente, como foi observado na polpa dos frutos de mandacaru.

233 As clorofilas em todos os estágios teve redução durante a maturação, onde tiveram
234 diferenças significativas como apresenta os resultados na Tabela 5. Essa redução ao longo da
235 maturação, tanto na casca como na polpa do fruto é comum e pode ser explicada por meio da
236 ação de enzimas (clorofilase, lipoxigenase e peroxidase) que atuam durante a maturação ou
237 senescência de frutos e vegetais (Chitarra & Chitarra, 2005).

238

239

240

241

242

243

244 **Tabela 5.** Compostos bioativos de frutos de mandacaru em diferentes estádios de maturação.

Parâmetros	Estádio de Maturação				CV ^a (%)
	Verde	Ext. Roxa	Transição	Maduro	
Casca					
Áci. Ascóbio ^b	10,36 a	8,13 b	5,33 c	3,66 d	11,70
Clorofila ^c	3105,08 a	1143,63 b	308,64 c	298,15 c	10,04
Carotenoides ^d	371,19 b	280,12 c	467,49a	454,68 a	7,07
C. Fenólicos ^e	5618,78 a	3207,61 b	1697,07 d	2822,38 c	6,13
Polpa					
Áci. Ascóbio	9,13 b	9,46 b	11,99 a	4,88 c	4,97
Clorofila	140,68 a	40,46 b	19,55 c	17,38 c	23,25
Carotenoides	50,11 a	24,05 b	50,49 a	49,88 a	8,50
C. Fenólicos	-	-	-	-	-

245 ^a CV = coeficiente de variação; ^{b, c} (mg100g⁻¹); ^{c, d} (µg 100g⁻¹); Médias seguidas por letras

246 distintas, na linha, diferem entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

247 A influência desse pigmento na alimentação humana já foi exposta em alguns estudos,
 248 que mostraram a clorofila como um dos principais agentes na manutenção da saúde humana,
 249 através do seu poder como antioxidante, entretanto, esse mecanismo de atuação ainda não foi
 250 esclarecido, mas supõe-se que a molécula da clorofila ou de seus derivados atue como um
 251 sequestrador de radicais livres, ou de radicais peroxila, inibindo o processo de autoxidação de
 252 óleos comestíveis (Lanfer-Marquez 2003). Estudos mais detalhados sobre os efeito do
 253 consumo isolado de clorofila se fazem necessários.

254 Os carotenoides são importantes pigmentos amplamente encontrados em todo reino
 255 vegetal, alguns exercem papel de provitamina A e atuam como antioxidantes (Giménez et al.
 256 2013). Os teores de carotenoides para a casca e polpa dos frutos de mandacaru em diferentes
 257 estágios de maturação encontrados (Tabela 5) foram superiores ao observado por Lima
 258 (2016), que em estudos com a polpa do fruto do mandacaru, obteve valores médios para

259 carotenoides totais de 0,06 mg/100g, superior também a valores encontrados em polpa da *T.*
260 *inamoena*, onde, Nascimento et al. (2011) obtiveram 2,55 mg/100g.

261 Os compostos fenólicos são metabólitos secundários das plantas, sendo citados como
262 conservantes de alimentos, exercendo proteção contra os raios UV, insetos, fungos, bactérias
263 e contra a ação de enzimas que causam escurecimento, através da atividade antioxidante
264 (Ignat, Volf & Popa 2011). Isso explica uma quantidade significativa de compostos fenólicos
265 presentes na casca dos frutos de mandacaru. Segundo Cayupã et al. (2011) os frutos sofrem
266 modificações visíveis na cor da casca associadas a composição dos pigmentos clorofilas e
267 compostos fenólicos durante o processo de maturação.

268 Foram encontradas quantidades relevantes de compostos fenólicos na casca dos frutos
269 de mandacaru para todos os estádios de maturação, quando comparado à quantidade presente
270 em frutos de outras cactáceas (Tabela 5). Observou-se que os teores de compostos fenólicos
271 tenderam a diminuir com os estádios de maturação, no qual o estágio de transição apresentou
272 o maior grau de degradação, diferindo estatisticamente dos demais.

273

274 **CONCLUSÕES**

275

276 Os frutos de mandacaru em diferentes estádios de maturação apresentou grande
277 potencial, tanto da casca quanto da polpa visando à valorização da qualidade e viabilização de
278 aproveitamento, bem como explorar a competência destes frutos na alimentação humana. A
279 caracterização desses frutos apresentou significativo teor de sólidos solúveis, compostos
280 fenólicos e carotenoides, demonstrando, com isso, uma alta aplicabilidade desses frutos na
281 indústria alimentícia.

282

283

284 **REFERÊNCIAS**

285

286 ALMEIDA, M. M. et al. Caracterização física e físico-química de frutos do mandacaru.

287 Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 15-20, 2009.

288 ARAÚJO, J. M. M. Eficiência do hidrosfriamento na qualidade pós-colheita do melão

289 cantaloupe. 2006. 58f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do

290 Semi-árido. Coordenação de Pós-Graduação, Mossoro. 2006.

291 BAHIA, E. V. A.; MORAIS, L. R. V.; SILVA, M. P.; LIMA, O. B. V.; SANTOS, S. F.

292 Estudo das características físico-químicas do fruto do mandacaru (*Cereus jamacaru* P.DC.)

293 cultivado no sertão pernambucano. 2010.

294 BARBOSA, J.C., MALDONADO JÚNIOR, W., 2015. Experimentação Agrônômica &

295 AgroEstat: Sistema para análise estatística de ensaios agrônômicos. Gráfica Multipress

296 LTDA, Jaboticabal.

297 BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Fatores que condicionam a estabilidade de alimentos.

298 In: BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Fundamentos de tecnologia de alimentos. São

299 Paulo: Atheneu, 1998. v. 3. p. 13-25.

300 CAYUPÃN, Y. S. C.; OCHOA, M. J.; NAZARENO, M. A. Health-promoting substances and

301 antioxidante properties of *Opuntia sp.* Fruits. Changes in bioactive-compound contents during

302 ripening process. Food chemistry, London, v. 126, n. 2, p. 514-519, 2011.

303 CHITARRA. I. M. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e

304 manuseio. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 235p

305 FAASEMA, J.; ALAKALI, J. S. ABU, J. O. Effects of storage temperature on 1-

306 methylcyclopropene-treated mango (*Mangifera indica*) fruit varieties. Journal of Food

307 Processing and Preservation, College Park, v.38, n. 1, p.289-295, 2014.

308 GALINDO, A. et al. Sensory and physico-chemical quality attributes of jujube fruits as
309 affected by crop load. *LWT-Food Science and Technology*, v. 63, n. 2, pp.899-905, 2015.

310 GARCÍA-CRUZ, L. et al. Postharvest quality, soluble phenols, betalains content, and
311 antioxidant activity of *Stenocereus pruinosus* and *Stenocereus stellatus* fruit. *Postharvest*
312 *Biology and Technology*, v. 31, n. 11. P. 69-76, 2016.

313 GIMÉNEZ, P. J.; ANGOSTO, J. M.; FERNANDEZ-LÓPEZ, J. A. Bioactividad de colorantes
314 rojos naturales. Em: VI Jornadas de introducción a la investigación de la UPCT, n. 6, p. 91 -
315 93, 2013.

316 IGNAT, J.; VOLF, I.; POPA, V. I. A critical review of methods for characterization of
317 polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry, Romania*, v. 126, n. 4, p.
318 1821-1835, 2011.

319 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos
320 Químicos e Físicos para Análises de Alimentos, São Paulo, v. 1, n. 1, pag. 1020, 2008.

321 JERONIMO, M. C. Caracterização química, físico-química, atividade antioxidante e
322 avaliação dos efeitos citotóxicos da pitaiia-vermelha [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton &
323 Rose] cultivada no Brasil. 2016. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) –
324 Universidade de Brasília, Brasília. 2016.

325 KOHATSU, D. S.; EVANGELISTA, R. M.; LEONEL, S. Características de qualidade da
326 casca, polpa e miolo de goiaba em diferentes estádios de maturação. *Cascavel, Santa Maria*, v.
327 2, n. 4, p. 86-91, 2009.

328 LANFER-MARQUEZ, U. M. O papel da clorofila na alimentação humana: uma revisão.
329 *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 227-242, 2003.

330 LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic
331 biomembranes. In: PACKER, L.; DOUCE, R., ed. *Methods in enzymology*. London:
332 Academic Press, v. 148. p. 350-382, 1987.

333 LIMA, R. K. B. Caracterização e potencial antioxidante do fruto da palma (Tacinga
334 inamoena) e do mandacaru (*Cereus jamacaru*). 2016. 61 f. Dissertação (Mestrado em
335 Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

336 LUCENA, C. M. et al. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do
337 Brasil. Gaia scientia. Edição especial cactaceae, v. 9, n. 2 77-90, 2015.

338 MELO, R. S. et al. Maturação e qualidade de frutos de mandacaru (*Cereus jamacaru* P.DC.)
339 de diferentes bioclimas do estado da Paraíba. Revista Agropecuária Técnica, Areia-PB, v. 38,
340 n. 3, p. 160-168, 2017.

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

343 NASCIMENTO, V. T. et al. Chemical characterization of native wild plants of dry seasonal
344 forests of the semi-arid region of northeastern Brazil. Food Research International,
345 Campinas, v. 44, n. 7, p. 2112-2119, 2011.

346 NUNES, J. T. et al. Caracterização química e colorimétrica da polpa do mandacaru.
347 Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior – ABEAS, v. 28, n. 2, p. 102-106,
348 2013.

349 SALES, M. D. S. L. et al. *Cereus jamacaru* de candolle (Cactaceae), o mandacaru do
350 Nordeste Brasileiro. Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde, v. 20, n. 2, p. 135-42,
351 2015.

352 SILVA, L. R.; ALVES, R. E. Avaliação da composição físico-química de frutos de
353 mandacaru (*Cereus jamacaru* P.). Acta Agronômica, v. 58, n. 4, p. 245-250, 2009.

354 WANG, S. et al. How natural dietary antioxidants in fruit, vegetables and legumes promote
355 vascular health. Food Research International, v. 44, 14–22, 2011.

- 356 WATERHOUSE, A. Folin-Ciocalteu micro method for total phenol in wine. Disponível em:
- 357 <http://waterhouse.ucdavis.edu/phenol/folinmicro.htm>. Acesso em: junho 2016.

Pesquisa Agropecuária Tropical (PAT)

É o periódico científico trimestral editado pela Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, em versão eletrônica (*e-ISSN* 1983-4063). Destina-se à publicação de Artigos Científicos cuja temática tenha aplicação direta na agricultura tropical. Logo, a vinculação indireta do objeto de estudo com essa temática não é razão suficiente para que uma submissão seja aprovada para seguir no processo editorial deste periódico. Notas Técnicas, Comunicações Científicas e Artigos de Revisão somente são publicados a convite do Conselho Editorial.

A submissão de trabalhos é gratuita e deve ser feita exclusivamente via sistema eletrônico, acessível por meio do endereço www.agro.ufg.br/pat ou www.revistas.ufg.br/index.php/pat.

Os autores devem manifestar, por meio de documento (ver sugestão de modelo) assinado por todos, escaneado e inserido no sistema como documento suplementar, anuência acerca da submissão e do conhecimento da política editorial e diretrizes para publicação na revista PAT (caso os autores morem em cidades diferentes, mais de um documento suplementar pode ser inserido no sistema, pelo autor correspondente). A revista PAT recomenda a submissão de artigos com, no máximo, 5 (cinco) autores. A partir deste número, uma descrição detalhada da contribuição de cada autor deve ser encaminhada ao Conselho Editorial (lembre-se de que, às vezes, a seção “Agradecimentos” é mais apropriada que a autoria).

Durante a submissão *on-line*, o autor correspondente deve atestar, ainda, em nome de todos os autores, a originalidade e ineditismo do trabalho (trabalhos já disponibilizados em anais de congresso não são considerados inéditos, por tratarem-se de uma forma de publicação e ampla divulgação dos resultados), a sua não submissão a outro periódico, a conformidade com as características de formatação requeridas para os arquivos de dados, bem como a concordância com os termos da Declaração de Direito Autoral, que se aplicará em caso de publicação do trabalho. Por fim, deve-se incluir os chamados metadados (informações sobre os autores e sobre o trabalho, tais como título, resumo, palavras-chave – em Português e Inglês) e transferir os arquivos com o manuscrito e documento suplementar (anuência dos autores). Se o trabalho envolveu diretamente animais ou seres humanos como sujeitos da pesquisa, deve-se comprovar a sua aprovação prévia por um comitê de ética em pesquisa.

Os trabalhos podem ser escritos em Português ou Inglês, entretanto, serão publicados apenas em Inglês. Logo, em caso de submissão em Português e aprovação para publicação, a versão final do manuscrito deverá ser traduzida por especialista em Língua Inglesa (preferencialmente falante nativo), sendo que a tradução ficará a cargo dos autores, sem qualquer ônus para a revista.

Os manuscritos devem ser apresentados em até 18 páginas, com linhas numeradas. O texto deve ser editado em *Word for Windows* (tamanho máximo de 2MB, versão.doc) e digitado em página tamanho A-4 (210 mm x 297 mm), com margens de 2,5 cm, em coluna única e espaçamento duplo entre as linhas (inclusive para tabelas, cabeçalhos e rodapés). A fonte tipográfica deve ser *Times New Roman*, corpo 12. O uso de destaques como negrito e sublinhado deve ser evitado. Todas as páginas devem ser numeradas.

Os manuscritos submetidos à revista PAT devem, ainda, obedecer às seguintes especificações:

1. Os Artigos Científicos devem ser estruturados na ordem: *título* (máximo de 20 palavras)

Resumo (máximo de 250 palavras; um bom resumo primeiro apresenta o problema para, depois, apresentar os objetivos do trabalho); palavras-chave (no mínimo, três palavras, e, no máximo, cinco, separadas por ponto-e-vírgula); Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusões; Agradecimentos (se necessário, em parágrafo único) e Referências. Chamadas relativas ao título do trabalho e os nomes dos autores, com suas afiliações e endereços (incluindo e-mail) em notas de rodapé, bem como agradecimentos, somente devem ser inseridos na versão final corrigida do manuscrito, após sua aceitação definitiva para publicação.

2. As citações devem ser feitas no sistema “autor-data”.

Apenas a inicial do sobrenome do autor deve ser maiúscula e a separação entre autor e ano é feita somente com um espaço em branco. Ex.: (Gravena 1984, Zucchi 1985). O símbolo “&” deve ser usado no caso de dois autores e, em casos de três ou mais, “et al.”. Ex.: (Gravena & Zucchi 1987, Zucchi et al. 1988). Caso o(s) autor(es) seja(m) mencionado(s) diretamente na frase do texto, utilizasse somente o ano entre parênteses. Citações de citação (citações secundárias) devem ser evitadas, assim como as seguintes fontes de informação: artigo em versão preliminar (no prelo ou *preprint*) ou de publicação seriada sem sistema de arbitragem; resumo de trabalho ou painel apresentado em evento científico; comunicação oral; informações pessoais; comunicação particular de documentos não publicados, de correios eletrônicos, ou de *sites* particulares na Internet.

3. As referências devem ser organizadas em ordem alfabética,

Pelos sobrenomes dos autores, de acordo com a norma NBR 6023:2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com a seguinte adequação: não é necessária a inclusão da cidade após os títulos de periódicos. Os destaques para títulos devem ser apresentados em itálico e os títulos de periódicos não devem ser abreviados.

4. As tabelas (também com corpo 12 e espaçamento duplo)

Figuras (dispostas no decorrer do texto) devem ser identificadas numericamente, com algarismos arábicos, e receber chamadas no texto. As tabelas devem ser editadas em preto e

branco, com traços simples e de espessura 0,5 ponto (padrão *Word for Windows*). As figuras devem ser apresentadas com resolução mínima de 300 dpi.