



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
MESTRADO EM FITOTECNIA

RYDLEY KLAPEYRON BEZERRA LIMA

**Caracterização e potencial antioxidante do fruto da palma (*Tacinga inamoena*) e do  
mandacaru (*Cereus jamacaru*)**

MOSSORÓ-RN

2016

RYDLEY KLAPEYRON BEZERRA LIMA

**Caracterização e potencial antioxidante do fruto da palma (*Tacinga inamoena*) e do mandacaru (*Cereus jamacaru*)**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Bioquímica, Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita.

Orientador: D. Sc. Patrícia Lígia Dantas de Moraes

Co-orientador: D. Sc. Elizangela Cabral dos Santos

MOSSORÓ-RN

2016

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA - CAMPUS MOSSORÓ  
Setor de Informação e Referência

L732c Lima, Rydley Klapeyron Bezerra.

Caracterização e potencial antioxidante do fruto da palma (Tacinga inamoena) e do mandacaru (Cereus jamacaru) / Rydley Klapeyron Bezerra Lima. - Mossoró, 2016.  
62f. il.

Orientador:D.Sc. Patrícia Lígia Dantas de Moraes  
Co-Orientador:D.Sc. Elizangela Cabral dos Santos

Dissertação (MESTRADO EM FITOTECNIA) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

1. Atividade antioxidante - planta. 2. Tacinga inamoena - palma. 3. Cereus jamacaru - mandacaru. 4. Planta nativa - região nordeste. 5. Planta - caatinga. I. Título

RN/UFERSA/BOT/027

CDD 580.613286

RYDLEY KLAPEYRON BEZERRA LIMA

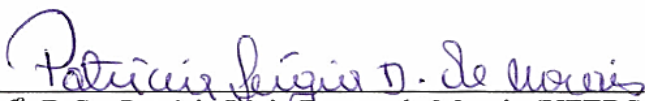
**Caracterização e potencial antioxidante do fruto da palma (*Tacinga inamoena*) e do mandacaru (*Cereus jamacaru*)**


Dissertação apresentada ao Mestrado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

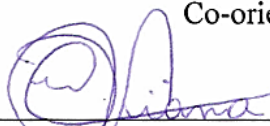
Linha de Pesquisa: Bioquímica, Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita.

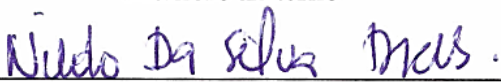
Defendida em: 24 / 02 / 2016.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof<sup>ª</sup>. D.Sc. Patrícia Lígia Dantas de Moraes (UFERSA)  
Orientadora

  
Prof<sup>ª</sup>. D.Sc. Elizângela Cabral dos Santos (UFERSA)  
Co-orientadora

  
Prof<sup>ª</sup>. D.Sc. Elaine Renata de Castro Viana Pereira (FACENE)  
Membro Externo

  
Prof. D.Sc. Nildo da Silva Dias (UFERSA)  
Membro Externo

Aos meus pais, Francisco Everardo Bezerra  
Silva e Maria Nilda Moura Lima, por todo  
apoio, amor e incentivo que sempre recebi.

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sua proteção, concedendo-me saúde, por estar sempre em meus caminhos e por dar-me forças nos momentos difíceis;

Aos meus pais, Maria Nilda Moura Lima e Francisco Everardo Bezerra Silva, por todo amor, carinho, apoio, atenção;

Aos meus irmãos Karen Rayara Bezerra Lima e Kervin Delan Bezerra Lima pelo apoio e incentivo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo e apoio financeiro ao projeto;

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, pelo conhecimento adquirido;

À minha Orientadora, D.Sc. Patrícia Lígia Dantas de Moraes, pela atenção, educação, orientação, amizade, paciência e apoio para a realização desse trabalho;

A professora D.Sc. Elizangela Cabral dos Santos, pela co-orientação e apoio durante a etapa da minha formação acadêmica;

Ao professor D.Sc. Nildo da Silva Dias, por permitir o acesso ao Laboratório para algumas análises;

A Professora D.Sc. Elaine Renata de Castro Viana Pereira, por ter aceitado participar da banca, pelas valiosas correções e contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho;

Ao meu grande amigo, José Darcio Abrantes Sarmiento, pela orientação, amizade, no auxílio dos experimentos, confiança, pela força dada nos momentos de desânimos e tristeza;

Ao meu amigo, Carlos Jardel Xavier Cordeiro, pela amizade, descontração,

Aos colegas do mestrado pelo apoio, amizade e descontração;

Agradeço a minha namorada e companheira Ana Maria, pelo amor, todo carinho, paciência, atenção, respeito, e por tornar minha vida a cada dia mais feliz.

A Técnica de Laboratório e amiga Naama Melo, pelo apoio e participação ativa em muitas etapas desta pesquisa.

Aos sempre amigos (as) de Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita, Terezinha Ramalho, Maria das Graça, Felipe Pontes, Paula Fernandes;

Aos amigos e companheiros de curso, Clara Góis, Pedro Duarte, Antônia Kennia, Andréia Mitsa, Diêgo Nogueira, Sidene, Ricardo Albuquerque, Luiza Vieira, Daniel Castro,

Rerison Mendes, Erik Kenes, Yuri Galilleu, Almair Júnior, Thomaz Rauan, Alfredo Nogueira, Ricardo Júnior e Ana Paula.

Enfim, a todos que participaram direta ou indiretamente dessa grande conquista.

Meu muito obrigado!!!

## RESUMO

Diversas são as espécies frutíferas nativas e exóticas de importância econômica com potencial para exploração na região semiárida. A *Tacinga inamoena* e o *Cereus jamacaru* são plantas nativas da região Nordeste, que se encontram distribuída em quase todo o semiárido, com grande potencialidade entre as cactáceas. Assim, este trabalho teve como objetivo caracterizar quanto aos aspectos físicos, químicos e potencial antioxidante da polpa e casca dos frutos da palma e do mandacaru. O experimento adotado foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições. Os frutos da *Tacinga inamoena* e *Cereus jamacaru* foram provenientes de populações de plantas que se encontram de forma espontânea e dispersa na Caatinga, localizados nos municípios de Angicos e Mossoró-RN. Os frutos foram colhidos diretamente na planta e conduzidos ao Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita de Frutos da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), em Mossoró-RN, ocasião em que se determinou: massa fresca, rendimento, diâmetro longitudinal e transversal, firmeza, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação SS/AT, pH, açúcares totais e redutores, vitamina C, flavonóides amarelos, carotenóides, antocianinas, polifenóis, betalaínas e atividade antioxidante. A polpa dos frutos da *Tacinga inamoena* tem elevados teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e acidez titulável; também são fontes de vitamina C. A polpa dos frutos do *Cereus jamacaru* tem elevados teores de cálcio e potássio, baixo teores de acidez e elevado conteúdo de açúcares e da relação sólidos solúveis/acidez. A casca dos frutos do *Cereus jamacaru* tem elevados teores de cálcio, magnésio e fósforo. A polpa dos frutos de *Tacinga inamoena* e a polpa e casca do fruto de *Cereus jamacaru* tem significativo teores de compostos fenólicos e betalaínas; entretanto, tem baixo conteúdo de antocianinas, carotenoides, flavonoides e atividade antioxidante pelo método ABTS. Com base nas variáveis de qualidade avaliada no presente estudo, os frutos da *Tacinga inamoena* e do *Cereus jamacaru* tem potencial para comercialização na forma *in natura* e para industrialização.

**Palavras-chave:** *Cactaceae*, caatinga, compostos bioativos, atividade antioxidante



## ABSTRACT

There are several native and exotic fruit species of economic importance with potential for exploration in semi-arid region. The *Tacinga inamoena* and *Cereus jamacaru* are native plants of the Northeast region, which are distributed throughout most of the semi-arid, with great potential among the *cacti*. The study aimed to characterize the physical, chemical and antioxidant potential of the pulp and peel of fruits of palm and native mandacaru. The experiment was completely randomized, with 4 repetitions. The fruits of *Tacinga inamoena* and *Cereus jamacaru* were obtained from populations of plants that are found spontaneous and dispersed in the Caatinga, located in the cities of Angicos and Mossoró-RN. The fruits were harvested directly from the plant and taken to the Laboratory of Physiology and Technology of Fruit Postharvest of the Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) in Mossoró-RN, at which time it we determined: fresh fruit mass, fruit yield, longitudinal and transverse diameter, firmness, titratable acidity, relation SS/AT, pH, soluble solids, total and reducing sugars, vitamin C, yellow flavonoids, total carotenoids, total anthocyanins, polyphenols total extractable, betalains and antioxidant activity. The pulp of the fruits of *Tacinga inamoena* have high levels of phosphorus, potassium, calcium, magnesium and titratable acidity; they are also sources of vitamin C. The fruit pulp of *Cereus jamacaru* has high levels of calcium and potassium, low levels of acidity and high content of sugars and soluble solids/acidity ratio. The peel of fruits of *Cereus jamacaru* has high levels of calcium, magnesium and phosphorus. The pulp of fruits of *Tacinga inamoena* and the pulp and peel of the fruit *Cereus jamacaru* have significant levels of phenolic compounds and betalains; however, it has a low content of anthocyanins, carotenoids, flavonoids and antioxidant activity by ABTS method. With Basis on quality variables evaluated in this study, we say the fruits of *Tacinga inamoena* and *Cereus jamacaru* have the potential for commercialization *in natura* and industrialization.

**Keywords:** *Cactaceae*, caatinga, bioactive compounds, antioxidant activity

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Valores médios e desvio padrão obtidos para massa fresca do fruto, diâmetro longitudinal, diâmetro transversal, rendimento do fruto e firmeza do fruto dos frutos de palma e mandacaru.....33
- Tabela 2** - Valores médios e desvio padrão obtidos para acidez titulável, potencial hidrogeniônico, sólidos solúveis, relação SS/AT, açúcares totais e açúcares redutores das polpas de frutos de palma e mandacaru e, casca do fruto do mandacaru.....36
- Tabela 3** - Valores médios e desvio padrão obtidos para vitamina C, carotenóides totais e flavonóides amarelos das polpas de frutos de palma e mandacaru e, casca do fruto do mandacaru.....40
- Tabela 4** - Valores médios e desvio padrão obtidos para antocianinas totais, polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante total pelo método ABTS das polpas de frutos de palma e mandacaru e, casca do fruto do mandacaru.....42
- Tabela 5** - Valores médios e desvio padrão obtidos para betalaínas (betacianinas e betaxantinas) das polpas de frutos de palma e mandacaru e, casca do fruto do mandacaru.....44
- Tabela 6** - Valores médios e desvio padrão obtidos para nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio, zinco, cálcio, ferro e manganês das polpas de frutos de palma e mandacaru e, casca do fruto do mandacaru.....44

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	13
2.1 Aspectos gerais do fruto da palma ( <i>Tacinga inamoena</i> ) .....	13
2.2 Aspectos gerais do fruto do mandacaru ( <i>Cereus jamacaru</i> ).....	14
2.3 Caracterização física dos frutos .....	17
2.4 Caracterização físico-química e química dos frutos .....	18
2.5 Compostos bioativos e atividade antioxidante dos frutos.....	20
2.6 Importância dos minerais presentes nos alimentos.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Coleta dos frutos .....	26
3.2 Características avaliadas .....	27
3.3 Análise estatística .....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
4.1 Caracterização física e físico-química dos frutos .....	33
4.2 Compostos bioativos e atividade antioxidante dos frutos.....	37
4.3 Minerais .....	45
5. CONCLUSÕES .....	49
6. REFERÊNCIAS .....	50

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Apesar da imagem mais difundida da Caatinga como pertencente a uma região pobre, esta é a mais rica do Brasil, sobre a diversidade de espécies de plantas, quando comparado a outros ecossistemas. Além disso, a região abriga um grande número de espécies vegetais endêmicas, especialmente entre a família Cactaceae (LUCENA et al. 2012), muitas das quais foram pouco estudadas e, conseqüentemente, seus benefícios não são aproveitados pelo homem.

O crescente interesse mundial por frutas nativas do Brasil tem incentivado a realização de pesquisas na Caatinga, um dos biomas tipicamente brasileiros. Essa tendência vem sendo intensificada à medida que as pesquisas têm comprovado os efeitos benéficos à saúde, exercidos por diversos fitoquímicos naturalmente presentes nesses vegetais (OLIVEIRA et al., 2010). A maioria das frutas contém quantidades consideráveis de micronutrientes, além de propor nutrientes essenciais, como minerais, fibras, vitaminas e compostos fenólicos secundários (RUFINO et al., 2010).

Várias espécies de frutíferas, ainda pouco conhecidas, têm sido estudadas, como alternativa às espécies tradicionais, a fim de atender a novas demandas e exigências de mercados interno e externo, por novos sabores, cores e texturas. Além de serem conhecidas e usadas por populações locais, muitas espécies da Caatinga são comercializadas, como, o umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), a pitomba (*Talisia esculenta* (Cambess.) Radlk., o murici (*Brysonima crassifolia* (L.) Kunth e a mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) (SANTOS et al., 2012).

Diversas são as espécies frutíferas nativas e exóticas de importância econômica com potencial para exploração na região semiárida, pelas possibilidades de se produzir frutas de qualidade para competir tanto no mercado interno como externo, seja para fruta de mesa ou para indústria.

O estudo com espécies frutíferas nativas contribuem para o desenvolvimento de novos conhecimentos e tecnologias sociais com o semiárido, auxiliando os agricultores a descobrir as potencialidades do bioma Caatinga.

Dentre as espécies nativas, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) reconhece o potencial da palma e sua importância para contribuir com o

desenvolvimento das regiões áridas e semiáridas. A palma (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) de origem Mexicana, é utilizada para produzir forragem, frutas frescas, frutas processadas para os mercados nacional e internacional, além da possibilidade de exploração das propriedades medicinais, constatadas experimentalmente no tratamento de diabetes, gastrite e obesidade. A valorização dos frutos desta espécie no mercado internacional abre perspectivas para as variedades locais, ainda não reconhecidas como frutícolas, tampouco apreciadas pela população urbana, face ao desconhecimento de suas potencialidades, como o fruto de uma espécie de palma (*Tacinga inamoena* (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy), nativa do Nordeste Brasileiro e pouco explorada pela população da região (ALVES, 2008).

Dentre as frutas nativas do Nordeste destacam-se o fruto da palma, conhecido por pêlo (*Tacinga inamoena* (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy) e o fruto do mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) com grande potencial como fonte de nutriente.

O fruto da palma (*Tacinga inamoena* (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy), espécie endêmica do bioma Caatinga, tem sido utilizado no Nordeste do Brasil por pequenos produtores e vem sendo cultivado há várias décadas, por possibilitar a alimentação animal em períodos de seca, quando em muitas ocasiões seus cladódios são a única fonte de água e nutrientes para os animais. Além disso, possui o metabolismo ácido das crassuláceas que as torna tolerante a longas estiagens (BISPO et al., 2007).

O mandacaru (*Cereus jamacaru* P.) é outra espécie nativa da vegetação da caatinga, pertencendo à família Cactaceae. Cresce em solos pedregosos e junto a outras espécies de cactáceas, forma a paisagem típica da região Semiárida do Nordeste, sendo encontrado nos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais (SILVA e ALVES, 2009).

Informações a respeito da qualidade físico-química e nutricional dos frutos dessas espécies do semiárido do Nordeste brasileiro, são importantes para avaliação da dieta alimentar e formulação de novos produtos.

Desta forma, faz-se necessária pesquisa que sejam geradas informações sobre o conteúdo orgânico e mineral destas duas espécies de cactáceas produzidas na caatinga. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar quanto aos aspectos físicos, químicos e potencial antioxidante da polpa e casca dos frutos da palma e do mandacaru.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos gerais do fruto da palma (*Tacinga inamoena*)

A região Nordeste do Brasil destaca-se como sendo a principal zona de distribuição desta espécie, onde se encontra o fruto da palma. Sendo, portanto, considerada o terceiro maior centro de diversidade do mundo (TAYLOR, 1997), restringindo-se basicamente aos domínios do Bioma da caatinga. De toda flora de cactos existentes no Brasil, 80% são endêmicas do Nordeste, e destes, 162 espécies são nativas, sendo 52 espécies encontradas inseridas na caatinga nordestina (TAYLOR e ZAPPI, 2004). Segundo Anderson (2001) o gênero *Tacinga* pertence à subfamília Opuntioideae de Cactacea, endêmico da caatinga e encontra-se distribuído em quase todo o semiárido brasileiro (GIULIETTI et al., 2002).

Distribuída nos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e também no norte de Minas Gerais. A sua distribuição corresponde de forma bem próxima aos limites do bioma caatinga. Dentro da sua área de distribuição, *T. inamoena* ocorre em diferentes ambientes, habitando desde o solo das áreas de caatinga a afloramentos rochosos diversos, como gneiss, granito, quartzito, arenito e rochas calcáreas. Também ocorre em áreas de campos rupestres, em afloramentos rochosos ou em solos arenosos (TAYLOR et al., 2002; TAYLOR e ZAPPI, 2004; ZAPPI et al., 2012).

É caracterizada como uma planta arbustiva de até 1 m de altura, caule formado por artículos elípticos a obovais, de 8,0 a 9,0 cm de comprimento. Os cladódios apresentam coloração geralmente verde, levemente acinzentada, desprovidos de espinhos, apresentando externamente aparência puntiforme. Sobre os artículos distribuem-se as aréolas em malha disposta em alinhamento diagonal com o seu maior eixo, aréolas mínimas destituídas de espinhos, em que se observam tufos de gloquídeos (pequenos espinhos de celulose quase cristalina) de reduzidas dimensões, agressivos pela facilidade com que se desprendem e pela irritação que produzem ao penetrarem na pele, de onde dificilmente são removidos. As flores são alaranjadas, diurnas, sésseis, localizada no ápice dos cladódios terminais, com 4 a 5 cm. O fruto é uma baga variando de amarelo a alaranjada, ovóide a subgloboso, com cerca de 3,0 a 4,0 cm de comprimento e 2,4 a 3,5 cm de largura, polpa carnosa, funicular à translúcida, cor

de pêssego clara, além de inúmeras sementes amarronzadas, protegidas por um arilo esclerificado anelar (TAYLOR e ZAPPI, 2004; ANDRADE LIMA, 1989; LIMA, 2012).

Os frutos e cladódios são utilizados para alimentação animal (SOUZA et al., 2007), quando para alimentação humana na forma de subprodutos, como doce e geleias (LUCENA et al., 2015). Outra forma de utilização é a medicinal, a qual foi registrada nos estudos de Castro e Cavalcante (2010), a utilização da planta para tratar de asma, inflamações e no combate a vermes.

Na região Central do Estado do Rio Grande do Norte, mais especificamente, no município de Angicos, essa cactácea, é a principal fonte de renda de muitas famílias. Isto se deve, não apenas pelo seu potencial forrageiro, mas, sobretudo, pela qualidade organoléptica do fruto (MENDONÇA, 2013). O fruto desta cactácea, conhecida na região como pêlo, pode ser usado para diversos fins, como na fabricação de sorvetes, doces, geleias, mousses e recheios de caldas. Diante da importância desta espécie para a região, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE-RN), em parceria com a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), com a finalidade de gerar renda e emprego na região, fundou uma fábrica de sorvetes na cidade de Angicos, a “Sertão Gelado”, para exploração da fruta, fazendo parte, portanto, de umas das novas incubadoras da empresa (MENDONÇA, 2013; GLOBO RURAL, 2013).

Estudos realizados por Nascimento et al. (2011) foi constatado que a espécie tem uma pequena quantidade de carotenóides totais e flavonóides, bem como baixos teores de calorías. As características químicas, forma, cheiro e sabor da *T. inamoena* são similares às dos frutos da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*), usualmente consumidos *in natura* e industrializados no mercado nacional e internacional (SOUZA et al., 2007).

## **2.2 Aspectos gerais do fruto do mandacaru (*Cereus jamacaru*)**

O cacto *Cereus jamacaru* é uma espécie nativa da vegetação da caatinga do Nordeste do Brasil, conhecido popularmente por mandacaru, mandacaru-de-boi, nhamandacaru, manacaru, cardeiro, cardeiro-rajado, facheiro, tunaé e arumbeva (SCHEINVAR, 1985). Esta

planta cresce em solos pedregosos e junto a outras espécies de cactáceas formam a paisagem típica da região semiárida do Nordeste. É encontrado nos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais (SILVA e ALVES, 2009).

As plantas desta espécie no Brasil podem chegar a até 10 metros de altura, possuem tronco lenhoso com muitos ramos eretos, e suas hastes novas são de coloração azulada e possuem de 4 a 6 costelas de ápices obtusos e sulcos profundos. As aréolas são circulares distantes de 2 a 5 cm entre si, sendo maiores no tronco principal. Os espinhos são radiais, variando de 9 a 30 cm de comprimento, sendo os centrais maiores, tendo a coloração amarela, avermelhada ou marrom. As flores são de coloração branca, numerosas e noturnas. Os frutos, nos quais se encontram inúmeras sementes de cor preta e bem pequenas, são elipsoides, de 5 a 12 cm de diâmetro, alaranjados ou vermelhos, com polpa mucilagínosa branca, de aroma suave, comestível e doce. A polpa é branca, que servem de alimento para diversas aves típicas da Caatinga, a exemplo da gralha-cancã, popularmente conhecida por canção, e periquitos-da-Caatinga. (SCHEINVAR, 1985; LIMA, 1996; MEIADO et al., 2010; NUNES, 2015).

No Nordeste do Brasil, as plantas adultas de *Cereus jamacaru* possuem troncos bastante grossos, cujo cerne fornece lenho que é aproveitado para a fabricação de telhados. Na seca, as poucas pastagens não sobrevivem à falta de água, e o gado tem que recorrer a certas espécies nativas. Assim, o *C. jamacaru*, além de servir como alimento para o gado, serve também de alimento para a população local no período de estiagem (PERON, 2011).

Como planta medicinal utiliza-se a raiz, sob forma de infuso ou decocto, sendo utilizada no tratamento de distúrbios renais, digestivos, respiratórios e hepáticos. A polpa do caule, misturada ao açúcar, é usada no tratamento de úlceras (AGRA et al., 2007). Enquanto, as cascas do caule raspadas e curtidas em água são utilizadas para distúrbios renais (ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2002). No uso tecnológico, a madeira é utilizada para fazer colher de pau. Além de todas as categorias de uso registradas para tal espécie, *C. jamacaru* também foi citado como bioindicadora de fenômenos naturais, sendo sua floração o sinal de um bom inverno (LUCENA et al., 2012).

Segundo Piletti (2011), os frutos contêm sementes em quantidades variáveis que poderiam ser uma importante fonte de fibras e óleos comestíveis. Mas devido ao seu baixo



rendimento em óleo, as sementes são consideradas rejeitos. Os cladódios contêm alto conteúdo de fibras e assim como os frutos, seus 39 extratos podem auxiliar no emagrecimento e já são encontrados para venda em cápsulas.

Mayworm e Salatino (1996) caracterizando o óleo extraído das sementes de *C. jamacaru*, relataram que os óleos de semente de mandacaru são ricos em ácidos graxos insaturados, principalmente de ácido oleico (30,2%) e o ácido linoleico (43,4%); mas também constatou-se os óleos saturados, palmítico (14,6%) e esteárico (3,7%). De acordo com Davet (2009), a composição obtida a partir das sementes de mandacaru assemelha-se à encontrada no óleo de soja, razão pela qual este autor sugere potencial uso em comum entre as duas espécies.

Ao se realizar estudo fitoquímico com o mandacaru, utilizando seus ramos, revelou na composição química, a presença do alcaloide isoquinolínico “tiramina” (BRUHN e LINDGREN, 1976).

O fruto do mandacaru mostra grande potencialidade para o aproveitamento industrial, por apresentar teores elevados de sólidos totais de 11° Brix e açúcares totais correspondentes, aproximadamente a 9,82%, constituintes importantes em processos biotecnológicos, como, por exemplo, em fermentação alcoólica (ALMEIDA et al., 2011). Almeida et al. (2006) avaliando a cinética da produção do fermentado deste fruto, concluíram que a produção de vinho a partir do fruto seria uma forma de minimizar as perdas pós-colheita desses frutos, já que apresentam atributos químicos para a sua produção.

Estudos realizados por Nunes et al. (2013) verificaram que a polpa integral do fruto do mandacaru é um alimento ácido (pH = 4,41), com baixo conteúdo mineral, alto teor de umidade (87,76%) e atividade água (0,990). Valente (2001) ao realizar estudo químico e farmacológico nos frutos do mandacaru, observou a presença de esteróides ergosterol e colesterol.

### 2.3 Caracterização física dos frutos

As características físicas dos frutos são de fundamental importância para a definição de técnicas de manuseio pós-colheita, assim como para a boa aceitação do produto pelo consumidor. A qualidade dos frutos é atribuída a caracteres físicos que respondem pela aparência externa, entre os quais se destacam o tamanho, a forma do fruto e a cor da casca (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Segundo Coelho (2004), as características físicas como peso, comprimento, diâmetro transversal, cor da película, tamanho da semente, relação polpa/semente e textura, são parâmetros que refletirão na aceitabilidade do produto pelo consumidor e no rendimento industrial.

O tamanho e a forma são atributos importantes, pois afeta a escolha do produto pelo consumidor, as práticas de manuseio, o potencial de armazenamento, a seleção de mercado e o destino final (consumo *in natura* ou industrialização). O tamanho do fruto é importante, principalmente quando se visa à exportação para outros países, pois há uma exigência específica quanto a esse atributo (BALBINO, 2003). Os produtos com características de tamanho e peso padronizados são mais fáceis de serem manuseados em grandes quantidades, pois apresentam perdas menores, produção mais rápida e melhor qualidade (CENCI, 2006).

O rendimento da polpa é uma característica indispensável para a indústria de processamento, pois algumas indústrias exigem um valor mínimo de 40% para essa característica (LIRA JÚNIOR et al., 2005). Souza et al. (2007), obtiveram percentual de 62,87% para os frutos da *T. inamoena* provenientes de diferentes épocas de colheita da região de Cariri-Curimataú-PB. Almeida et al. (2009) constata-se que o percentual de polpa dos frutos do mandacaru oriundos dos municípios Lagoa Seca e Queimadas, apresentam rendimento de polpa de 37,23 e 35,27%, respectivamente.

Almeida et al. (2013), ao trabalharem com frutos de palma forrageira *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. cv. “Gigante” provenientes dos municípios de Uauá, Curaçá e Rafael Jambeiro, constataram valores médios para massa dos frutos de 154,62 g, para comprimento de 9,24 cm, para diâmetro de 5,73 cm e 43% de rendimento de polpa.

Em estudo com mandacaru (*Cereus peruvianus*) proveniente da região do Cariri paraibano, realizados por Oliveira et al. (1992), foram verificados valores de massa fresca do

fruto de 241,56 g, comprimento de 12,45 cm , diâmetro de 6,80 cm e rendimento da porção comestível de 39,26%. Foi observado por Souza et al. (2007), que, ao trabalharem com frutos da *Tacinga inamoena* provenientes da região de Cariri-Curimataú-PB, obtiveram massa fresca variando de 12,50 a 13,0 g, diâmetro longitudinal de 3,24 a 3,44 cm e diâmetro transversal de 2,91 a 3,15 cm.

## 2.4 Caracterização físico-química e química dos frutos

A determinação de características físico-químicas e químicas tais como, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, açúcares totais, vitamina C e lipídeos da porção comestível dos frutos são importantes atributos de qualidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A acidez titulável e pH são as principais análises utilizadas para medir a acidez dos frutos. Os ácidos orgânicos mais abundantes nas frutas são o cítrico e o málico, havendo ocorrência de outros, como o tartárico, o oxálico e o succínio, de acordo com a espécie. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), na maioria das frutas, a acidez diminui com a maturação, em decorrência da utilização dos ácidos orgânicos como substrato no processo respiratório ou de sua conversão a açúcares. A medida do pH fornece a concentração de íons hidrogênio livres em uma solução. Normalmente, o conteúdo de ácidos orgânicos é reduzido durante o amadurecimento, à medida que são respirados ou convertidos em açúcares, mas existem exceções como é o caso da banana e abacaxi (VILAS BOAS, 2002). De acordo com Monteiro et al. (2008) em relação ao pH, é desejável valores inferior a 4,5 para inibir a proliferação de microrganismos, pois valores superiores ao pH de 4,5 requerem períodos mais longos de esterilização da matéria prima em um processamento térmico, causando maior consumo de energia e maior custo de processamento. A acidez titulável de frutas varia de 0,2 a 0,3% em frutas de baixa acidez até 2,0 a 6,0% em frutas com alta acidez como o limão (SILVA, 2009).

Nascimento et al. (2011), constataram conteúdo de acidez titulável de 0,32 e 0,26% para os frutos do mandacaru provenientes da região de Carão-PE e Cachoeira-PB, respectivamente. Os mesmos autores relatam teor de acidez titulável para o fruto da palma *Tacinga inamoena* de 0,53%, proveniente da região de Cachoeira-PB.

Souza et al. (2007), obtiveram valores de 3,72 de pH para polpa madura e 4,74 de pH para pericarpo carnoso de frutos da palma *Tacinga inamoena*. Já Silva e Alves (2009),

obtiveram valores de 4,40 e 4,42 de pH para polpa madura e casca de frutos de mandacaru, provenientes da região do vale do Curu, localizado no município de Pentecoste-CE.

Os sólidos solúveis são usados como indicativo do teor de açúcares em frutas, existentes no fruto, que usualmente aumentam no transcorrer do processo de maturação da fruta, seja por biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos (KLUGE et al., 2002). Elevados teores de sólidos solúveis são importantes tanto para consumo da fruta ao natural quanto para a indústria, porque proporcionam melhor sabor e maior rendimento na elaboração de produtos (SOUZA, 2007). Essa variável é usada também para auxiliar no controle de processos e na qualidade dos produtos finais, como polpas, sucos, néctares, xaropes, licores, doces, leite condensado, açúcar, entre outros (ALVES et al., 1996).

Em frutos da palma *Tacinga inamoena* provenientes da região de Cariri-Curimataú-PB foi verificado teor de 9,0% para polpa madura e 10% para pericarpo carnoso (SOUZA et al., 2007). Já Nascimento et al. (2011) encontraram teores de 9,4% para frutos da *Tacinga inamoena*, provenientes da comunidade de Cachoeira-PB. Almeida et al. (2009) avaliaram frutos de mandacaru, provenientes de Queimadas e Lagoa Seca-PB teor de sólidos solúveis de 10,5% e 11,5%, respectivamente. Para os teores de sólidos solúveis, observaram-se valores da polpa e da casca, com 11 e 5%, respectivamente, para frutos de mandacaru oriundos do vale do Curu-CE (SILVA e ALVES, 2009).

A relação sólidos solúveis/ acidez titulável indica a medida de equilíbrio entre os teores de açúcares e ácidos orgânicos do fruto e está diretamente relacionada ao seu sabor, sendo, portanto, um importante atributo a ser considerado para o consumo *in natura* (COHEN, 2008). A fração de sólidos solúveis/ acidez está relacionada ao grau de maturação do fruto. Durante o amadurecimento acontece a degradação dos ácidos orgânicos, pois há um acréscimo da concentração de enzimas como as hidrolases (amilases, celulasas, enzimas pectinolíticas), peroxidases e catalase, reduzindo assim a adstringência e o sabor ácido do fruto. A relação entre conteúdo de sólidos totais e a acidez da fruta aumenta, promovendo o sabor doce característico (GONÇALVES, 2009).

Os açúcares são constituintes que sofrem alterações durante o amadurecimento dos frutos. Os conteúdos de açúcares aumentam, em geral, com o avanço do amadurecimento, devido principalmente, à hidrólise de carboidratos de reserva acumulados durante o crescimento do fruto na planta (SIGRIST, 1992). Os açúcares redutores (glicose e frutose) e os não redutores (sacarose) são os principais responsáveis pela doçura e pelo sabor, assim

como exercem alguma influência na cor atrativa e na textura dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Estudos realizados por Almeida et al. (2009) com a polpa de mandacaru provenientes da região de Queimadas e Lagoa Seca-PB, verificaram açúcares redutores e açúcares totais de 9,92% e 10,40%, respectivamente. Os resultados obtidos por Silva e Alves (2009), pode-se verificar que a polpa do fruto do mandacaru apresentou uma porcentagem de açúcares redutores de 5,76%, e 1,53% para casca.

## **2.5 Compostos bioativos e atividade antioxidante dos frutos**

Os alimentos provem não apenas nutrientes essenciais necessários para a vida, mas também compostos bioativos que promovem benfeitorias à saúde e auxiliam na redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas não-transmissíveis. Esse efeito protetor tem sido atribuído, em grande parte, as propriedades biológicas ditas promotoras da saúde, tais como atividades antioxidante, antiinflamatória e hipocolesterolêmica de nutrientes como as vitaminas C, A e E, compostos fenólicos e pigmentos (GONÇALVES, 2008).

Lee e Kader (2000) ressaltam que a vitamina C é o micronutriente mais associado a frutas e hortaliças, que fornecem mais de 90% desta vitamina à dieta humana. A vitamina C é necessária à prevenção do escorbuto e manutenção da saúde da pele, gengivas e vasos sanguíneos. Como antioxidante, reduz o risco de aterosclerose, doenças cardiovasculares e algumas formas de câncer.

Os teores de ácido ascórbico encontrados por Silva e Alves (2009) para a polpa foram de 100 e 80 mg.100 g<sup>-1</sup> para a casca de frutos de mandacaru. Piga (2004) obtiveram em frutos da palma forrageira *Opuntia ficu-indica*, teores de ácido ascórbico variando de 180 a 300 mg.kg<sup>-1</sup>.

Os polifenóis são os antioxidantes mais abundantes da dieta. Esta classe compreende uma diversidade de compostos, dentre eles flavonóides (berinjela, morango), flavinóides (batata, repolho branco), ácidos fenólicos, cumarinas, taninos e lignina. Eles participam dos processos metabólicos responsáveis pela cor, adstringência e aroma dos alimentos. Todos possuem propriedades anti-carcinogênicas, anti-inflamatórias e anti-alérgicas (CARVALHO et al., 2006).

São metabólitos secundários das plantas sintetizados em resposta a condições de estresse. Podem agir como atrativo para polinização, por contribuírem para a pigmentação do vegetal, como antioxidantes e, similarmente ao sistema imunológico humano, protegendo a planta de raios ultravioleta e de patógenos, dentre outros. Nos alimentos são os principais compostos responsáveis pelas características sensoriais, tais como adstringência, amargor e aroma, além da estabilidade oxidativa dos produtos derivados de vegetais (PORTO, 2014).

Os conteúdos e o perfil dos compostos fenólicos em plantas podem modificar em função da espécie, variedade, estresse ambiental a que foi submetida à planta, estágios de crescimento e maturação, além da metodologia analítica empregada na determinação dos mesmos (CRUZ, 2008). Piletti (2011) encontrou na polpa do fruto de *Cereus hildmaniannus*, um teor de polifenóis de 324 mg GAL.L<sup>-1</sup>.

De acordo com Volp et al. (2009) os flavonóides são pigmentos naturais amplamente difundidos no reino vegetal, atuam protegendo o organismo do dano produzido por agentes oxidantes, como os raios ultravioletas, poluição ambiental, substâncias químicas presentes nos alimentos, estresses, dentre outros. Villabona Ortiz et al. (2013) caracterizaram os frutos da *Opuntia ficus-indica* para uso como coagulante natural e encontram valor de 10,16 mg.100 g<sup>-1</sup> para flavonóides. Estudos realizados por Nascimento et al. (2011), encontraram teores de flavonóides nos frutos da *Tacinga inamoena*, de 10,41 mg de quercetina 100 g<sup>-1</sup>.

As antocianinas compõem o maior grupo de pigmentos hidrossolúveis do reino vegetal, respondendo por colorações que variam do azul ao vermelho em diferentes flores, frutos e folhas. Pertence à classe dos flavonóides, distinguindo-se dos demais componentes dessa classe pela capacidade de participar de transferência de prótons, isomerização e tautomerização, enquanto os flavonoides incolores geralmente exibem um único estado químico em solução (MAZZA et al., 2004). A cor de uma determinada antocianina está relacionada ao número de grupos hidroxila, à natureza e número de açúcares ligados à molécula, à posição dessas ligações, à natureza e número de ácidos alifáticos ou aromáticos esterificados aos açúcares na molécula (KONG et al., 2003).

Os carotenóides representam um grupo de pigmentos encontrados em espécies vegetais, e associados ao desenvolvimento das cores vermelha, amarela e laranja de frutas e hortaliças. (SASS-KISS et al., 2005).

Os tecidos de plantas comestíveis contêm uma ampla variedade de carotenóides. Os exemplos mais comuns são: tomates (licopeno), cenouras ( $\alpha$  e  $\beta$ - caroteno), milho (luteína e

zeaxantina), pimentas vermelhas (capsantina), urucum (bixina) e batata doce ( $\beta$ -caroteno). Outras fontes vegetais de carotenóides são: abóbora, pimentão vermelho e amarelo, inhame, cará, azeitona roxa, repolho roxo, folhas verde-escuras (como brócolis e espinafre), alface, aipo, maçã, damasco, manga, ameixa, frutas vermelhas, melancia, laranja, tangerina, nectarina e mamão. Alguns dos carotenóides apresentam a estrutura cíclica  $\beta$ -ionona em suas moléculas sendo, portanto, precursores de vitamina A (PORTO, 2014). Ambrosio et al. (2006) ressaltam que existem aproximadamente 50 carotenóides precursores da vitamina A, com ênfase para o beta-caroteno que proporciona a maior atividade de vitamina A.

As betalaínas são pigmentos naturais presentes em algumas classes de plantas, frutas e flores, caracterizadas por ser uma classe de pigmentos que proporcionam cores atrativas e estáveis diante das condições de processamento da indústria de alimentos. As betalaínas receberam menor atenção científica do que as outras classes de pigmentos devido à sua ocorrência restrita. Contudo, esse pigmento tem chamado à atenção de pesquisadores, consumidores e da indústria em razão do seu poder tintorial, coloração atrativa, estabilidade e atividade antioxidante (BUTERA et al., 2002). São classificadas em dois grupos: as betacianinas e as betaxantina, de coloração vermelho-violeta e amarelo-alaranjadas, respectivamente. (STEGLICH e STRACK, 1990). Segundo Stintzing et al. (2003), as betalaínas nas frutas dos cactos envolvem um vasto espectro de cor do amarelo-alaranjado (*Opuntia*) ao vermelho-violeta (*Hylocereus*).

Santos et al. (2015) quantificaram o teor de betalaínas (betacianinas e betaxantina) das cascas de pituaia vermelha *in natura* e secas em diferentes temperaturas, e foi encontrado maior teor na amostra seca de 130,67 mg.100 g<sup>-1</sup> na temperatura de 50 °C.

Foi observado por Cai et al. (2005), que as beterrabas contêm ambos os corantes, cerca de 75-95% de betacianina (betanina) e aproximadamente 95% de betaxantina (vulgaxantina D).

Dentre os métodos mais usados para determinação da atividade antioxidante encontram-se o ABTS, FRAP, ORAC, DPPH e o  $\beta$ -caroteno/linoléico. Os métodos espectrofotométricos são moderadamente simples baseando-se na capacidade de “descolorante” da amostra. Os ensaios mais utilizados recebem o nome do reagente cuja absorção será atenuada pelo antioxidante, ou seja, ensaios de DPPH e ABTS. Estes reagentes são responsáveis pelo fator custo do método espectrofotométrico e que indicam a capacidade

antioxidante total do produto no que diz respeito a varrer radicais livres (BUTERA et al, 2002).

A determinação da atividade antioxidante pelo método ABTS (2,2- azino – bis – 3- etil – benzotiazolina – 6- ácido sulfônico) é bastante utilizado. Método baseado na habilidade dos antioxidantes de capturar em longo prazo do cátion radical  $ABTS^{\cdot+}$ . Esta captura produz um decréscimo na absorbância a 734 nm, que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante em diferentes tempos sendo representadas graficamente (PÉREZ-JIMÉNEZ e SAURA-CALIXTO, 2006). A curva gerada pela inibição da absorbância é calculada, sendo que os resultados são interpolados na curva de calibração e expressos em atividade antioxidante equivalente a 1 Mm do trolox (RUFINO et al., 2007).

## **2.6 Importância dos minerais presentes nos alimentos**

Os minerais são encontrados nos alimentos sob diversas formas e teores em associação ou mistura com outros elementos nutritivos, sendo que alguns alimentos industrializados quase não contem minerais (FRANCO, 2007). Os minerais são responsáveis por realizar funções vitais no organismo humano e as frutas são vistas como as principais fontes de minerais.

De acordo com Franco (2007), o corpo humano exhibe, na composição elementar, 96% de sua parte sólida formada pelos compostos de hidrogênio, oxigênio, carbono e nitrogênio, os quais constituem os chamados princípios imediatos: água, proteínas, carboidratos e lipídios. Os 4% restantes são formados pelos minerais, sendo que somente cálcio (1,5%) e fósforo (1%) respondem por 2,5%, cabendo ao 1,5% restante todos os demais minerais. Em condições normais, o organismo humano excreta diariamente de 20 a 30 g de minerais e necessita de reposição imediata por meio da alimentação.

Entre os minerais considerados essenciais estão cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro, magnésio, enxofre, chamados macrominerais, necessários em quantidades de 100 mg/dia ou mais e os microminerais, necessários na faixa de 100 µg/dia, quantidades menores, porém, são essenciais para o ótimo crescimento, saúde e desenvolvimento (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2005). Segundo Vilas Boas (2002), as principais funções por eles desempenhadas



podem ser resumidas em: função plástica ou estrutura (Ca, P, Mg); regulação do equilíbrio ácido-básico dos fluidos orgânicos (Na, K); equilíbrio da pressão osmótica (K, Na); atividade de enzimas (Mg, Ca, Zn, Mn, Mo) e fazem parte de componentes de substâncias importantes ao organismo.

O sódio tem uma rápida absorção no organismo humano, pois quase todo o mineral passa pela corrente sanguínea, gerando retenção de líquidos nos tecidos, podendo gerar hipertensão, dentre outras doenças. Ele tem grande funcionalidade em sistemas tampões do meio extracelular, possui importante atuação no processo osmótico dos fluidos extracelulares (DOUGLAS, 2006).

O fósforo é um elemento de grande importância no crescimento e saúde dos animais, atuando na formação da estrutura óssea, manutenção do esqueleto animal dando suporte aos órgãos e músculos. Faz parte dos componentes de ácidos nucleicos (DNA e RNA) e de fosfoproteínas envolvidas na fosforilação oxidativa das mitocôndrias (DIBARTOLA e WILLARD, 2006). Segundo Felipe et al. (2006), além do seu papel fundamental no fortalecimento dos ossos e dentes, também é necessário para o funcionamento adequado do sistema nervoso e imunológico, para a contração muscular, coagulação sanguínea e pressão arterial. O potássio é um importante regulador da atividade neuromuscular como, por exemplo, à fadiga, fraqueza e câibras, considerado como um promotor do crescimento celular, tendo como sinergistas o cálcio e o magnésio (MARQUES et al., 2010).

O cobre é um mineral essencial para o sistema de oxi-redução. Está envolvido com o metabolismo do ferro, principalmente na síntese da hemoglobina e da produção e manutenção dos glóbulos vermelhos, estando responsável pela formação da melanina, dos ossos e tecidos conjuntivos, como também, manter a integridade da bainha de mielina dos neurônios (BATISTA SOBRINHO, 2014). Já o zinco é um dos minerais de maior importância para o metabolismo. Dentre suas funções biológicas, ele é cofator de mais de 300 metaloenzimas, atuando em atividade catalítica de várias enzimas, tais como a anidrase carbônica, álcool desidrogenase e fosfatase alcalina, enzimas que participam do metabolismo de carboidratos, lipídeos e proteínas (MICHELETTI et al., 2001). A ingestão de zinco é de suma importância, apesar de ter menor biodisponibilidade de fontes vegetais que o de fontes animais e como boas fontes, podemos citar banana, batata e cenoura (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O ferro é um microelemento e um dos minerais mais importantes na alimentação (KINUPP e BARROS, 2008). O ferro tem papel no transporte respiratório do oxigênio e dióxido de carbono e é parte ativa das enzimas envolvidas no processo de respiração celular; também parece estar envolvido na função imunológica e no desenvolvimento cognitivo (CZAJKA-NARINS, 2005). A sua deficiência pode causar desordens no metabolismo oxidativo, ocasionando danos à saúde em todos os estádios da vida (OLIVEIRA e OSÓRIO, 2005).

O manganês é um nutriente essencial do corpo humano por estar envolvido na ativação de enzimas e na formação de ossos e cartilagens (SANTOS JÚNIOR et al., 2002). Segundo Franco (2007), é essencial para o metabolismo do colesterol, crescimento corpóreo e reprodução. Sua deficiência pode causar algumas modificações nas estruturas celulares, deformações específicas do esqueleto, podendo sua causa está associada, com a presença de cálcio, fosfato, ferro e carbonato, que reduzem a absorção do manganês.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Coleta dos frutos

Os frutos da palma utilizados foram provenientes de populações de plantas que se encontram de forma espontânea e dispersa na Caatinga, localizados próximo ao município de Angicos-RN (5° 39' 23.6" S e 36° 36' 15.1" W) e do mandacaru localizados próximos ao município de Mossoró-RN (5° 10' 59.2" S e 37° 20' 50.9" W).

O clima da região de Angicos-RN, segundo a classificação Köppen, é do tipo "BSh", ou seja, clima semiárido. A precipitação média anual é de aproximadamente 525,61 mm (EMPARN, 2011). Já a região de Mossoró-RN, de acordo com Carmo Filho e Oliveira (1995), e segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo "BSwh", isto é, semiárido muito quente e com estação chuvosa no verão.

Os frutos da palma foram colhidos em estágio de maturação fisiológica ("de vez"), correspondente à coloração amarelo esverdeado, estágio que costuma ser colhido para comercialização; e os frutos do mandacaru foram colhidos no estágio maduro (Figura 1).

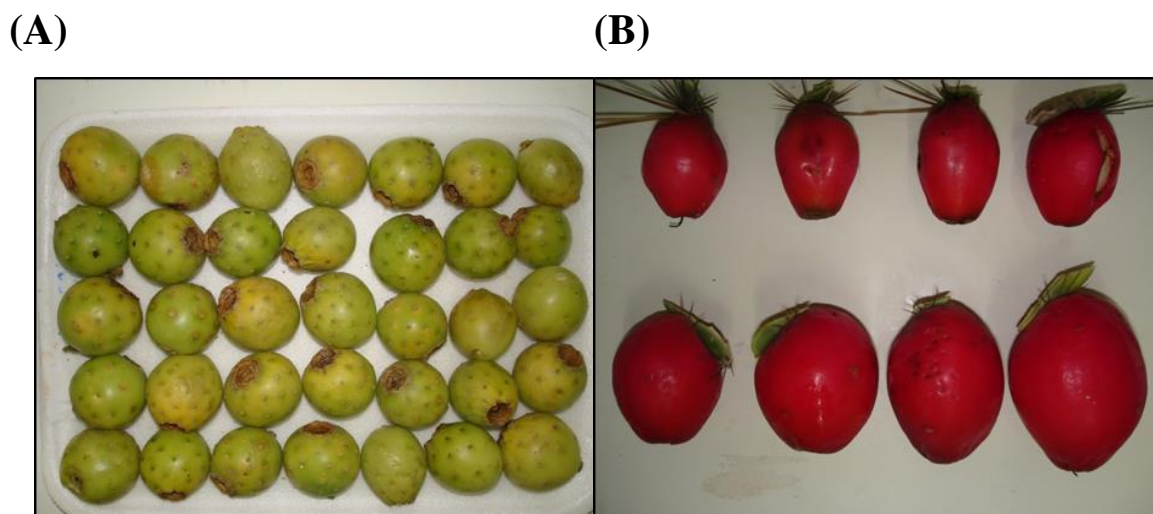


Figura 1 - Frutos da palma (A) e do mandacaru (B) nos estádios de maturação utilizada na presente pesquisa. Mossoró-RN.

Em seguida, foram transportados para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita de Frutos da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), em Mossoró-RN. No laboratório os frutos passaram por um processo de seleção, sendo descartados aqueles que apresentavam danos por cortes, abrasões, ataques de insetos ou animais. Os frutos foram lavados em água corrente e em seguida submetidos às avaliações físicas. Posteriormente, separados em frações polpa e casca, de forma manual com auxílio de facas de aço inoxidável. Esses dois tipos de materiais foram triturados, individualmente, homogeneizados juntos (polpa com semente) em liquidificador até a total homogeneização. Em seguida, acondicionados em potes de plástico e armazenados em *freezer* para as avaliações físico-químicas, química e potencial antioxidante. No Laboratório de Análises de Solos, Água e Planta foram realizadas as avaliações de minerais.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições, totalizando 25 frutos para palma e 6 frutos para o mandacaru por parcela experimental. No total foram utilizados 1,6 kg de frutos para cada espécie, sendo que para *T. inamonea*, correspondeu a 100 frutos e para o *C. jamacaru* que tem um fruto maior, correspondeu a 24 frutos.

### **3.2 Características avaliadas**

#### **3.2.1 Diâmetros transversal e longitudinal**

Foram determinados em cada fruto usando-se um paquímetro digital, os resultados foram expressos em milímetro (mm).

#### **3.2.2 Massa fresca do fruto**

Determinada pelo valor médio da pesagem individual de cada fruto em balança semianalítica, com os resultados expressos em grama (g).

### 3.2.3 Rendimento de polpa

Determinados em frutos individual em que foram descascados e retirados a polpa e casca, para obter a massa das frações individuais, sendo o rendimento das frações determinado por diferença entre a massa total do fruto e a massa da polpa e casca, valores expressos em porcentagem (%).

### 3.2.4 Firmeza

A firmeza do fruto foi determinada no fruto com casca, com o auxílio de um texturômetro digital computadorizado da marca *Stable Micro Systems*, modelo TA.XTEpress/TA.XT2icon com um *plunger* de 5 mm de diâmetro. Os resultados foram expressos em Newton (N).

### 3.2.5 Sólidos solúveis (SS)

Os teores de sólidos solúveis foram determinados diretamente no suco homogeneizado da fração comestível por meio de leitura em refratômetro digital (modelo PR – 100, Palette, Atago Co, LTD., Japan) com compensação automática de temperatura (AOAC, 2002). Os resultados foram expressos em porcentagem % (°Brix).

### 3.2.6 Acidez titulável (AT)

Determinada em duplicata, utilizando-se 1 g da fração comestível transferida para um frasco Erlenmeyer de 125 mL com o auxílio de 50 mL de água e 2 gotas de fenolftaleína 1%. Em seguida, foi realizada a titulação até o ponto de viragem com solução de NaOH (0,1 N), até coloração levemente rósea. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico (IAL, 2005).

### 3.2.7 Relação SS/AT

Foi obtida dividindo-se os teores de sólidos solúveis pelos valores da acidez titulável dos frutos. Esta relação indica o grau de doçura de um determinado material, sendo um dos índices mais utilizados para avaliar a maturação dos frutos e, conseqüentemente, o sabor dos mesmos.

### 3.2.8 pH

O pH foi determinado com auxílio de um pHmetro com ajuste automático de temperatura, devidamente padronizado com soluções tampão pH 7,0 e pH 4,0, após a estabilização dos resultados expressos no painel do equipamento, os dados mensurados foram expressos em valores reais de pH (IAL, 2005).

### 3.2.9 Açúcares totais

O método utilizado foi o de Antrona, conforme Yemn e Willis (1954), a partir de 1 g das amostras diluídas em balão volumétrico de 50 mL com água destilada para a retirada do extrato; em seguida, foram tomadas alíquotas de 50, 30 e 50  $\mu$ L para a polpa do fruto da palma, polpa do fruto do mandacaru e casca do mandacaru, respectivamente, as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 620 nm e os resultados expressos em  $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  de fração comestível.

### 3.2.10 Açúcares redutores

Determinada segundo Miller (1959), para açúcares redutores a extração foi feita com água destilada. O extrato foi obtido da diluição de 1 g da amostra em um balão de 100 mL com água destilada, filtrando em seguida com papel Wathman qualitativo nº 1; para a polpa do fruto da palma, polpa do fruto do mandacaru e casca do mandacaru, tomou-se 1,2; 0,8 e 0,9 mL, respectivamente. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 540 nm e os resultados foram expressos em  $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ .

### 3.2.11 Vitamina C

Foi determinada por titulometria com solução Tilman (DFI – 2,6 dicloro-fenol-indofenol a 0,02%) tomando-se 1 g das amostras e diluídos para balão volumétrico de 100 mL com ácido oxálico 0,5% conforme metodologia proposta por Strohecker e Henning (1967), e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico  $(100 \text{ g})^{-1}$ .

### 3.2.12 Antocianinas totais e flavonóides amarelos

Foram determinados segundo Francis (1982). Pesou-se 1 g das amostras; em seguida, acrescentou-se 30 mL da solução extratora etanol 95% - HCl 1,5 N na proporção 85:15. As amostras foram homogeneizadas em um agitador por 5 minutos. Logo depois, transferiu-se o conteúdo para um balão volumétrico de 50 mL, aferindo com a própria solução extratora sem filtrar e posteriormente acondicionado em frascos de vidro âmbar, deixando-os descansar por uma noite em geladeira. Filtrou-se o material para becker de 50 mL sempre envolto com papel alumínio. As leituras foram feitas a 374 nm para flavonoides e 535 nm para as antocianinas, e os resultados foram expressos em  $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , calculados por meio da fórmula: Absorbância x fator de diluição/76,6 ou 98,2 para flavonoides ou antocianinas totais, respectivamente.

### 3.2.13 Carotenóides totais

Determinados pelo método de Higby (1962). Para a extração foram pesados 5 g da amostra, adicionado 15 mL de álcool isopropílico e 5 mL de hexano, sendo homogeneizados em um agitador por 2 min. Logo após, transferiu-se o conteúdo para funil de separação de 125 mL de vidro âmbar, completando-se o conteúdo com água e deixando-se descansar por 30 min, fazendo-se a lavagem logo em seguida. Após 3 descansos de 30 min cada, filtrou-se o conteúdo através de algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro P.A., para um balão volumétrico de 25 mL envolto em papel alumínio, completando-se o volume com 2,5 mL de acetona e o restante com hexano. As leituras foram feitas em um comprimento de onda de 450 nm. Calculados através da fórmula: carotenoides totais =  $(A_{450} \times 100)/(250 \times L \times W)$ , em que:

$$A_{450} = \text{absorbância};$$

L = largura da cubeta em cm;

W = quociente entre a massa da amostra original em gramas e o volume final da diluição em mL.

#### 3.2.14 Polifenóis extraíveis totais (PET)

O conteúdo de polifenóis foi determinado através do reagente Folin-Ciocalteu, utilizando-se o ácido gálico como padrão, segundo metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997). Para obtenção do extrato foram utilizados 17,5 g da amostra, submetidos à extração por dois solventes, metanol (50%) e acetona (70%). A leitura foi realizada em espectrofotômetro, usando a curva padrão de ácido gálico e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico (100 g)<sup>-1</sup>.

#### 3.2.15 Atividade antioxidante total (AAT)

AAT pelo método ABTS (Ácido 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico) foi obtido pela reação do ABTS (7 mM) com persulfato de potássio (2,45 µM, concentração final). O sistema foi mantido em repouso, a temperatura ambiente (± 25° C), durante 16 horas em ausência de luz. Uma vez formado o radical ABTS•+, diluiu-se com etanol até obter um valor de absorvância de 700 nm ± 0,05. A curva gerada a partir dos valores das absorvâncias e das concentrações das amostras foi calculada. Os valores da AAT foram obtidos substituindo-se o valor de y na equação da reta pela absorvância equivalente a 1.000 µM de Trolox, sendo os resultados expressos em µM Trolox/g (RUFINO et al., 2007).

#### 3.2.16 Betalaínas

O conteúdo de betalaínas foi determinado segundo a metodologia descrita por Stintzing et al. (2003). O conteúdo de betacianinas e betaxantinas no fruto da palma e fruto do mandacaru foi quantificado diretamente na polpa, com diluição em solução tampão citrato-fosfato 0,05M, pH 6,5 para que as leituras de absorvância a 538 e 480 nm, para betacianina e betaxantina, respectivamente, estivessem entre 0,8 < A < 1,0. Calculados através da fórmula: Betalaína (mg 100 g)<sup>-1</sup> = (A<sub>480 ou 538</sub> · DF · M · 100)/(ε · L), em que :



A é a absorvância, DP fator de diluição, M massa molar e L largura da cubeta (1 cm). Para a determinação do teor de betacianinas foi utilizado  $\epsilon = 60000 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  em  $\text{H}_2\text{O}$  e  $M = 550 \text{ g (mol)}^{-1}$ . Já na determinação do teor de betaxantinas utilizou-se  $\epsilon = 48000 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  em  $\text{H}_2\text{O}$  e  $M = 308 \text{ g (mol)}^{-1}$ .

### 3.2.17 Minerais

Para as análises de macro e microminerais, utilizou-se o material vegetal da determinação da umidade, na qual foram triturados, e acondicionados em recipientes de plásticos para posterior determinação. Os macrominerais N, P, K, Ca e Mg foram extraídos do tecido vegetal pelo método da digestão úmida com ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) e peróxido de oxigênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) método de Kjeldahl. No extrato sulfúrico, foi quantificado o nitrogênio pelo método Kjeldahl, o potássio por fotometria de emissão de chama modelo DM-62, o fósforo por espectrofotometria (modelo SP 1105 – BEL photonics), o Ca, Mg, Mn, Fe e Zn, foram lidos em equipamento de absorção atômica modelo AA 240 FS versão 5.1 (SILVA, 2009). Os resultados das análises foram expressos em  $\text{mg.}100 \text{ g}^{-1}$  de base seca.

### 3.3 Análise estatística

Os resultados foram analisados por estatística descritiva, submetidos à análise de média e  $\pm$  desvio padrão, com o auxílio do software estatístico SISVAR 5.4 (FERREIRA, 2010).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização física e físico-química dos frutos

Os valores médios encontrados, para as medições de massa fresca do fruto (MFF), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), rendimento de polpa (RP) e firmeza do fruto (FF), da palma e dos frutos do mandacaru provenientes do município de Angicos e Mossoró-RN, respectivamente, encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1** - Valores médios e desvio padrão ( $\pm$  DP) obtidos para massa fresca do fruto (MFF), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), rendimento do fruto (RF) e firmeza do fruto (FF) dos frutos de palma e mandacaru.

PORÇÃO	Características									
	MFF (g)		DL (mm)		DT (mm)		RF (%)		FF (N)	
	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP
Fruto da palma	16,55	0,75	30,32	0,65	30,29	0,64	55,78	0,97	36,59	4,48
Fruto do mandacaru	343,1	36,93	22,93	4,93	17,98	4,24	47,33	6,04	-	-

Os frutos da palma apresentaram massa fresca de 16,55 g, e os frutos do mandacaru um valor médio de 343,1 g para massa fresca (Tabela 1). Os frutos da palma obtiveram valores superiores ao encontrado por Souza et al. (2007) de 12,50; 12,59 e 13,00 g, que avaliaram frutos da *T. inamoena* oriundos de diferentes épocas de colheita na região de Cariri-Curimataú-PB. Comparando os valores de massa fresca dos frutos do mandacaru encontrados, verifica-se que os frutos possuem pesos médios superiores aos relatados por Almeida et al. (2009) de 164,5 g e 241,16 g dos frutos de mandacaru provenientes do município de Lagoa Seca e Queimadas, respectivamente. Estudo realizado com frutos do mandacaru provenientes de Petrolina-PE, realizados por Bahia et al. (2010), verificaram valor de massa do fruto de 89,4 g, valor esse bem inferior ao exposto no trabalho. Sabe-se que o peso médio é uma característica importante para o mercado de frutas frescas, uma vez que os frutos mais pesados são também os de maiores tamanhos, tornando-se mais atrativos para os consumidores (SANTOS et al., 2010).

Os diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT) para os frutos da palma tiveram uma média de 30,3 mm. Já para os frutos do mandacaru foram constatados que o diâmetro

longitudinal teve valor igual a 22,94 mm e, no diâmetro transversal, 17,98 mm (Tabela 1). Souza et al. (2007) observaram valores de diâmetro longitudinal variando entre 29,1 mm a 34,4 mm, e para diâmetro transversal 30,6 mm a 32,4 para os frutos da *T. inamoena* proveniente de diferentes épocas de colheita da região de Cariri-Curimataú-PB. Para os frutos de mandacaru verifica-se que os diâmetros longitudinais e transversais divergiram dos relatados por Bahia et al. (2010), que tiveram uma média de 72,6 e 47,71 mm, respectivamente, para os frutos do mandacaru obtidos na cidade de Petrolina-PE. Barbosa et al. (2007) obtiveram para o fruto do mandacaru advindo da caatinga semiárida Paraíba resultados de diâmetro longitudinal e transversal de 80,30 e 72,48 mm, respectivamente, que foram também superiores aos obtidos nesta pesquisa. O tamanho dos frutos varia muito dependendo das condições e local de cultivo (ALMEIDA et al., 2009), o que pode justificar os diferentes tamanhos de frutos obtidos nas pesquisas.

Os dois tipos de frutos apresentaram um alto percentual médio de rendimento em polpa de 55,78 e 47,33% para o fruto da palma e do mandacaru, respectivamente (Tabela 1). O rendimento de polpa presente nos frutos da palma apresentou resultado inferior ao encontrado por Souza et al. (2007), que obtiveram percentual de 62,87% para os frutos da *T. inamoena* provenientes de diferentes épocas de colheita da região de Cariri-Curimataú-PB e superior ao encontrado por Almeida (2013) que obteve valores de 42,40% para os frutos da palma forrageira *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. cv. Gigante e 41,13% para os frutos da variedade Redonda.

Comparando com os resultados obtidos por Almeida et al. (2009) constata-se que o percentual de polpa do mandacaru estudado é superior ao dos frutos do mandacaru oriundos dos municípios de Lagoa Seca e Queimadas, que apresentou rendimento de polpa de 37,23% e 35,27%, respectivamente. Entretanto, foi inferior ao encontrado por Torres et al. (2009) de 61,5% para o rendimento de polpa do mandacaru proveniente da região de Boa Vista-PB. De acordo com Lira Junior et al. (2005), o rendimento médio do fruto é considerado um atributo de qualidade, especialmente para os frutos destinados à elaboração de produtos, cujo valor mínimo exigido pelas indústrias processadoras é de 40%.

No que diz respeito à firmeza dos frutos da palma, o resultado apresentou uma média igual a 36,59 N (Tabela 1). Constata-se que tal valor é superior ao encontrado por Nunes et al. (2012) que foi de 32,02 N para os frutos da palma forrageira *Opuntia ficus-indica* cv. Gigante

colhidos no estágio de maturação três (mais amarelo que verde). O resultado encontrado por Alves (2008) foi inferior, onde a firmeza variou de 17,69 a 18,03 N nos diferentes estádios dos frutos de *O. ficus-indica*, proveniente do município de Arcoverde-PE.

Os resultados das características físico-químicas dos frutos estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** – Valores médios e desvio padrão ( $\pm$  DP) obtidos para acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS), relação SS/AT, açúcares totais (AST) e açúcares redutores (AR) das polpas de frutos de palma e mandacaru e, casca do fruto do mandacaru.

PORÇÃO	Características											
	AT (% ácido cítrico)		pH		SS (%)		Relação SS/AT		AST (%)		AR (%)	
	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP
Polpa do fruto de palma	1,43	0,03	3,46	0,04	9,46	0,28	6,64	0,29	5,46	0,45	3,3	0,37
Polpa do fruto de mandacaru	0,37	0,03	4,57	0,03	9,77	0,32	26,33	2,27	9,14	2,55	7,22	1,71
Casca do fruto do mandacaru	0,46	0,06	4,44	0,48	7,49	0,48	16,08	2,59	5,93	0,65	5,5	0,37

A acidez titulável de uma fruta é dada pela presença de ácidos orgânicos que decrescem em função do avanço da maturação devido à oxidação no ciclo dos ácidos tricarbóxicos, sendo fundamentais na síntese de compostos fenólicos, lipídios e aromas voláteis (CHITARRA e CHITARRA, 2005). O valor médio da porcentagem de ácido cítrico (1,43%) foi encontrado na polpa do fruto de palma, na polpa dos frutos de mandacaru o valor médio foi de 0,37% e na casca do fruto do mandacaru foi de 0,47% (Tabela 2).

Este valor de acidez do fruto da palma foi superior aos resultados descritos por Nascimento et al. (2011), que obtiveram valor de 0,63% para a polpa dos frutos da palma *T. inamoena*, proveniente da comunidade de Cachoeira-PB. Também foi superior ao encontrado por Souza et al. (2007) para polpa (0,63%) e pericarpo carnoso (0,47%) dos frutos da *T. inamoena* provenientes de diferentes épocas de colheita da região de Cariri-Curimataú-PB.

Nascimento et al. (2011), obtiveram com frutos de mandacaru, colhidos na região de Carão-PE, conteúdo de acidez (0,32%) inferior ao presente trabalho, quando comparados aos frutos de mandacaru colhidos na região de Mossoró-RN. Silva et al. (2012) também encontraram nesta pesquisa valores inferiores de acidez da polpa (0,05%) e casca (0,33%) dos frutos do mandacaru, provenientes do município de São Sebastião de Lagoa de Roça-PB.

Os valores médios encontrados do pH para as polpas de frutos de palma e mandacaru, e da casca do fruto do mandacaru foram de 3,46, 4,57 e 4,44, respectivamente (Tabela 2). Nascimento et al. (2011), trabalhando com os frutos da palma *T. inamoena* obtiveram valores de pH 4,4; entretanto, Souza et al. (2007) encontraram valores de 3,73 e 4,74 para polpa e pericarpo carnoso, respectivamente, dos frutos da palma *T. inamoena*, valores estes superiores aos do presente estudo para a polpa de frutos de palma do presente estudo.

Baseado na classificação de Baruffaldi e Oliveira (1998), a polpa e casca de frutos de mandacaru são consideradas como pouco ácida (pH acima de 4,5). Ainda, segundo esses autores, o valor do pH interfere de maneira significativa no desenvolvimento de microrganismos, sendo os produtos poucos ácidos mais susceptíveis ao crescimento de cepas de *Clostridium botulinum* que podem produzir toxinas, requerendo um tratamento térmico de 115,5 °C, ou maior, para obter um controle microbiológico. Resultados semelhantes foram verificados por Almeida et al. (2009), que obtiveram valores médios de pH de 4,38 e 4,50 para as polpas de mandacaru proveniente de Queimadas-PB e Lagoa Seca-PB,

respectivamente. Silva e Alves (2009), obtiveram em suas pesquisas médias de 4,40 para a polpa dos frutos e 4,42 para a casca dos frutos de mandacaru oriundos do vale do Curu-CE, valores inferiores aos encontrados neste estudo com frutos de mandacaru.

Os teores de sólidos solúveis apresentaram valores de 9,46, 9,77 e 7,49% para as polpas de frutos de palma e mandacaru, e da casca do fruto do mandacaru, respectivamente (Tabela 2). Os valores encontrados nesse trabalho para os frutos da palma foram superior a 9% da polpa da *T. inamoena* e inferior aos 10% do pericarpo carnoso da *T. inamoena* citado por Souza et al. (2007); semelhante aos 9,4% relatados por Nascimento et al. (2011) em frutos da *T. inamoena* oriundos da região de Carão-PE. Comparando os resultados obtidos para a polpa e casca, com os resultados descritos por Silva e Alves (2009) foram verificados valores de 11 e 5%, respectivamente.

Silva e Alves (2009) caracterizando a polpa e casca dos frutos de mandacaru provenientes da região vale do Curu-CE, verificaram conteúdo médio de 11 e 5%, respectivamente. Os sólidos solúveis da polpa dos frutos do mandacaru em estudo foram inferiores aos dados de Almeida et al. (2009) que obtiveram 10,5 e 11,5% observados nos frutos de Queimadas e Lagoa Seca-PB, respectivamente. Já Nascimento et al. (2011) conferiram valores de 10,3 e 12,03% para a polpa dos frutos de mandacaru de Carão-PE e Cachoeira-PB, respectivamente, superiores ao presente estudo.

Santos (2009) relata que frutos com alta concentração de sólidos solúveis são geralmente preferidos, tanto para o consumo *in natura* quanto para a industrialização por proporcionarem o benefício de propiciar elevado rendimento no processamento, em razão da maior quantidade de néctar produzido por quantidade de polpa. O teor de sólidos solúveis pode variar com a quantidade de chuva durante a safra, com os fatores climáticos, a variedade da fruta, o solo e a adição de água durante o processamento (SANTOS et al., 2004).

Os teores de sólidos solúveis da fração comestível encontrados para o fruto do mandacaru são considerados elevados quando comparados a outros frutos comercializados, como cupuaçu (4,45 a 12,75%) (SANTOS et al. 2010), umbu-cajá (10%) (SANTOS et al. 2010), melancia (8,0%) (ALMEIDA et al. 2010) e pitanga (10%) (BATISTA et al. 2014).

A relação SS/AT fornece um indicativo do sabor da fruta, pois relaciona a quantidade de açúcares e ácidos presentes. Para a relação SS/AT, os valores médios para este parâmetro seguidos das polpas dos frutos de palma e mandacaru, e da casca do fruto do mandacaru, foram 6,64, 26,33 e 16,08, respectivamente (Tabela 2). Para a polpa dos frutos de palma essa relação foi baixa, sendo este valor inferior aos reportados por Souza et al. (2007), cujos valores foram de 15,88 e 19,50 para polpa e pericarpo carnosos da *T. inamoena*, respectivamente.

Nascimento et al. (2011) verificaram relação de 32,65 e 47,32 para os frutos do mandacaru, quando colhidos com 50 a 80% na cor final (maduros) na região de Pernambuco e Paraíba, respectivamente.

Os teores médios de açúcares totais encontrados neste experimento, para as polpas de frutos de palma e mandacaru, e casca do fruto do mandacaru, foram de 5,46, 9,14 e 5,93%, respectivamente (Tabela 2). Quanto aos açúcares redutores para as mesmas porções citadas, foram de 3,3, 7,22 e 5,5%, respectivamente (Tabela 2). Canuto et al. (2007) avaliando a composição físico-química da polpa do fruto da palma (*Opuntia ficus-indica* L. Mill) oriundos do cariri paraibano, obtiveram teor de açúcares totais e redutores de 13,34 e 11,43%, respectivamente, superiores aos teores do fruto de palma *T. inamoena*. Silva e Alves (2009), que estudaram as características físico-químicas dos frutos do mandacaru, oriundos do vale do Curu-CE, observaram teor médio de açúcares redutores inferiores de 5,76% para polpa e 1,53% para casca. Essas diferenças podem estar relacionadas ao estágio de maturação, local e mudanças climáticas do ano em que foram coletados.



## 4.2 Compostos bioativos e atividade antioxidante dos frutos

A polpa do fruto de palma caracteriza-se por apresentar maior conteúdo de vitamina C de 35,35 mg.100 g<sup>-1</sup> (Tabela 3). Almeida (2013), observaram na polpa de fígado-da-índia (*Opuntia ficus-indica*) valores de 16,91 mg.100 g<sup>-1</sup> de vitamina C para variedade Gigante e de 14,02 de mg (100 g)<sup>-1</sup> para variedade Redonda, esses valores são inferiores ao encontrado nesta pesquisa para fruto da palma *T. inamoena*.

**Tabela 3** – Valores médios e desvio padrão ( $\pm$  DP) obtidos para vitamina C (Vit. C), carotenóides totais (CT) e flavonóides amarelos (FA) das polpas de frutos de palma e mandacaru e, casca do fruto do mandacaru.

PORÇÃO	Características					
	Vit. C mg.100 g <sup>-1</sup>		CT mg.100 g <sup>-1</sup>		FA mg.100 g <sup>-1</sup>	
	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP
Polpa do fruto de palma	35,35	7,13	0,05	0,01	0,67	0,05
Polpa do fruto de mandacaru	10,83	2,84	0,06	0,003	2,35	0,83
Casca do fruto do mandacaru	9,88	1,80	0,06	0,01	3,20	0,44

Souza et al. (2015) estudando a espécie *Cereus fernambucensis*, que também é da família das Cactaceae, verificaram conteúdo de vitamina C de 178 mg.100 g<sup>-1</sup> para a casca do fruto e 22,94 mg.100 g<sup>-1</sup> para a polpa. Já Fernández-López et al. (2010) observaram valores de 14,5 mg.100 g<sup>-1</sup> para *Opuntia undulata*, 18,5 mg.100 g<sup>-1</sup> para *Opuntia ficus-indica*, e 23,3 mg.100 g<sup>-1</sup> para *Opuntia stricta*; esses valores de vitamina C observados nessas espécies da família cactáceas foram inferiores ao observado para fruto de palma (*T. inamoena*) e superiores ao observado para o fruto do mandacaru (*Cereus jamacaru*). Segundo Figueroa-Cares et al. (2010), ressaltam que as diferenças podem estar associadas com as espécies e cultivares, atributos de cultivo, como escassez de água e nutrientes do solo. Para o consumo humano, a Legislação Brasileira recomenda uma ingestão diária para um adulto de 45 mg (BRASIL, 2005). Dessa forma, pode-se inferir que a ingestão aproximada de 2 frutos de palma supre o teor recomendado pela Legislação Brasileira para dieta alimentar diária de adultos.

Os carotenóides são importantes pigmentos amplamente encontrados em todo reino vegetal, alguns exercem papel de provitamina A e atuam como antioxidantes (GIMÉNEZ et al.,2013). Os teores de carotenóides para as polpas de frutos de palma e mandacaru, e casca do fruto do mandacaru apresentaram valores médios de, respectivamente, 0,05, 0,06 e 0,06 mg.100 g<sup>-1</sup> (Tabela 3), sugerindo que o fruto da palma e do mandacaru não são fonte de carotenóides. O teor de carotenóides na polpa dos frutos da palma do presente trabalho foi inferior ao encontrado por Nascimento et al. (2011), onde obteve 2,55 mg.100 g<sup>-1</sup> para polpa da *T. inamoena*. Já Souza et al. (2007) obtiveram níveis de 0,47 e 3,37 mg.100 g<sup>-1</sup> para a polpa e pericarpo carnoso de *T. inamoena*, respectivamente. Comparando com outros frutos de Cactaceae, Souza (2014) verificou teor de carotenóides de 0,13 mg.100 g<sup>-1</sup> para a polpa dos frutos de figo-da-índia (*Opuntia ficus-indica*) provenientes do município de Campina Grande-PB.

Quanto o conteúdo de flavonóides, foram observados valores de 0,67, 2,35 e 3,20 mg.100 g<sup>-1</sup> para as polpas de frutos de palma e mandacaru, e casca do fruto do mandacaru, respectivamente (Tabela 3). Conteúdo de flavonoides da fração comestível do fruto da palma apresentou-se inferior ao observado por Formiga et al. (2015) para frutos de *Tacinga inamoena* provenientes da região da Paraíba, que obtiveram valores de 1,66 mg.100 g<sup>-1</sup>. Nascimento et al. (2011), estudando os flavonóides de *Tacinga inamoena*, constatou que a mesma tem em torno de 10,41 mg de quercentina 100 g<sup>-1</sup>.

Os resultados obtidos por Souza et al. (2014), mediante a análise dos frutos de mandacaru, oriundos da cidade de Picos-PI, mostraram um conteúdo de flavonóides amarelos na polpa e casca, conteúdo de 3,36 e 29,83 mg.100 g<sup>-1</sup>, respectivamente, esses valores para casca é bem superior ao encontrado no presente estudo. Essas divergências encontradas nos valores de flavonoides amarelos podem estar relacionadas às condições climáticas e estágio de maturação.

Na análise do conteúdo de antocianinas totais, as polpas de frutos de palma e mandacaru, e casca do fruto do mandacaru apresentaram valores médios de 0,52, 1,83 e 2,5 mg.100 g<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 4). Valores inferiores foram verificados por Formiga et al. (2015) para o fruto da *Tacinga inamoena*, com 0,05 mg.100 g<sup>-1</sup>. Estudos reportados por Souza et al. (2014), encontraram valores de antocianinas na casca 6,27 mg.100 g<sup>-1</sup> e para

polpa 0,23 mg.100 g<sup>-1</sup> para frutos de mandacaru. A pequena quantidade de carotenoides e antocianinas pode estar relacionada à presença de outros pigmentos, como as betalainas.

**Tabela 4** - Valores médios e desvio padrão ( $\pm$  DP) obtidos para antocianinas totais (ANT), polifenóis extraíveis totais (PET) e atividade antioxidante total (AAT) pelo método ABTS das polpas de frutos de palma e mandacaru e, casca do fruto do mandacaru.

PORÇÃO	Características					
	ANT		PET		AAT	
	mg.100 g <sup>-1</sup>		mg.100 g <sup>-1</sup>		μmol Trolox (100 g) <sup>-1</sup>	
	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP
Polpa do fruto de palma	0,52	0,04	49,97	4,12	0,67	0,13
Polpa do fruto de mandacaru	1,83	0,64	52,86	4,53	0,95	0,09
Casca do fruto do mandacaru	2,5	0,34	47,07	11,19	1,75	0,41

Conforme a Tabela 4, o conteúdo médio de polifenóis extraíveis totais (PET) observados para as polpas de frutos de palma e mandacaru, e casca do fruto do mandacaru foram 49,97, 52,86 e 47,07 mg.100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. O conteúdo de PET do presente trabalho da porção comestível do fruto da palma foi inferior ao obtido por Formiga et al. (2015), que encontraram aproximadamente 81 mg.100 g<sup>-1</sup> para frutos da *Tacinga inamoena* provenientes da região da Paraíba. Mas, foram superiores ao verificado por Lima et al. (2013), que obtiveram em espécies de pitaia (*Selenicereus* e *Hylocereus*) comerciais e nativas do cerrado, conteúdo variando de 11,6 e 23,1 mg.100 g<sup>-1</sup> de compostos fenólicos. Souza et al. (2015) obtiveram conteúdo tanto no extrato aquoso quanto no extrato metanólico das cascas dos frutos de mandacaru de 13,13 mg mL<sup>-1</sup> e 24,78 mg mL<sup>-1</sup> de fenólicos, respectivamente, para frutos provenientes do complexo lagamar Grussaí-Iquipari em Campos dos Goytacazes-RJ.

Yahia e Mondragon-Jacobo (2011) verificaram em diferentes espécies de Cactaceae conteúdos diferentes de fenóis totais: *Opuntia megacantha* e *Opuntia robusta* apresentaram o maior teor de fenólicos totais, cerca de 130 mg.100 g<sup>-1</sup>, e o menor conteúdo fenólico foi encontrado em *O. ficus-indica* com apenas 10 mg.100 g<sup>-1</sup>. Os níveis detectados de fenólicos totais das frações em estudo são consideravelmente altas quando comparadas com outras

frutas, tais como banana 11 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>, abacaxi 15 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>, mamão 26 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> e baixos quando comparados com cereja 670 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> e mirtilo 318 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> (LAKO et al., 2007).

Segundo Rocha et al. (2011), os compostos fenólicos geralmente estão associados ao mecanismo de adaptação e resistência da planta ao meio ambiente, podendo influenciar no sabor, nas propriedades tecnológicas, como escurecimento ou precipitação durante o processamento, assim como no potencial nutritivo e funcional destas frutas.

A atividade antioxidante total (AAT) pelo método ABTS, detectada para as polpas de frutos de palma e mandacaru, e casca do fruto do mandacaru, com valores médios de 0,67, 0,95 e 1,75  $\mu\text{mol Trolox.100 g}^{-1}$ , respectivamente (Tabela 4). Pereira et al. (2013), ao analisarem a atividade antioxidante total pelo método ABTS de frutos de três espécies nativas, observaram que o butiazeiro e mandacaru-de-três-quinhas, destacam-se devido à sua elevada capacidade antioxidante, apresentando valores de 25,96 e 19,61  $\mu\text{mol Trolox.100 g}^{-1}$ , respectivamente. Orozco et al. (2009) verificaram atividade antioxidante para polpa de quatro variedades de pitáia, provenientes de Acatlán de Osorio, México, considerando o trolox de 11,0  $\mu\text{M}$  para pitáia vermelha, 16,8  $\mu\text{M}$  amarela, 12,2  $\mu\text{M}$  cereja e 17,3 para branca, pertencentes ao gênero *Stenocereus stellatus*. Assim, comparado com outras espécies os frutos analisados no presente trabalho teve baixa atividade antioxidante quando analisado pelo método ABTS. Entretanto, necessita-se de mais estudos, onde possa ser analisado por outros métodos de determinação da atividade antioxidantes total, pois existem vários tipos de antioxidantes que podem ser detectados por outros métodos que não foram utilizados nesta pesquisa.

**Tabela 5** – Valores médios e desvio padrão ( $\pm$  DP) obtidos para betalaínas (betacianinas e betaxantinas) das polpas de frutos de palma e mandacaru e, casca do fruto do mandacaru.

PORÇÃO	Características			
	Bc		Bx	
	mg.100 g <sup>-1</sup>		mg.100 g <sup>-1</sup>	
	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP
Polpa do fruto de palma	12,83	3,12	9,63	2,55
Polpa do fruto de mandacaru	6,08	1,85	4,57	1,48
Casca do fruto do mandacaru	6,26	2,27	5,11	1,91

Para o conteúdo de betacianinas e betaxantinas das polpas de frutos de palma e mandacaru e, casca do fruto do mandacaru do presente trabalho foram 12,83, 6,08 e 6,26 mg.100 g<sup>-1</sup> de betacianinas e para betaxantinas, valores médios de 9,63, 4,57 e 5,10 mg.100 g<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 5). O conteúdo de betalaínas dos frutos de palma do presente trabalho apresentaram-se superiores ao constatado por Stintzing et al. (2005) que encontram 7,63 mg.100 g<sup>-1</sup> de betaxantina e 0,66 mg.100 g<sup>-1</sup> de betacianina em clones de (*Opuntia* spp.) provenientes de D' Arrigos Bros; e por Souza (2014), que obteve para o figo da índia (*O. ficus-indica*) 4,69 mg.100 g<sup>-1</sup> de betaxantina e 1,41 mg.100 g<sup>-1</sup> de betacianina. O valor encontrado para a casca do mandacaru foi inferior ao valor encontrado por Santos et al. (2015) nas cascas da pitaiá vermelha *in natura* (*Hylocereus undatus*) cultivada na região de Limoeiro-CE, que foi 94,64 mg.100 g<sup>-1</sup> de betacianinas e 91,66 mg.100 g<sup>-1</sup> de betaxantinas.

As betacianinas são pigmentos nitrogenados, de coloração vermelho-violeta, classificadas quimicamente em quatro tipos: betanina, amarantina, gonferina e bougainvilina (VOLP et al., 2009). Esses pigmentos são pertencentes, juntamente com as betaxantinas, à classe das betalaínas, sendo amplamente utilizados como aditivo de produtos alimentícios. As betalainas, podem ser usados como corantes em sorvetes e iogurtes, ao passo que derivados de antocianinas são limitados pela instabilidade a alterações de pH (STINTZING e CARLE, 2004). No Brasil, o corante natural vermelho de beterraba é de uso permitido em alimentos e bebidas, a beterraba representa a principal fonte comercial da betalaína (concentrado ou pó), sendo restrito o uso da betanina como corante natural, por apresentar uma pobre variabilidade de cor (VOLP et al., 2009).

### 4.3 Minerais

A casca dos frutos do mandacaru apresentaram em sua composição mineral maiores concentrações de nitrogênio  $2056,25 \text{ mg.100 g}^{-1}$ , fósforo  $142,72 \text{ mg.100 g}^{-1}$  e zinco  $3,48 \text{ mg.100 g}^{-1}$ ; já a polpa de mandacaru apresentou maiores teores de potássio  $135,95 \text{ mg.100 g}^{-1}$ , magnésio  $237,72 \text{ mg.100 g}^{-1}$  e ferro  $5,18 \text{ mg.100 g}^{-1}$ . Na polpa dos frutos de palma foi observado maiores concentrações de cálcio  $958,12 \text{ mg.100 g}^{-1}$  e manganês  $7,15 \text{ mg.100 g}^{-1}$  (Tabela 6). A composição mineral das plantas pode variar entre as diferentes espécies e mesmo dentro de cada espécie, de acordo com as condições ambientais às quais elas são submetidas (TAIZ e ZEIGER, 2004).

**Tabela 6** – Valores médios e desvio padrão ( $\pm$  DP) obtidos para nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), zinco (Zn), cálcio (Ca), ferro (Fe) e manganês (Mn) das polpas de frutos de palma e mandacaru e, casca do fruto do mandacaru.

PORÇÃO	Características															
	N		P		K		Mg		Zn		Ca		Fe		Mn	
	mg.100 g <sup>-1</sup>															
	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP	Média	$\pm$ DP
Polpa do fruto da palma	1.159,38	43,75	86,01	50,42	64,5	1,58	99,78	14,35	1,57	0,64	958,13	31,32	0,30	0,28	7,15	4,35
Polpa do fruto de mandacaru	1.006,25	434,57	30,60	2,45	135,95	18,39	237,7	31,39	1,18	0,28	584,69	24,46	5,22	3,83	0,59	0,17
Casca do fruto de mandacaru	2.056,25	294,57	142,72	20,01	61,4	7,25	203,1	30,89	3,48	0,29	112,81	54,20	3,67	2,41	0,8	0,06

O nitrogênio é um elemento mineral requerido pelas plantas, em grandes quantidades, mais do que qualquer outro (EWEL, 2006). O nitrogênio foi o mineral mais abundante na casca dos frutos de mandacaru, com média de 2.056,25 mg.100 g<sup>-1</sup>.

O fósforo age no crescimento do tecido e manutenção do pH normal, além de ser o elemento integrador dos fosfolipídeos da membrana celular (OLIVEIRA et al., 2010). O conteúdo de fósforo encontrado na casca do fruto do mandacaru 142,72 mg.100 g<sup>-1</sup> é superior ao encontrado por Lima et al. (2008) em cascas de jabuticaba 63,33 mg.100 g<sup>-1</sup>, porém apresenta conteúdo inferior ao observado por Arévalo et al. (2014) na casca de grumixama 470 mg.100 g<sup>-1</sup> e acerola 151,52 mg.100 g<sup>-1</sup> (MARQUES et al., 2012); entretanto, semelhante ao observado por Ribeiro (2012) para casca de camu-camu 141 mg.100 g<sup>-1</sup>.

Segundo Franco (2004), o potássio é um mineral muito importante para o organismo, sendo a ingestão média recomendável por adulto de 2000 mg/dia. O conteúdo de fósforo presente na polpa do fruto do mandacaru foi inferior ao constatado por Fonseca (2012) nos frutos de butiazeiros, os teores deste elemento mineral variaram de 1.906,00 a 2.858,49 mg.100 g<sup>-1</sup>. Ainda comparando os teores de potássio deste estudo, as frutas e hortaliças, são consideradas boas fontes de potássio, foi observado que estes foram inferiores ao exposto com destaque para o camu-camu 1.930 mg.100 g<sup>-1</sup> (RIBEIRO, 2012), abacaxi 950 mg.100 g<sup>-1</sup>, banana 1.250 mg.100 g<sup>-1</sup>, couve 4.478 mg.100 g<sup>-1</sup> e espinafre 5.600 mg.100 g<sup>-1</sup> (TACO, 2011).

Quanto ao magnésio, o conteúdo presente na polpa do fruto do mandacaru é superior ao do abacaxi-vermelho 180 mg.100 g<sup>-1</sup>, bananinha-do-mato 220 mg.100 g<sup>-1</sup> (KINUPP e BARROS, 2008), e em frutos de butiazeiros que variaram de 9 a 13,7 mg.100 g<sup>-1</sup> (FONSECA, 2012).

Em relação ao zinco, os teores deste estudo foram superiores ao encontrado por Ribeiro (2012) para a casca do camu-camu 2,4 mg.100 g<sup>-1</sup>.

O conteúdo de cálcio foi maior na polpa dos frutos da palma, este resultado foi superior ao encontrado por Fonseca (2012) para os frutos de butiazeiro com valores de 102,03 mg.100 g<sup>-1</sup>, fruto camu-camu 348 mg.100 g<sup>-1</sup>. Isto provavelmente ocorreu em virtude da polpa que foi avaliada junto à semente, ocasionando valores elevados para o cálcio. Comparando os



teores de cálcio deste estudo com os encontrados em frações comestíveis de frutas tropicais como o maracujá  $5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , abacate  $8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , mamão  $25 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (GONDIM et al., 2005), foi observado que a polpa dos frutos da palma apresentam teores superiores aos frutos citados acima. Souza et al. (2007), caracterizando quimicamente a polpa e o pericarpo de frutos de *T. inamoena*, verificaram as seguintes concentrações de cálcio 232,11 e 587,04  $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , respectivamente. Assim, se compararmos estes valores com os valores encontrados para a polpa do fruto da palma, observa-se que o mesmo apresentaram valores superiores aos encontrados nas frações destas mesmas frutas *in natura*.

O ferro, mineral de grande importância no combate à anemia, está presente em maior quantidade na polpa do fruto de mandacaru. Os valores encontrado no presente trabalho foi inferior ao obtido por Ribeiro (2012) no camu-camu  $17,7 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  e açaí com concentração de  $7,8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (GORDON et al., 2012). Entretanto, superior a outros alimentos considerados fontes de ferro, a exemplo dos frutos de butizeiros 4,8 a  $275 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (FONSECA, 2012), jenipapo  $3,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , beterraba  $2,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  e brócolis  $2,6 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (FRANCO, 2004).

Para os teores de manganês, a polpa do fruto de palma destacou-se com maior conteúdo. Fonseca (2012) e Ribeiro (2012) relatam teores inferiores, em frutos de butiazeiro 3,4 a  $5,7 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  e frutos de camu-camu  $1,4 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ . A recomendação para ingestão diária de manganês na dieta é de 2 a 5 mg de  $\text{Mn}^{2+}$  (MAIGA et al., 2005), sendo assim os teores encontrados na polpa dos frutos da palma podem atender a recomendação.

## 5. CONCLUSÕES

A polpa dos frutos da *Tacinga inamoena* tem elevados teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, e acidez titulável; também são fontes de vitamina C;

A polpa dos frutos do *Cereus jamacaru* tem elevados teores de cálcio e potássio, baixo teores de acidez e elevado conteúdo de açúcares e da relação sólidos solúveis/acidez;

A casca dos frutos do *Cereus jamacaru* tem elevados teores de cálcio, magnésio e fósforo;

A polpa dos frutos de *Tacinga inamoena* e a polpa e casca do fruto de *Cereus jamacaru* tem significativo teores de compostos fenólicos e betaláínas; entretanto, tem baixo conteúdo de antocianinas, carotenóides, flavonóides e atividade antioxidante pelo método ABTS.

Com base nas variáveis de qualidade avaliada no presente estudo, os frutos da *Tacinga inamoena* e do *Cereus jamacaru* tem potencial para comercialização na forma *in natura* e para industrialização.

## 6. REFERÊNCIAS

- AGRA, M. F.; BARACHO, G. S.; BASÍLIO, I. J. D.; NURIT, K.; COELHO, V. P.; BARBOSA, D. A. Sinopse da flora medicinal do cariri paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 323-330, 2007.
- ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. Uso de recursos vegetais da Caatinga: o caso do agreste do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Interciência**, Caracas, v. 27, n. 7, p. 336-346, 2002.
- ALMEIDA, J. Características físicas e físico-químicas de frutos de palma forrageira. **Revista Bahia Agrícola**, v. 9, n. 2, p. 86-89, 2013.
- ALMEIDA, J.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S.; FONSECA, V. J. A. Características dos frutos de palma gigante da região semiárida do estado da Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 25, n. 1, p. 73-79, 2013.
- ALMEIDA, M. L. B.; SILVA, G. G.; ROCHA, R. H. C.; MORAIS, P. L. D.; SARMENTO, J. D. A. Caracterização físico-química de melancia 'quetzali' durante o desenvolvimento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 28-31, 2010.
- ALMEIDA, M. M.; CONRADO, F. L. H.; CONRADO, L. D. S.; MOTA, J. C.; FREIRE, R.M.M. Estudo cinético e caracterização da bebida fermentada do *Cereus jamacaru* D.C. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 10-12, 2011.
- ALMEIDA, M. M.; SILVA, F. L. H.; CONRADO, L. de S.; FREIRE, R. M. M.; VALENÇA, A. R. Caracterização física e físico-química de frutos do mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 15-20, 2009.
- ALMEIDA, M. M.; TAVARES, D. P. S. A.; ROCHA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. C., SILVA, F. L. H.; MOTA, J. C. Cinética da produção do fermentado do fruto do mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 35-42, 2006.
- ALVES, M. A. **Caracterização e aspectos pós-colheita dos frutos de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller oriundos de Arcoverde-Pernambuco**. 2008. 112 p. Tese (Doutorado em Nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.
- ALVES, R. M. V.; BORDIM, M. R.; GARCIA, E. E. C. Aplicação de um modelo matemático na estimativa da vida-de-prateleira de biscoitos “cream craker”. **Coletânea do ITAL**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 89-101, 1996.
- AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenoides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2006.
- ANDERSON, E. F. **The Cactus Family**. Timber Press, Portland, 2001. 776 p.
- ANDRADE LIMA, D. **Plantas das caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1989.

ARÉVALO, R. P.; PEGORARO, S. L.; SILVA, L. A.; MALDONADO, C. A. B.; ARTHUR, V.; ARÉVALO-PINEDO, A. Concentração de minerais presentes em frutos de grumixameira. In: I- SEMINARIO DE AGROECOLOGIA DA AMERICA DO SUL, 2014, DOURADOS. AGROECOL 2014, v. 1. p. 1-12, 2014.

BAHIA, E. V. A.; MORAIS, L. R. V.; SILVA, M. P.; LIMA, O. B. V.; SANTOS, S. F. Estudo das características físico-químicas do fruto do mandacaru (*Cereus jamacaru* P.DC.) cultivado no sertão Pernambucano In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica (CONNEPI), 5., 2010. **Anais...**Maceió: IFAL, 2010. CD-Rom.

BALBINO, J. M. S. Colheita, pós-colheita e fisiologia do amadurecimento do mamão. In: Martins, D. S.; Costa, A. F. S. (Eds.). **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, 2003. p. 405-439.

BARBOSA, A. S.; ARAÚJO, A. P.; CANUTO, T. M.; DANTAS, J. P. Avaliação da composição química do mandacaru advindo da Caatinga semi-árida paraibana. I Congresso Norte-Nordeste de Química, Natal, campus da UFRN, 2-4 de abril, 2007.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Fatores que condicionam a estabilidade de alimentos. In: BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, v. 3, p. 13-25, 1998.

BATISTA SOBRINHO, I. S. **Propriedades nutricionais e funcionais de resíduos de abacaxi, acerola e cajá oriundos da indústria produtora de polpas**. 2014. 166 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.

BATISTA, A. D.; FONSECA, A. A. O.; COSTA, M. A. P. C.; BITTENCOURT, N. S. Caracterização física, físico-química e química de frutos de pitangueiras oriundas de Cinco Municípios Baianos. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 26, n. 3, p. 397-407, 2014.

BELTRÁN-OROZCO, M. C.; OLIVA-COBA, T. G.; GALLARDO-VELÁZQUEZ, T.; OSORIO-REVILLA, G. Ascorbic acid, phenolic content, and antioxidant capacity of red, cherry, yellow and white types of pitaya cactus fruit (*Stenocereus stellatus* Riccobono). **Agrociencia**, México, v. 43, n. 2, p. 153-162, 2009.

BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A., VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; PESSOA, R. A. S.; BLEUEL, M. P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1902-1909, 2007.

BRASIL. ANVISA. Resolução RDC nº 270 de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal". **D.O.U. - Diário Oficial da União**; Poder Executivo, Brasília, DF, de 23 de set. de 2005.

BRASIL. Instrução Normativa n.1, de 07 de janeiro de 2000. Estabelece o Regulamento Técnico para a Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para a polpa de fruta. **Diário**

**Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. Seção 1, n. 6, p. 54-58, 2000.

BRITTON, N. L.; ROSE, J. N. **The Cactaceae: descriptions and illustrations of plants of the cactus family**. The Carnegie Institution of Washington, Gibson Brothers Press, Washington D.C., 1920.

BRUHN, J. C.; LINDGREN, J. E. Cactaceae alkaloids. XXIII. Alkaloids of *Panchycereus pecten-aborigium* and *Cereus jamacaru*. **Lloydia**, Cincinnati, v. 39, p. 175-177, 1976.

BUTERA, D.; TESORIERE, L.; DI GAUDIO, F.; BONGIORNO, A.; ALLEGRA, M.; PINTAUDI, A. M.; KOHEN, R.; LIVREA, M. A. Antioxidant activities of Sicilian prickly pear (*Opuntia ficus indica*) fruit extracts and reducing properties of its betalains: betanin and indicaxanthin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 6895-6901, 2002.

CAI, Y.Z.; SUN, M.; CORKE, H. Characterization and application of betalain pigments from plants of the Amaranthaceae. **Trends Food Science Technology**, n. 16, p. 370-376, 2005.

CANUTO, T. M.; PIRES, V. C. F.; ARAÚJO, A. P.; BARBOSA, A. S. BARBOSA, A. S. Avaliação da composição físico-química da polpa do fruto da palma. Disponível em: [http://annq.org/congresso2007/trabalhos\\_apresentados/T32.pdf](http://annq.org/congresso2007/trabalhos_apresentados/T32.pdf). Acesso em: 27 julh. 2015 In: Congresso Norte-Nordeste de Química, 1., 2007, Natal. **Anais ...** Natal: UFRN, 2007. CD-Rom.

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico**. Mossoró: ESAM, 1995. 62 p. (Coleção Mossoroense, Série B).

CARVALHO, P. G. B.; MACHADO C. M. M.; MORETTI C. L.; FONSECA, M. E. N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 397-404, 2006.

CASTRO, A. S.; CAVALCANTE, A. **Flores da caatinga: Caatinga flowers**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2010. 116 p.

CENCI, S. A. Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar. In: NASCIMENTO NETO, FENELON. (Org.). **Recomendações Básicas para a Aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 67-80 p.

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

COELHO, A. H. R. Qualidade pós-colheita de pêssegos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 180, p. 31-39, 2004.

COHEN, K. O.; PAES, N. S.; COSTA, A. M.; TUPINAMBÁ, D. D; SOUSA, H. N.; CAMPOS, A. V. S.; SANTOS, A. L. B.; SILVA, K. N.; FALEIRO, F. G.; FARIA, D. A. COSTA, N., M., B.; PELUZIO, M., C., G. **Nutrição Básica e Metabolismo**. UFV, 201 p., curso de pós-graduação á distância: Nutrição, Dietética e Dietoterapia, 2007.

CRUZ, A. P. G. **Avaliação da influência da extração e microfiltração do açaí sobre sua composição e atividade antioxidante**, 2008, 88 p. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Bioquímica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

CZAJKA-NARINS D. M. In: Minerais. Mahan LK & Escott-Stump S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 11 ed. São Paulo:Roca, 2005.

DAVET, A.; CARVALHO, J. L. S.; DADALT, R. C.; VITUOSO, S., DIAS, J. F.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G. Cereus jamacaru: a non buffered LC quantification method to nitrogen compounds. **Chromatographia**, v. 69, n. 2, p. 245-247, 2009.

DIBARTOLA, P. S.; WILLARD, M. D. **Fluid, electrolyte and acid-base disorders: In small animal practice**. Missouri (Elsevier), 2006. Disponível em:<<http://books.google.com.br/books?>>. Acesso em 15/02/2016.

DOUGLAS, C. R. Fisiologia aplicada à nutrição. ed. 2. Guanabara Koogan: São Paulo, 2006. 1074 p.

EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S.A. vinculada à Secretaria de Estado da Agricultura, da Pecuária e da Pesca. DOCUMENTOS 39 ISSN 01034197, 2011.

EWEL, J. J. Species and rotation frequency influence soil nitrogen in simplified tropical plant communities. **Ecological Applications**, Tempes, v. 16, n. 2, p. 490-502, 2006.

FELIPE, E. M. F. COSTA, J. M. C. MAIA, G. A. HERNANDEZ, F. F. Avaliação da qualidade de parâmetros minerais de pós-alimentícios obtidos de casca de manga e maracujá. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 1, p. 79-83, 2006.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. A.; ALMELA, L.; OBÓN, J. M.; CASTELLAR, R. Determination of antioxidant constituents in cactus pear fruits. **Plant Foods Hum Nutr.**, v. 65, p. 253–259, 2010.

FERREIRA, D. F. **SISVAR - Sistema de análise de variância**. Versão 5.4. Lavras-MG; UFLA, 2010.

FIGUEROA-CARES, I.; MATRINEZ-DAMIÁN, M. RODRIGUEZ-PÉREZ, E.; COLINAS-LÉON, M. T.; VALLE-GUADARRAMA, S.; RAMIREZ-RAMIREZ, S.; GALLEGOS-VÁZQUEZ, C. Contenido de pigmentos, otros compuestos y capacidade antioxidante em 12 cultivares de tuna (*Opuntia* spp.) de México. **Agrociência**, México, v. 44, p. 763-771, 2010.

FONSECA, L. X. **Caracterização de frutos de butiazeiro (*Butia odorata* Barb. Rodr.) Noblick & Lorenzi e estabilidade de seus compostos bioativos na elaboração e armazenamento de geleias**. 2012. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

FORMIGA, A. S., COSTA, F. B., SILVA, M. S., CALADO, J. A., MATOS, J. D. P. Compostos fenólicos e flavonoides em fruto de palma. **Congresso Brasileiro de Processamento Mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 2015, 001.

FRANCIS, F. J. Analysis of Anthocyanins. In: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as Food Colors**. London, 1982. 263 p.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9ª edição. São Paulo: Editora Atheneu, 2007. 307 p.

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

GIULETTI, A. M.; HARLEY, R.M.; QUEIROZ, L.P.; BARBOSA, M.R.V.; BOCAGENA, A.L.; FIGUEIREDO, M.A. **Plantas endêmicas da caatinga**. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; GIULIETTI, A.M.; VIRGÍNIO, J.F.; GAMARRA-ROJAS, C.F.L. Vegetação e Flora da Caatinga. Pernambuco. Associação Plantas do Nordeste - APNE, 2002.

GLOBO RURAL. No RN, agricultores valorizam o fruto da palma, planta típica da caatinga. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2013/08/no-rn-agricultores-valorizam-o-fruto-da-palma-planta-tipica-da-caatinga.html>> Acesso em: 05 de mai. 2013.

GONÇALVES, A. E. S. S. **Avaliação da capacidade antioxidante de frutas e polpas de frutas nativas e determinação dos teores de flavonóides e vitamina C**, 2008, 88 p. São Paulo: Universidade de São Paulo, Dissertação do Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, 2008.

GONÇALVES, E. C. B. A. **Análise de alimentos: uma visão clínica da nutrição**. São Paulo: Livraria Varela, 2009. 274 p.

GONDIM, J. A. M. MOURA.; M. F. C.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GORDON, A.; CRUZ, A. P. G.; CABRAL, L. M. C.; FREITAS, S. C.; TAXI, C. M. A. D.; DONAGELO, C. M.; MATTIETTO, R. de A.; FRIEDRICH, M.; MATTA, V. M.; MARX, F. Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of Açaí fruits (*Euterpe oleraceae* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**, v. 133, p. 256-263, 2012.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 27, p. 42-49, 1962.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª ed. São Paulo, v. 1, 2005. 533 p.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 846-857, 2008.

KLUGE, A. A.; NACHINELLO, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado. 2. ed. ver. e ampl. Lavras: Emopi, 2002. 214 p.

KONG, J.M.; CHIA, L.S.; GOH, N.K.; CHIA, T.F.; BROUILLARD, R. Analysis and biological activities of anthocyanins. **Phytochemistry**, v. 64, n. 5, p. 923-933, 2003.

LAKO, J.; TRENERRY, V. C.; WAHLQVIST, M.; WATTANAPENPAIBOON, N.; SOTHEESWARAN, S.; PREMIER, R. Phytochemical flavanols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetable and other readily available foods. **Food Chemistry**, v. 101, p. 1727-1741, 2007.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, p. 207-220, 2000.

LIMA, A. C. **Estudo Taxonômico de Cactaceae Juss. no Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil**. 2012. 65 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)-Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.

LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; ALVES, A. C.; ABREU, C. M. P.; DANTAS-BARROS, A. Caracterização química do fruto jaboticaba. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición: Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición**, Caracas, v. 58, n. 4, p. 416-421, 2008.

LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COHEN, K. O.; GUIMARÃES, T. G. Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 565-570, 2013.

LIMA, J. L. S. **Plantas forrageiras das caatingas: usos e potencialidades**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA/PNE/RBG-KEW, 1996. 40 p.

LIRA JÚNIOR, J. S.; MUSSER, R. S.; MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LEDERMAN, I. E.; SANTOS, V. F. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias spp*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 757-761, 2005.

LUCENA, C. M.; CARVALHO, T. K. N.; RIBEIRO, J. E. S.; QUIRINO, Z. G.M.; CASAS, A.; LUCENA, R. F. P. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. **Revista Gaia Scientia**, v. 9, n. 2, p. 77-90, 2015.

LUCENA, C.M.; COSTA, G.G.S.; CARVALHO, T.K.N.; GUERRA, N.M.; QUIRINO, Z.G.M.; LUCENA, R.F.P. Uso e conhecimento de cactáceas no município de São Mamede



(Paraíba, Nordeste do Brasil). **Revista de Biologia e Farmácia - Biofar**, volume especial, p. 121-134, 2012.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Roca, 2005. 35-167 p.

MAIGA, A.; DIALLO, D. Bye. R.; PAULSEN, B. S. Determination of some toxic and essential metal ions in medicinal and edible plants from Mali. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 2316-2321, 2005.

MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAUJO, M. T.; MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, A. U. O. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica L.*) cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 1206-1210, 2010.

MARQUES, T. R.; LINO, J. B. R.; SIMÃO, A. A.; ALVES, A. P. C.; CORRÊA, A. D.; LAGE, F. F. **Minerais e propriedades funcionais em resíduos agroindustriais de acerola (*Malpighia emarginata* d.c.)**. Recife, 2012.

MAYWORM, M.; SALATINO, A. Teores de óleo e composição de ácidos graxos de sementes de *Cereus jamacaru* DC (Cactaceae), *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae) e *Anadenanthera colubrina* 90 (Benth) Brenan var *cebil* (Griseb.) Von Altschul. (Mimosaceae). **Sitientibus**, Feira de Santana, n. 15, p. 201-209. 1996.

MAZZA, G.; CACACE, J. E.; KAY, C. D. Methods of analysis for anthocyanins in plants and biological fluids. **Journal of AOAC International**, v. 87, n. 1, p.129-145, 2004.

MEIADO, M. V.; ALBUQUERQUE, L. S. C.; ROCHA, E. A.; ROJAS-ARÉCHIGA, M.; LEAL, I. R. Seed germination responses of *Cereus jamacaru* D.C. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) to environmental factors. **Plant Species Biology**, v. 25, n. 2, p. 120-128, 2010.

MENDONÇA, E. Fruta da caatinga é usada para fazer sorvete no RN. Disponível em: <http://g1.globo.com/rn/riogrande-do-norte/noticia/2013/04/empresaria-usa-fruto-da-caatinga-para-fazer-sorvete-no-rn.html>> Acesso em: 17 de agosto 2013.

MICHELLETI, A.; ROSSI, R.; RUFINI, S. Zinc status in athletes: relation to diet and exercise. **Sports Med**, v. 31, n. 8, p. 577-582, 2001.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, p. 426-8, 1959.

MONTEIRO, C. S.; BALBI, M. E.; MIGUEL, O. G.; PENTEADO, P. T. P. S.; HARACEMIV, S. M. C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 25-31, 2008.

NASCIMENTO, V. T.; MOURA, N. P.; VASCONCELOS, M. A. S.; MACIEL, M. I. S.; ALBUQUERQUE, U. P. Chemical characterization of native wild plants of dry seasonal forests of the semi-arid region of northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 2112-2119, 2011.

NUNES, J. de. S. **Mandacaru, um remédio paliativo**. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2015/03/26/mandacaru-um-remedio-paliativo-artigo-de-juracy-nunes>>. Acesso em: 26 mar. 2015.

NUNES, J. T.; FIGUEIRÊDO, R. F.; QUEIROZ, A. J. M.; SANTIAGO, V. M. S.; GOMES, J. P. Caracterização química e colorimétrica da polpa do mandacaru. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 28, n. 2, p. 102-106, 2013.

NUNES, V. X.; DIAS, V. F.; COTRIM, E. S.; SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, C. G. Caracterização física e físico-química de frutos da palma gigante em diferentes estádios de maturação. In: VII CONNEPI, 2012, Palmas. VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2012.

OLIVEIRA, F. M. N.; ALEXANDRE, H. V.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; OLIVEIRA, A. R. Características físico-químicas da polpa e casca do fruto do mandacaru. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 19. 2004, Recife. **Anais...** Recife: Centro de Convenções de Pernambuco, 2004. CDROM.

OLIVEIRA, M. A.; OSÓRIO, M. M. Consumo de leite de vaca e anemia ferropriva na infância. **Jornal de Pediatria**, Porto Alegre, v. 81, p. 361-367, 2005.

OLIVEIRA, M. E. B.; GUERRA, N. B.; MAIA, A. H. N.; ALVES, R. L.; MATOS, N. M. S.; SAMPAIO, F. G. M.; LOPES, M. M. T. Características químicas e físico-químicas de pequis da chapada do Araripe, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 114-125, 2010.

OLIVEIRA, M. R. T.; LIMA, E. D. P. A.; LIMA, A. A.; SILVA, A. Q.; REGO, F. A. O. Caracterização física e físico-química de frutos de palma (*Opuntia monacatha*, HOW.) e mandacaru (*Cereus peruvianus*, MILL). **Agropecuária Técnica**, v. 13, n. 1/2, p. 49-53, 1992.

PEREIRA, M. C.; STEFFENS, R. S.; JABLONSKI, A.; HERTZ, P. F.; RIOS, A. O.; VIZZOTTO, M.; FLÔRES, S. H. Characterization, bioactive compounds and antioxidant potential of three Brazilian fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 29, n. 1 p. 19-24, 2013.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CARLIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v. 39, p. 791-800, 2006.

PERON, A. P. **Esterases para a análise de variabilidade genética em mandacaru (Cactaceae)**. 2011. 46 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2011.

PIGA, A. **Cactus pear: A fruit of nutraceutical and functional importance**. Dipartimento di Scienze Ambientali Agrarie e Biotecnologie Agro-Alimentari Viale Italia 39, 07100 Sassari, Italy. 2004.

PILETTI, R. **Extração da mucilagem da tuna (*Cereus hildmaniannus* K. Schum) para aproveitamento industrial**. 2011. 96 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

PORTO, R. G. C. L. **Influência do estágio de maturação no teor de compostos bioativos e atividade antioxidante no cajuí (*Anacardium humile* St. Hill) e Castanhola (*Terminalia catappa* L.)**. 2014. 65 p. Dissertação (Mestrado em Qualidade de Alimentos) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2014.

RIBEIRO, P. F. de A. **Compostos bioativos e camu-camu (*Myrciaria dubia*) em função do ambiente de cultivo e do estágio de maturação**. 2012. 128 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

ROCHA, E. A.; AGRA, M. F. Flora do pico do jabre, Brasil: Cactaceae juss. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 1, n. 16, p. 15-21, 2002.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS.**+. Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 4p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 128).

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1002, 2010.

SANTOS JUNIOR, A. F.; KORN, M. G. A.; JAEGER, H. V.; SILVA, N. M. S.; COSTA, A. C. S. Determinação de Mn, Cu e Zn em matrizes sólidas após separação e pré-concentração usando amberlite XAD-7 impregnada com vermelho de alizarina S. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 6, p. 1086-1090, 2002.

SANTOS, F. A.; SALLES, J. R. J.; CHAGAS FILHO, E. ; RABELO, R. N. Análise qualitativa das polpas congeladas de frutas produzidas pela SUFRUTS, MA. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 119, p. 14-22, 2004.

SANTOS, F.S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F; QUEIROZ, A. J. M.; SANTIAGO, V. M. S. Concentração de betalaínas na casca da pitaya vermelha. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia - CONTECC, 2015, Fortaleza - CE. Agronomia, 2015. v. 1.

SANTOS, G. M.; MAIA, G.; SOUSA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W.; COSTA, J. M. C.; FONSECA, A. V. V. Atividade antioxidante e correlações com componentes bioativos de produtos comerciais de cupuaçu. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 7, p. 1636-1642, 2010.

SANTOS, M. B. **Conservação da polpa de umbu-cajá (*Spondias sp.*) por métodos combinados**, 2009, 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2009.

SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* X *S. mombin*) provenientes do Recôncavo Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1089-1097, 2010.

SANTOS, T. C.; JÚNIOR, J. E. N.; PRATA, A. P. N. Frutos da Caatinga de Sergipe utilizados na alimentação humana. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 8, n. 4, p. 1-7, 2012.

SASS-KISS, A.; KISS, J.; MILOTAY, P.; KEREK, M. M.; TOTH-MARKUS, M. Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. **Food Research International**, v. 38, n. 8-9, p.1023-1029, 2005.

SCHEINVAR, L. **Cactaceae**. In: Reitz, R. (org.) Flora Iustrada Catarinense, Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. 1985.

SIGRIST, J. M. M. Respiração. In: BLEINROTH, E. W. (Coord.) et al. **Tecnologia de póscolheita de frutas tropicais**. 2. ed. rev. Campinas: ITAL, 1992. 19-26 p. (Manual Técnico, 9).

SILVA, A. O.; FILHO, A. M.; SILVA, J. A. S.; GORGONIO, B. C. da R. Caracterização físico – química da polpa e casca de frutos do Mandacará (*Cereus jamacaru*). Encontro Nacional de Educação, ciência e tecnologia/ UEPB. Campina Grande- PB, 2012.

SILVA, E. P. **Caracterização do desenvolvimento de frutos do cerrado: marolo (*Annona crassiflora*, Mart.) e gabioba (*Campomanesia pubescens*)**. 2009. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2009.

SILVA, G. G.; MORAES, P. L. D.; ROCHA, R. H. C.; SANTOS, E. C.; SARMENTO, J. D. A. Caracterização do fruto da cajaraneira em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 159-163, 2009.

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

SOUSA, A. C. P.; LIMA, L. A. R.; CALOU, I. B. F.; MEDEIROS, S. R. A.; PORTELA, J. V. F. Teor de antocianinas e flavonoides amarelos presentes na casca e polpa do fruto do mandacaru (*Cereus jamacaru*). In: VII Simpósio Iberoamericano de Plantas Mediciniais e II Simpósio Iberoamericano de Investigação em Câncer, Ilhéus, 2014.

SOUZA, A. C. M.; GAMARRA-ROJAS, G.; ANDRADE, S. A. C.; GUERRA, N. B. Características físicas, químicas e organolépticas de quipá (*Tacinga inamoena*, Cactaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 292-295, 2007.

SOUZA, C. N. **Características físicas, físico-químicas e químicas de três tipos de jenipapos (*Genipa americana* L.)** 2007. 72 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia, 2007.

SOUZA, R. D.; NUNES, C. dos R.; PEREIRA, S. M. de F.; OLIVEIRA, R. R.; OLIVEIRA, D. B. Atividade antioxidante, teor de taninos, fenóis, ácido ascórbico e açúcares em *Cereus fernambucensis*. **Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 17, n. 1, p. 183-201, 2015.

SOUZA, R. L. A. de. **Estudo da funcionalidade de espécies comestíveis do semiárido nordestino e estratégias para sua utilização como ingredientes para fins alimentícios**. 2014. 127 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

STEGLICH, W.; STRACK, D. Betalains. In: BROSSI, A. **The Alkaloids Chemistry and Pharmacology**. v. 39. San Diego, California: Academic Press Inc, 1990. 1-62 p.

STINTZING, F. C.; CARLE, R. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. **Trends in Food Science and Technology**, v. 15, n. 1, p. 19-38, 2004.

STINTZING, F. C.; HERBACH, K. M.; MOSSHAMMER, M. R.; CARLE, R.; YI, W.; SELLAPPAN, S.; AKOH, C. C.; BUNCH, R.; FELKER, P. Color, betalain pattern, and antioxidante properties of cactus pear (*Opuntia* spp.) clones. **Journal Agricultural Food Chemical**, v. 53, n. 2, p. 442-451, 2005.

STINTZING, F. C.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. Evaluation of color properties and chemical quality parameters of cactus juices. **Food Resource Technology**, v. 216, n. 4, p. 303-311, 2003.

STROHECKER, R.; HENINING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 42 p.

TACO – **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. revisada e ampliada. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011. 161 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 720 p.

TAYLOR, N. Cactaceae. In: Oldfield, S. (ed.). **Cactus and succulent plants: status survey and conservation action plan**. IUCN, Gland, Cambridge, 1997. 17-20 p.

TAYLOR, N. P. & ZAPPI, D. **Distribuição das espécies de Cactaceae na Caatinga**. In: **Vegetação e flora da Caatinga** (SAMPAIO, E. V. S. B. et al., Ed.). Associação Plantas do Nordeste – APNE, Centro Nordestino de Informações sobre Plantas – CNIP, Recife, PE. 2002.

TAYLOR, N. P.; ZAPPI, D. C. **Cacti of eastern Brazil**. Royal Botanic Gardens, Kew, 2004. 499 p.

TORRES, L. B. V.; BRITO PRIMO, D. M.; ANDRADE, M. G. S.; SILVA, S. M.; LOPES, M. F. Quality of plated cereus (*Cereus jamacaru* D.C.) fruit harvested in different maturity stages. **Acta Horticulturae**, v. 811, p. 179-184, 2009.

VALENTE, L. M. M. SANTOS, F. A. L. dos. CUNHA, A. G. Estudo químico e farmacológico dos frutos de duas espécies de cactos brasileiros: *Cereus jamacaru* e *Opuntia stricta*. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRJ, 23., 2001, Rio de Janeiro. **Anais...**Rio de Janeiro: UFRJ, 2001, CD.

VILAS BOAS, E. V. B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 68 p.

VILLABONA ORTIZ, A.; PAZ ASTUDILLO, I. C.; MARTINEZ GARCIA, J. **Characterization of *Opuntia ficus-indica* for using as a natural coagulant**. Revista Colombiana de Biotecnología, vol. 15, n. 1, p. 137-144, 2013.

VIZZOTTO, M.; SCHIAVON, M. V.; MUNHOZ, P. C.; COELHO, D. do S.; NACHTIGAL, J. C. Determinação de compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em genótipos de pitáia (espécies não determinadas). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 23., 2014, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SBF, 2014.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; STRINGUETA, P. C. Pigmentos naturais bioativos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2009.

YAHIA, E. M.; MONDRAGON-JACOBO, C. Nutritional components and antioxidant capacity of ten cultivars and lines of cactus pear fruit (*Opuntia* spp.). **Food Research International**, v. 44, p. 2311–2318, 2011.

YAHIA, M. E.; ORNELAS-PAZ, J. J. **Fruit and vegetable phytochemicals: Chemistry, nutritional value and stability**. Wiley-Blackwell, 2010. 177-222 p.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v. 57, p. 508-514, 1954.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; MACHADO, M. Cactaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível: (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000070>). 2012.