

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FUNDAMENTAIS E SOCIAIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**QUALIDADE, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ATIVIDADE DA PEROXIDASE
DURANTE A MATURAÇÃO DE FRUTOS DE FACHEIRO (*Pilosocereus pachycladus*
RITTER)**

THIANE DE LIMA RODRIGUES

Areia-PB

Junho-2016

THIANE DE LIMA RODRIGUES

**QUALIDADE, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ATIVIDADE DA PEROXIDASE
DURANTE A MATURAÇÃO DE FRUTOS DE FACHEIRO (*Pilosocereus pachycladus*
RITTER)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Silvanda de Melo Silva, PhD – Orientadora

Areia-PB

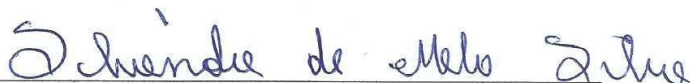
2016

**QUALIDADE, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ATIVIDADE DA PEROXIDASE
DURANTE A MATURAÇÃO DE FRUTOS DE FACHEIRO (*Pilosocereus
pachycladus* RITTER)**

Aprovado em 15 de Junho de 2016.

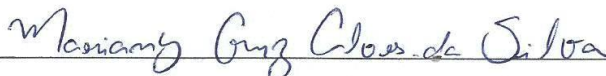
Trabalho de conclusão de curso
apresentado à coordenação do curso de
Agronomia da Universidade Federal da
Paraíba como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheira
Agrônoma.

BANCA EXAMINADORA



Prof. SILVANDA DE MELO SILVA, PhD

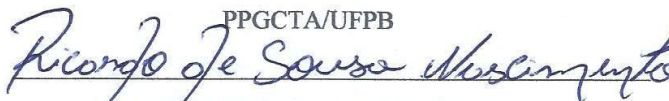
Orientadora
DCFS/CCA/UFPB



MARIANY CRUZ ALVES DA SILVA

Examinadora

PPGCTA/UFPB



RICARDO DE SOUSA NASCIMENTO

Examinador

PPGA/CCA/UFPB

Areia, PB

Junho de 2016

Á **Deus**, pelo dom da vida, por livrar-me das tentações e através de seu grandioso poder, justiça e bondade para com seus servos, dar-me as vitórias através das minhas conquistas tanto pessoal, sentimental e profissional por toda minha vida.

Em especial a professora **Silvanda de Melo Silva**, pela confiança, direcionamento, e orientação ao trabalho, além de ser para mim exemplo em profissionalismo, respeito para com seus orientados sem que passe diferenças de comportamentos para com seus orientados e pelo carinho através da amizade expressas em palavras e ações.

A Dra. **Ana Lima Dantas** pela contribuição a este trabalho como também encorajando-me com palavras de incentivo como: - deixe de medo, não chore não, melhore nisso.

Aos **Doutorandos Ricardo de Sousa Nascimento e Mariany Cruz Alves da Silva** pela contribuição dada a este trabalho, com a participação como examinadores.

Aos meus amigos, **Maria das graças** (gracinha), **Assys, Luana Carneiro, Luciana, Renato Pereira, Antônio Fenando, Antônio Augusto, Leonardo, Alex, Renato Dantas, George Henrique**, pela contribuição ao trabalho e em outros, respeito e amizade.

Aos amigos de Turma, **Fábio, Marcos Antônio, Fernando Antônio, Denizard e Damião** pelo companheirismo, respeito e amizade durante todo o curso.

A **equipe do Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita**, em especial a **Dona Rosane** (pelo carinho de mãe se preocupando em dias atarefados, tanto pela minha alimentação, quanto, ao ver que eu não estava bem), em fim agradeço a todos os colegas de pesquisa.

Agradeço!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELA	vii
LISTAS DE ABREVIATURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1.INTRODUÇÃO	1
2.OBJETIVO	3
2.1Objetivo geral	3
2.2Objetivos específicos	3
2.REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1Cactaceae	4
3.2Facheiro (<i>Pilosocereus pachycladus</i> Ritter)	4
3.4 Compostos bioativos e atividade antioxidante	8
3.4.1 Ácido ascórbico.....	9
3.4.2 Polifenóis extraíveis totais	10
3.4.3 Flavonoides amarelos.....	11
3.4.4 Betalaínas	12
3.4.5 Atividade antioxidante DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazil).....	14
3.5 Atividade enzimática da peroxidase	15
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1 Matéria prima.....	16
4.2 Avaliações.....	17
4.2.1 Determinação de termos descritores:	17
4.2.2 Determinações físicas	17
4.3.3 Físico-químicas	18
4.3.4 Compostos bioativos e atividade antioxidante	18
4.3.5 Atividade enzimática da peroxidase	20
4.6 Análises estatísticas	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1 Termos descritores	22
5.2 Características físicas.....	24
5.3 Compostos bioativos e atividade antixiodante	29
5.4 Atividade enzimática da peroxidase	33
6. CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Espécie vegetal da família cactácea Facheiro (<i>Pilosocereus pachycladus</i> Ritter).....	5
Figura 2. Estrutura do ácido L-ascórbico.	9
Figura 3. Oxidação do ácido L-Ascórbico em L-deidroascórbico.	10
Figura 4. Reação do ácido Gálico com molibdênio, componente do reagente de Folin Ciocalteu, sofre redução e a meio reacional muda de coloração amarela para azul.....	11
Figura 5. Estruturas de compostos fenólicos, favonoídes e suas classes.....	12
Figura 6. Estrutura das Betalaínas em (A) betacianinas e (B) bataxantinas.....	13
Figura 7. Estrutura química de DPPH antes da reação e produto estrutural química resultante da reação.	15
Figura 8. Localização do Município de Pocinhos-PB no mapa da Paraíba (A), área de coleta das espécies (B) facheiro (C) e flor e fruto (D).	16
Figura 9. Frutos de facheiro selecionados em três estádios de maturação: totalmente verde (V), início de pigmentação roxa (IP), e totalmente roxa (R).....	17

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Termos descritores relacionados à coloração interna e externa de frutos do facheiro colhidos em três estádios de maturação, determinados através de painel aberto composto por 15 julgadores treinados.....	22
Tabela 2. Termos descritores relacionados à aparência geral, interna e externa, de frutos do facheiro colhidos em três estádios de maturação, determinados através de painel aberto composto por 15 julgadores treinados.....	23
Tabela 3. Valores médios das características físicas dos frutos de facheiro	24
Tabela 4. Valores médios das características para os parâmetros em coloração dos frutos de facheiro	26
Tabela 5. Valores médios das características, físico-químicas e atividade antioxidante dos frutos de facheiro.....	27
Tabela 6. Valores médios para compostos bioativos, atividade antioxidante e atividade da peroxidase dos frutos de facheiro	30

LISTAS DE ABREVIATURAS

AA	Ácido ascórbico
AT	Acidez titulável
BTc, BTx	Betalaínas (betacianinas e betaxantinas,)
DPPH	2,2-difenil-1-picrilidrazil
L*, a* e b*	Luminosidade, transição da verde para vermelha e azul para amarela
PET	Polifenóis Extraíveis Totais
pH	Potencial hidrogeniônico
POD	Peroxidase
SS	Sólidos solúveis
SS/AT	Relação sólidos solúveis / acidez titulável
V, IP e R	Totalmente verde, início de pigmentação roxa e totalmente roxa.

RODRIGUES T. L. **QUALIDADE, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ATIVIDADE DA PEROXIDASE DURANTE A MATURAÇÃO DE FRUTOS DE FACHEIRO** (*Pilosocereus pachycladus* RITTER). Junho de 2016, 54p. Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Orientador: Prof. Silvanda de Melo Silva, PhD

RESUMO

O facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter) é uma espécie de Cactáceae que além de ser utilizada como forragem para alimentação animal na época de estiagem é também utilizado na alimentação humana. Entretanto, a utilização tradicional dessa Cactáceae como forragem induz o comportamento de rejeição para alimentação humana. Por outro lado, devido ao seu potencial, estudos sobre a qualidade e da sua utilização devem ser realizados, potencializando uma alternativa de agregar valor a esta espécies nativas, possibilitando a melhoria da qualidade de vida da população da área de ocorrência. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar as mudanças na qualidade durante a maturação de frutos de facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter), colhidos no Cariri paraibano. O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. Os frutos do facheiro forma provenientes de áreas rurais do Cariri paraibano, no Município de Pocinhos-PB, sendo selecionados os sadios e íntegros, em três estádios de maturação, classificados como: totalmente verde (V), início de pigmentação roxa (IP), e totalmente roxa (R). Foram realizadas análises sensorial de aparência, aspectos físicos, físico-químicos, compostos bioativos, e atividades antioxidantes e enzimáticas da peroxidase. O comprimento e diâmetro dos frutos foram próximos entre estádios de maturação, exceto para o diâmetro de frutos IP. A firmeza, acidez, relação SS/AT, flavonoides amarelos e betalaínas dos frutos de facheiro aumentaram no decorrer da maturação. Os sólidos solúveis foram inferiores aos de outras Cactaceae, como em diferentes espécies de pitaias. O conteúdo de ácido ascórbico diferiu entre as porções epicarpo e polpa. A atividade antioxidante dos epicarpes foi superior ao da polpa pela captura do radical livre DPPH. Por sua vez, a atividade da peroxidase foi baixa na polpa, indicando que este aspecto resulta em uma menor taxa de escurecimento, aspecto que podem levar à diminuição da sua qualidade e aumento da vida útil pós-colheita dos frutos.

Palavras-chave: *Pilosocereus pachycladus* Ritter, Maturidade, Compostos Bioativos, DPPH, Atividade Enzimática.

RODRIGUES T. L. **QUALITY, ANTIOXIDANT ACTIVITY AND PEROXIDASE ACTIVITY DURING MATURATION OF FACHEIRO FRUITS** (*Pilosocereus pachycladus* RITTER). June, 2016, 55p. Term Paper for Agronomy Degree, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Advisor: Prof. Silvanda de Melo Silva, PhD

ABSTRACT

Facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter) is a kind of Cactaceae that besides being used as fodder to feed in the dry season, is also used as human food. However, its traditional use as fodder induces the rejection behavior for human consumption. On the other hand, due to its potential, studies on the quality and use should be carried out, increasing the alternatives of adding value to this native species, aiming to improve the quality of life of the population of the occurrence area. The study aimed to evaluate the quality during ripening of facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter) fruits. The experiment was carried out in the Laboratory of Biology and Postharvest Technology of the Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. Fruits were harvested from the rural areas of the Cariri region, municipality of Pocinhos Paraíba state, Brazil. During harvest were selected healthy and intact fruits in three maturity stages, classified as: totally green (V), early purple pigmentation (IP), and fully purple (R). Fruits were evaluated for sensory analysis of appearance, and physical, physicochemical, bioactive compounds and antioxidant activity (by free radical capture DPPH), and activity of peroxidase. Length and diameter were similar among maturity stages excepted by the diameter of IP fruits. For firmness, acidity, SS/TA ratio, yellow flavonoid and betalains of fruit there was observed an increase during maturation. Soluble solids were lower than fruit of other Cactaceae other, such as different species of pitayas. The ascorbic acid contents differed only between the epicarp and pulp portions. The antioxidant activity was much higher in the epicarp portion. In turn, the activity of peroxidase was lower in the pulp that may be an indicative for the lower browning deterioration reactions, which may account for decreased quality and possible increased postharvest life fruits.

Keyword: *Pilosocereus pachycladus* Ritter, Maturity, Bioactive compounds, DPPH, Enzyme activity

1. INTRODUÇÃO

A família Cactáceae tem cerca de 108 gêneros e 1.306 espécies e é formada por três subfamílias: *Cereoideae*, *Opuntioideae* e *Pereskioideae*, sendo esta última considerada a menos evoluída (TURRA et al., 2007) que vão do porte herbáceo ao arbóreo (BARBOSA, 2011). Com utilidades para planta forrageira na alimentação animal, alimento humano, medicinal, ornamental e interações ecológicas com a fauna (CASTRO, 2008). Os principais centros de diversidade das cactáceas se encontram no México (CASAS et al. 2014), e nos Estados Unidos (TAYLOR e ZAPPI, 2004), sendo Brasil, o terceiro centro de diversidade com destaque para as regiões do Sudeste e Nordeste entretanto nestas regiões as espécies do Sul e Sudeste são bem diferentes em relação às do Nordeste onde a família Cactáceae é uma das mais representativas do país (CASTRO, 2008).

Deste modo, o Nordeste destaca-se também por apresentar dificuldades edáficas, decorrentes do déficit hídrico e a precariedade de tecnologia enfrentada pelos agricultores desta região induz a carência por meios de sobrevivência conduzindo ao esgotamento dos recursos naturais devido ao mau aproveitamento e em razão da exploração predatória (LIMA, 2006). Deste modo, tem-se a necessidade de buscar novas alternativas sustentáveis de exploração dos recursos naturais já existentes além de ampliar o campo de pesquisas relacionados á qualidade e sua utilização, dando alternativa de agregar valor às espécies nativas e de melhoria da qualidade de vida da população afetada pela falta de condições para exploração agrícola gerando emprego e renda. Um exemplo desses recursos genéticos é o fruto do facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter). O facheiro é uma espécie de cactácea que não é utilizada apenas como forragem para alimentação animal na época de estiagem, mais também na alimentação humana. Entretanto, a utilização tradicional dessa cactácea como forragem animal induz á rejeição ou falta de incentivo para alimentação humana (LIMA, 2006). Deste modo, devido ao potencial dessa cactáceae, estudos sobre a qualidade dos seus frutos devem ser realizados.

Em frutos desta espécie de facheiro, Abud et al. (2010) relataram comprimentos e diâmetros 38,13 e 50,53 (mm), respectivamente. O peso fresco, segundo Medeiros et al. (2015), em frutos oriundos de diversas localidades da Paraíba, reportaram média geral de 34,13 g. Para a acidez e pH dos frutos, Souza (2014), em frutos de facheiro no ultimo estágio ou estágio totalmente roxo, obteve-se médias de 0,35 g.100g⁻¹ e 4,76, respectivamente, também reportado por Souza (2014) o teor de betalaínas observou-se concentração em bataxantinas de 19,10 mg/100g⁻¹ e betacianinas de 22,58 mg/100g⁻¹, também pode-se observar

neste mesmo trabalho a Captura do Radical Livre DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilidrazil) médias para a polpa do facheiros de 179,37 $\mu\text{mol/g}$ e atividade enzimática por alfa-amilase (E.C.3.2.1.1) de 36,32 % e 44,84 % para alfa-glicosidase (E.C.3.2.1.20).

Entretanto, ainda são necessários mais estudos, como prospectivas de ocorrência da espécie e monitoramento da frutificação de frutos de facheiro, bem como análise sensorial em determinação de termos descritores, com intuito de caracterizar suas descrições físicas, além de determinar a aceitação dos frutos por parte dos avaliadores, como também no desenvolvimento de novos produtos, no melhoramento de produtos, ou ainda em estudos para redução de custos, controle de qualidade e, entre outras aplicações, estudos de vida útil (ZUANAZZI et al., 2013). Aspectos físicos, físico-químicos, tendo importância para a sua comercialização e manuseio, logo aparência física dos frutos, tais como tamanho, consistência, forma e coloração do epicarpo são fatores importantes para a aceitabilidade por parte dos consumidores (COSTA et al., 2004), deste modo as características físico-químicas são importante na determinação para aceitação na palatabilidade de consumidores através da acidez e sólidos solúveis em que a relação dos mesmos proporciona sabor suave enquanto observados valores elevados e ácidos valores baixos (MATTEDI et al., 2011), logo o pH apresenta-se como importante sobre exercer influencia á multiplicação de muitos microrganismos ao alimento (AZEREDO et al., 2004).

No entanto, para os Compostos bioativos e atividades antioxidante e enzimática são importante para avaliar a proteção contra a oxidação e a deterioração dos alimentos diante das reações que podem levar à diminuição da sua qualidade e do seu valor nutricional diminuindo a vida útil dos produtos em meios comerciais em via de consumidor (LIMA, 2008). Deste modo, estudos dessa natureza são importantes para a caracterização da qualidade que possibilita se estabelecer alternativa de agregar valor às espécies nativas e de melhoria da qualidade de vida da população afetada tanto pela falta de condições para exploração agrícola quanto ao incentivo para utilização de seus frutos nativos e potencialmente, a geração de emprego e renda.

2.OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade durante a maturação de frutos de facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter), colhidos no Cariri paraibano.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar os aspectos físicos e físico-químicos e sensorial de frutos de facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter) em diferentes estádio de maturação, obtidos no Cariri paraibano, no município de Pocinhos-PB em: Comprimento e Diâmetro (mm), Firmeza (N), Peso Massa Fresca (g), coloração em parâmetros L, a* e b*, Acidez Titulável (AT – g. 100g⁻¹), Potencial Hidrogeniônico – pH, Sólidos Solúveis (SS %) Relação SS/AT.

Determinar os compostos bioativos e Atividades Antioxidante em: Ácido Ascórbico, Polifenóis Extraíveis Totais (PET), Flavonoides amarelos, Betalaínas em (mg.100g⁻¹) e Captura do Radical Livre DPPH ‘2,2-Difenil-1-Picrilidrazil’ (g de polpa/g de DPPH) em frutos de facheiro;

Determinar a atividade enzimática da Peroxidase – POD (U.g⁻¹) em frutos de facheiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cactaceae

O Brasil é o terceiro maior centro de diversidade das Cactaceae, com aproximadamente 200 espécies (SOUZA; LORENZI, 2005), sendo muitas destas espécies endêmicas da Caatinga Nordestina (TAYLOR; ZAPPI, 2004), logo estas espécies se caracteriza por apresentar caule fotossintetizante, tipo cladódio ou filocládio, com capacidade de armazenar água e nutrientes, isto devido ao seu metabolismo ácido das crassuláceas, ou simplesmente CAM, que durante o dia os estômatos estão fechados, assim essas, plantas com fisiologia CAM minimizam a perda de água, o ácido málico fixado é então descarboxilado, liberando CO₂, que posteriormente será fixado em carboidrato (TAIZ; ZEIGER, 2010). Nos caules, se encontram aréolas constituídas de gemas axilares, espinhos e pelos, de onde surgem flores, frutos e ramificações, apresentam ainda flores noturnas ou diurnas, com numerosas tépalas e estames, os frutos são do tipo baga e apresentam numerosas sementes lisas e de pequeno tamanho, escuras e geralmente envoltas pela polpa do fruto (PAULA; RIBEIRO, 2004).

No Semiárido nordestino, as Cactáceae destacam-se pelo potencial de muitas espécies serem utilizadas pelas comunidades rurais para diversos fins, tendo significativa importância como recurso alimentar como planta forrageira para alimentação animal, quanto na alimentação humana (LIMA, 2006). Neste sentido LUCENA et al. (2013) registraram o uso da polpa (miolo) de *P. gounellei* subsp. *gounellei* em uma comunidade rural do cariri paraibano para fazer farinha e produzir cuscuz. Outra forma de utilização é a medicinal, a qual foi registrada nos estudos de Lucena et al. (2014), que relataram a utilização do chá da polpa (miolo) de *Melocactus* sp. para tratar cólicas e problemas intestinais, no entanto, Souza (2014) elaborou um biofilme á base de facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter). Outro uso de destaque no Semiárido paraibano é na construção, em que agricultores utilizam a madeira de *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis*, para fabricar ripas que são utilizadas nos telhados das residências (PEREIRA 2009a).

3.2 Facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter)

O facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter) é uma espécie de Cactáceae de abrangente ocorrência no Semiárido Nordeste (BRAGA 1976) e que possui intensa

variabilidade morfológica, que lhe rende certa confusão taxonômica (ZAPPI et al., 2011). Este é uma planta perene, arbustiva, robusta, de tronco ereto com galhos laterais, porém pouco ramificada, de coloração verde escura, que apresentam espinhos agudos e flores grandes, alvas e isoladas (BRAGA, 1976). Os frutos são carnosos, do tipo baga, deiscentes polispérmicos, apresentando pericarpo suculento e espesso, quando atingem a maturidade fisiológica apresentam coloração lilás (roxa) ABUD et al. (2010).

Sabe-se que este é utilizada para devidos fins pelo os agricultores como planta forrageira para alimentação dos animais no período de estiagem e também há registros de consumo pela população local (NASCIMENTO et al., 2011), logo o caule pode ser consumido cozido ou assado e a polpa preferencialmente fresco (LUCENA et al., 2013) como na produção e armazenamento da farinha de facheiro (LIMA, 2006). Outro uso destaca-se proposto por SOUZA (2014) que elaboração de um biofilme á base de facheiro.



Figura 1. Espécie vegetal da família Cactáceae, Facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter).

3.3 Qualidade dos frutos

A qualidade dos frutos está relacionado com a potencialidade destes, com destaque para as prospectivas de ocorrência da espécie e monitoramento da frutificação, a caracterização por meio de termos descritores, com intuito de caracterizar suas descrições físicas, bem como aos

sabores para aceitabilidade por parte dos consumidores, no desenvolvimento de novos produtos e em melhoramento destes (ZUANAZZI et al. 2013), como também ao conhecimento sobre influencia que pode exercer á multiplicação de muitos microrganismos ao alimento (AZEREDO et al. 2004) e a partir dos conhecimentos em Compostos bioativos e atividades antioxidante e enzimática presentes nos frutos avaliar a proteção contra a oxidação e a deterioração dos alimentos diante das reações que podem levar à diminuição da sua qualidade e do seu valor nutricional diminuindo a vida útil dos produtos em meios comerciais em via de consumidor (LIMA, 2008).

Comprimento e diâmetro dos frutos é útil para avaliar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie do mesmo gênero e as relações desta variação com os fatores ambientais (MACEDO et al. 2009) e estão passíveis de utilização em programas de melhoramento genético (CARVALHO et al. 2003). Além disso, pode contribuir para a tecnologia de produção de mudas ou índice de germinação de espécies nativas (PINÃ-RODRIGUES 2002).

A massa fresca dos frutos correlaciona-se bem com o tamanho do produto que com o avanço da maturação, indica uma leve redução na matéria sólida do produto, assim ao atingirem o pleno desenvolvimento, as frutas devem apresentar peso variável dentro dos limites típicos da cultivar, os quais são bastante flexíveis, este atributo faz-se constitui uma característica varietal entre as espécies. (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Deste modo, a perda de massa fresca é devido à desidratação dos frutos, que por decorrência de mudanças na resistência da superfície à transferência de vapor de água e à ocorrência de pequenas fissuras que conectam o interior do fruto com o meio externo (SERRANO et al. 2004).

A firmeza ou textura tem forte correlação com o conteúdo e o tipo de pectina presente nas frutas e hortaliças, estas substâncias são os principais componentes químicos dos tecidos responsáveis pelas mudanças da textura de frutas e hortaliças, á medida que o fruto amadurece, ocorrem degradação das substancias pécticas, fato este que pode ser facilmente observado enquanto amolecimento da polpa dos referidos alimentos uma vez que podem ser facilmente danificados no manuseio facilitando a infecção por patógenos. No entanto, a espessura da polpa é um atributo de qualidade importante, pois frutos com maior espessura também apresentam maior rendimento de polpa, estando relacionada com a durabilidade e capacidade de armazenamento, ou vida útil do produto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A coloração é o atributo mais ativo para o consumidor no julgamento da qualidade de um fruto, uma vez que a apreciação visual é o primeiro dos sentidos a ser usado, sendo,

portanto, uma característica decisiva na escolha e aceitação do produto, assim o impacto visual gerado pela cor, muitas vezes, se sobrepõe ao causado por outros atributos como aparência e odor podendo ainda, apresentar efeito na própria intensidade com que é percebido ao sabor e odor dos alimentos (LIMA et al., 2005).

As modificações na coloração dos frutos com a maturação ocorrem devidas, tanto a processos degradativos, como a processos sintéticos, elas correspondem a um dos principais critérios de julgamento para identificação do amadurecimento de frutos e de algumas hortaliças, nesse contexto, é de interesse que haja uniformidade e intensidade de cor no produto, isto torna importante atributo de qualidade nos produtos destinados ao processamento, logo a uniformidade do grau de maturação pode interferir na coloração e na aparência dos produtos industrializados CHITARRA e CHITARRA (2005).

Para medição da coloração propriamente dita, são utilizados em geral dois tipos de aparelho: os calorímetros e os espectrofotômetros. Utilizando-se para suas leituras, a fonte de luz e a iluminação padrão a fim de evitar as oscilações de iluminação do dia e com a mesma sensibilidade correspondente ao olho humano, o calorímetro ou espectrofotômetro percebe e registra as minuciosas diferenças de cores (MORI et al., 2005).

Os conteúdos de sólidos solúveis (SS) correspondem a todas as substâncias que se encontram dissolvidas em um determinado solvente, podendo ser constituídos principalmente por açúcares, ácidos, vitamina C e algumas pectinas, o qual, no caso de alimentos, é a água, são comumente expresso em porcentagem e podem ser medidos com auxílio de refratômetro, logo se deve salientar que a medição apenas do teor de SS não é um indicativo seguro do grau de maturação devendo ser associado a outras características físicas (textura, tamanho, volume de suco, relação polpa/casca, etc., ou determinações químicas, como a acidez, para se ter uma avaliação mais precisa do grau de maturação. (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Assim deve-se destacar que teores SS elevados demonstram boas vantagens para o setor agroindustrial, já que nessas condições, a indústria de suco e polpa reduz de forma considerável o custo do processamento por reduzir a incorporação de açúcar (SATO, 2015), porém há diminuição na sua conservação por requerem que o excesso de açúcares pode estar associado a uma rápida deterioração (BRUNINI al. 2004).

A acidez em frutos é atribuída a numerosos compostos ácidos, os quais também apresentam natureza química variada a depender da espécie, logo os mais abundantes são o cítrico e o málico, havendo predominância desses ou de outros. O teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui durante a maturação, em decorrência do seu uso como substrato no processo respiratório ou de sua conversão em açúcares (CHITARRA e

CHITARRA, 2005), assim, a acidez e os açúcares são os principais constituintes para a qualidade do fruto e a razão entre estes dois parâmetros é normalmente usada como índice de qualidade sensorial na colheita (ROTHMAN et al., 2012).

A Relação Sólidos Solúveis e Acidez titulável (SS/AT) vêm sendo usada como índice para avaliação da palatabilidade, dando uma ideia do equilíbrio entre os açúcares e a acidez (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Mattedi et al., (2011) citam que elevado valor para a relação SS/AT proporciona sabor suave, enquanto que baixos valores, sabor ácido.

O potencial hidrogeniônico (pH) é uma característica intrínseca do alimento, de fundamental importância para impedir a proliferação de microrganismos, assim a concentração de íons hidrogênio de um alimento é importante pela influência que exerce sobre os tipos de microrganismos aptos à sua multiplicação e, portanto, sobre as alterações que, logicamente, deveriam produzir diante disto, a redução de uma unidade no pH representa um aumento de dez vezes na concentração de H⁺ (AZEREDO et al. 2004). O valor do pH torna-se muito importante quando o fruto é destinado ao processamento, pois um pH inferior a 4,5 é desejável, influenciando na escolha da embalagem que será utilizada, escolha do tipo de material de limpeza e desinfecção, escolha do equipamento com o qual vai trabalhar na indústria e escolha de aditivos (MONTEIRO et al. 2008).

3.4 Compostos bioativos e atividade antioxidante

Os compostos fenólicos são importantes constituintes de várias frutas e hortaliças, sendo que a quantificação desses antioxidantes, influenciam na qualidade do alimento e dos potenciais benefícios a saúde (TALCOTT et al., 2003), além de fornecerem componentes importantes para desempenharem funções básicas do organismo diretamente associados à prevenção de doenças (FALLER; FIALHO, 2009). Esta atividade antioxidante desempenhada pelos compostos bioativos é o de defesa provocado pelos danos de espécies reativas de oxigênio, podendo ser tanto enzimático quanto não enzimático mais que ambos, contribuem para a eliminação do peróxido de hidrogênio com consumo reduzido de energia (PALIYATH; MURR, 2008).

Dentre os antioxidantes mais abundantes em frutos estão os polifenóis e o ácido ascórbico. Os polifenóis, na maioria dos quais são os flavonoides e estão presentes principalmente na forma de éster e glicosídeo, assim, atividade antioxidante dessas substâncias, por sua vez, é influenciada por diversos fatores, tais como maturação, fatores

culturais, varietais e manuseio na pré e pós-colheita bem como na disponibilidade de conteúdo de ácido ascórbico e de polifenóis (YAN et al., 2006). A avaliação e determinação de polifenóis totais em frutas e hortaliças produzidas e consumidas no Brasil são essenciais para avaliar os alimentos como fonte de compostos bioativos e estimar sua ingestão pela população (FALLER; FIALHO, 2009), portanto, a utilização do método de Folin Ciocalteau permite quantificar o teor de flavonóides, antocianinas e compostos fenólicos presentes nas amostras (LIMA, 2008) ou por metodologias isoladamente.

3.4.1 Ácido ascórbico

Vitamina C é o termo frequentemente usado para referir-se ao ácido *L*-ascórbico ou simplesmente Ácido Ascórbico (AA). Caracteriza-se por ser um composto hidrossolúvel que corresponde a uma forma oxidada da glicose, $C_6H_8O_6$ (176,13 g/mol), sendo uma alfacetolactona de seis átomos de carbono, formando um anel lactona com cinco membros e um grupo enadiol bifuncional com um grupo carbonilo adjacente (Figura 2), esta substância quando ingerida na alimentação é absorvida rapidamente no trato gastrointestinal mediante transporte ativo dependente de íons de sódio, processo saturável e dependente da dose presente no lúmen intestinal (ROCHA, 2012).

A oxidação de dois elétrons e a dissociação do hidrogênio converte o ácido *L*-ascórbico para *L*-deidroascórbico (Figura 3), que exibe aproximadamente a mesma atividade biológica do ácido ascórbico, possui coloração branca e é inodora, quando submetida às altas temperaturas, por um longo período, é destruída, no entanto a capacidade redutora do ácido ascórbico faz parte de várias reações bioquímicas e caracteriza sua função biológica (ROCHA, 2012). Assim, o sistema redox do ácido ascórbico, que é a relação oxidação-redução, é principal fator para a manutenção e defesa das células, permitindo uma eficiente habilidade em controlar o estresse causado pelo meio intracelular e extracelular altamente oxidante a partir do ácido ascórbico (GALLIE et al., 2013).

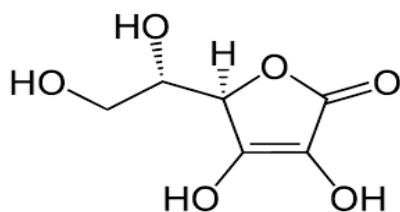


Figura 2. Estrutura do ácido *L*-ascórbico.

Fonte: Teixeira Neto, 2009.

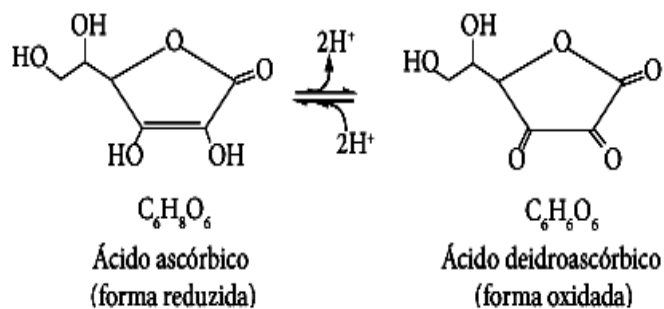


Figura 3. Oxidação do ácido L-Ascórbico em L-deidroascórbico.

Fonte: Toralles et al., 2008.

3.4.2 Polifenóis extraíveis totais (PET)

Os polifenóis compreendem o maior grupo dentre os compostos bioativos nos vegetais, sendo subdivididos em classes, de acordo com a estrutura química de cada substância (ARTS e HOLLMAN, 2005). Os principais grupos de polifenóis são os ácidos fenólicos: o ácido clorogênico, os estilbenos, as cumarinas, as ligninase e os flavonóides. Este último grupo é o maior e mais estudado, dentre outros (ROSS, 2002) por sua vez, os polifenóis são influenciados por diversos fatores, tais como maturação, fatores culturais, varietais e manuseio na pré e pós-colheita bem como na disponibilidade de conteúdo (YAN et al., 2006).

Frutas e hortaliças, além de fornecerem componentes importantes para desempenharem funções básicas do organismo são fontes de compostos bioativos como polifenóis e estão diretamente associados à prevenção de doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, câncer, entre outras, principalmente em função da elevada capacidade antioxidante (SCALBERT et al., 2005). A falta de conscientização quanto aos benefícios do consumo de frutas e hortaliças, assim como de educação nutricional, desde a fase escolar, podem ainda contribuir para a baixa procura da população por estes grupos alimentares, esse fato evidencia a importância de se elaborar medidas de orientação nutricional que visem à alimentação saudável (JAIME et al., 2007). A avaliação e determinação de polifenóis totais em frutas e hortaliças produzidas e consumidas no Brasil são essenciais para avaliar os alimentos como fonte de compostos bioativos e estimar sua ingestão pela população (FALLER; FIALHO, 2009), portanto, a utilização do método de Folin Ciocalteu permite quantificar o teor de flavonóides, antocianinas e compostos fenólicos presentes nas amostras (LIMA, 2008).

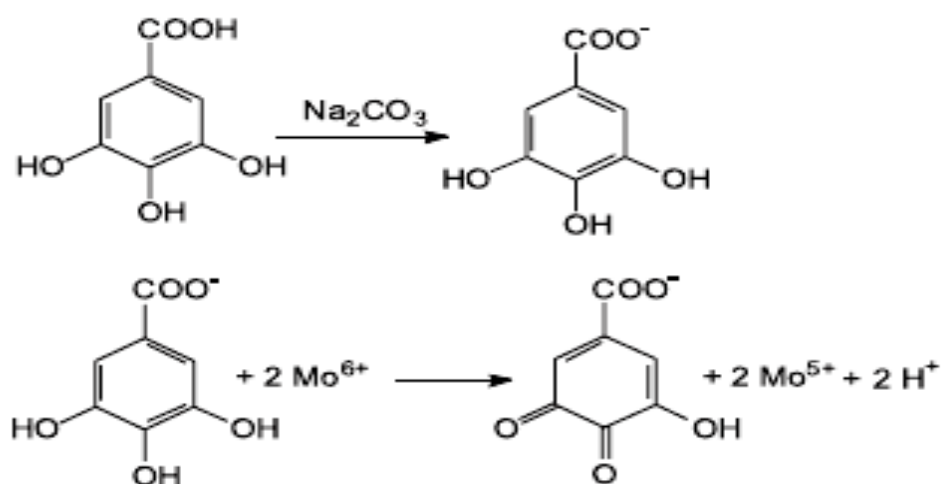


Figura 4. Reação do ácido Gálico com molibdênio, componente do reagente de Folin Ciocalteau, sofre redução e a meio reacional muda de coloração amarela para azul.

Fonte: Oliveira et al., 2009.

3.4.3 Flavonoides amarelos

Os flavonóides são divididos em classes quanto à união de dois anéis aromáticos A e B, dando uma conformidade de um heterocíclico C, em que foi unido por uma ponte carbono-3, esta conformidade de anel pode ser substituída por tais mecanismos como: oxigenação, alquilação, glicosilação, acilação e sulfonação, logo o anel A é derivado do etilo/viamalonato, e o anel B é derivado de fenilalanina por meio da via do chiquimato (BALASUNDRAM et al, 2006). Assim as classes de flavonóides são: flavonóis, flavonas, flavanonas, flavonóis, isoflavonas e antocianidinas (HOLLMAN; KATAN, 1999) (Figura 5).

São substâncias fenólicas de origem natural que são encontrados em vegetais, legumes, frutas, chás de ervas, mel, etc (LOPES, 2000). Estes compostos apresentam inúmeras propriedades farmacológicas, como atividade anti-inflamatória e hipocolesterolêmica e que estão entre os fitoterápicos atualmente mais estudados devido a sua ação terapêutica reduzindo, assim, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares (SILVA et al., 2002). O efeito antiinflamatório apresentado pelos flavonoides é caracterizado por serem capazes de inibir várias enzimas como a ciclo-oxigenase e a 5-lipoxigenase que são importantes no metabolismo do ácido araquidônico e são responsáveis pela resposta inflamatória (KIM et al., 2004) e que são ativadas somente em determinadas condições inflamatórias (LEE et al., 2007).

Deste modo, estudos sobre o potencial de flavonoides devem ser realizados, por serem naturalmente encontrados em vegetais (LOPES, 2000) e apresentarem propriedades farmacológicas, como atividade anti-inflamatória e hipocolesterolêmica (KIM et al., 2004), o conhecimento deste potencial é de extrema importância em frutos subexplorados a exemplo dos frutos de facheiro.

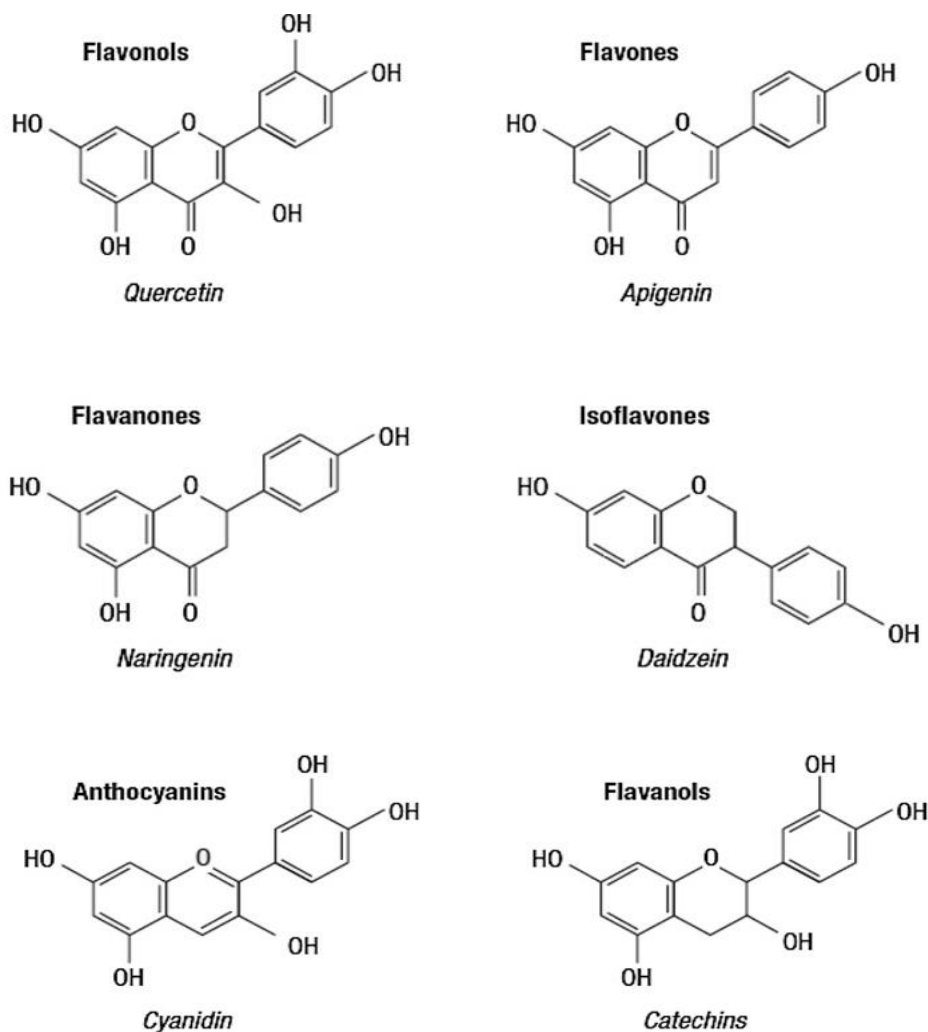


Figura 5. Estruturas de compostos fenólicos, favonoídes e suas classes.

Fonte: Ignat et al., 2009.

3.4.4 Betalaínas

Sabe-se quimicamente que as betalainas são definidas por uma estrutura que engloba todos componentes derivados do ácido betalâmico (mais de 50 estruturas já foram descritas), esses pigmentos são compostos nitrogenados hidrofílicos, derivados do aminoácido L-

tirosina, e se apresentam em duas classes a partir de DOPA (Dihidroxifenilalanina) e o ácido betalâmico, logo o ácido betalâmico a partir da sua condensação com aminoácidos e amina forma-se as betaxantinas (amarelas) (Figura 6) sendo estes considerado um grupo bastante variado e quando o *ciclo*-DOPA se combina ao ácido betalâmico, ocorre a formação das betacianinas (vermelhas) (Figura 6) sendo esta a segunda classe de pigmento (GANDÍA-HERRERO et al., 2013). Ambas as classes aparecem em diversas formas glicosiladas e apresentam exclusão mútua com as antocianinas (SAKUTA, 2014).

A cor dos pigmentos betalainicos é atribuída à ressonância das ligações duplas. Em estudos anteriores as betalainas já foram identificadas em espécies de 10 famílias como Aizoacea, Amaranthaceae, Basellaceae, Portulacacea, Chenopodiaceae, Holophytaceae, Nyctaginaceae, Phytolaccaceae, e Cactaceae, esta última, as betalaínas são os compostos mais característico que são produzidos à medida que os frutos se tomam mais maduros (CASTELLAR et al., 2012). No entanto, muito pouco se sabe acerca dos efeitos do estresse hídrico na biossíntese de betalaínas em plantas de cactáceas, sobretudo em frutos onde essa síntese geralmente acontece assim sabe-se, que a solubilidade em água pode significativamente contribuir na osmorregulação e proteção dos componentes celulares hidrofílicos sob estresse (BARTWAL et al., 2013).

Por caracterizar um grupo de grande importância taxonômica, as betalaínas veem sendo estudadas através de diversos métodos. Dentre eles, estão os espectrofotométricos e os cromatográficos que são amplamente usados para avaliações qualitativas (CHAUHAN et al., 2013).

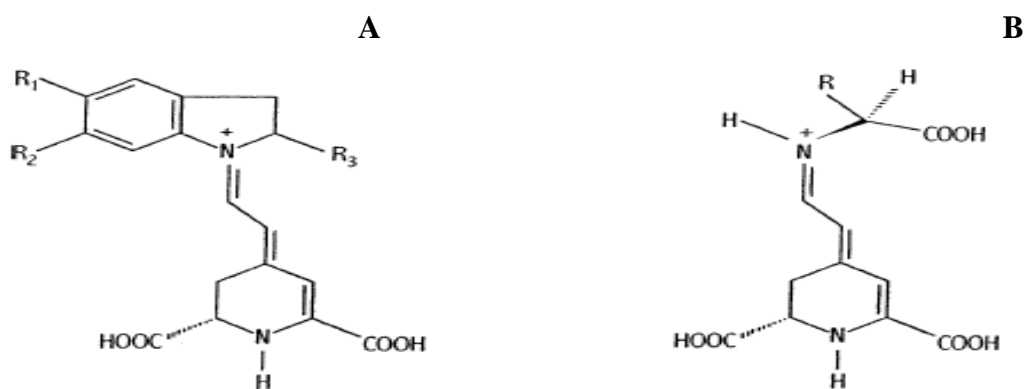


Figura 6. Estrutura das Betalaínas em (A) betacianinas e (B) bataxantinas.

Fonte: Constant. et al., 2002.

3.4.5 Atividade antioxidante DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazil)

Um antioxidante pode ser definido como uma substância que, em baixas concentrações, previne ou retarda a oxidação do substrato, assim algumas características devem ser necessárias para que sejam considerado um bom antioxidante: ter a presença de substituintes doadores de elétrons ou de hidrogênio ao radical, em função de seu potencial de redução; capacidade de deslocamento do radical formado em sua estrutura; capacidade de quelar metais de transição implicados no processo oxidativo; e acesso ao local de ação, dependendo de sua hidrofília ou lipofília e de seu coeficiente de partição (MANACH et al., 2004).

A determinação da atividade antioxidante dos alimentos é importante para avaliar a proteção contra a oxidação e a deterioração dos alimentos diante das reações que podem levar à diminuição da sua qualidade e do seu valor nutricional diminuindo a vida útil dos produtos em meios comerciais em via de consumidor. Diante disto, foram desenvolvidos diversos numerosos métodos de quantificação da atividade antioxidante de substâncias e alimentos, mas todos eles têm em comum a presença de um agente oxidante, um substrato adequado e uma estratégia de medida do ponto final (LIMA, 2008).

O método por DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazil) se utiliza da captura do radical livre de DPPH sendo este um método químico, aplicado para determinar a capacidade antioxidante de um composto em sequestrar radicais livres, assim de acordo com o número de elétrons capturados, ou seja, quando o elétron desemparelhado do átomo de nitrogênio no DPPH recebe um átomo de hidrogênio proveniente de compostos antioxidantes, ocorre à mudança de cor, concluindo que a reação obteve seu produto final (Figura 7). Além disto, é considerado um método rápido, prático e com boa estabilidade (PRADO, 2009).

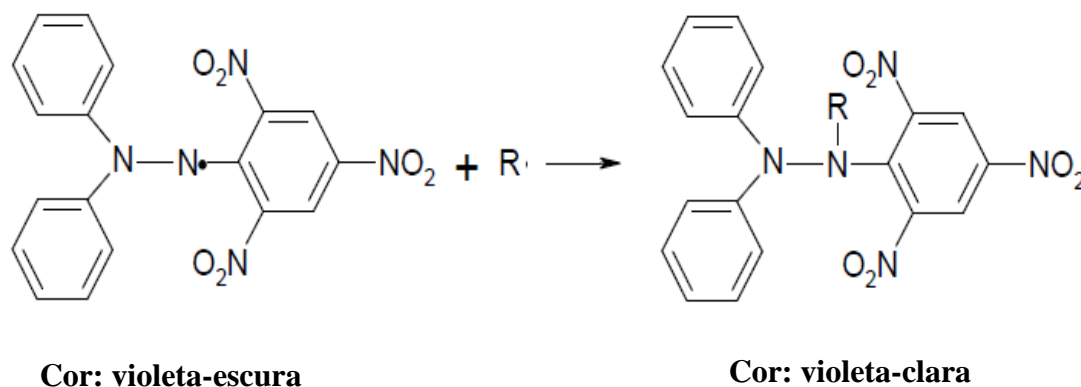


Figura 7. Estrutura química de DPPH antes da reação e produto estrutural química resultante da reação.

Fonte: RUFINO et al. (2007).

3.5 Atividade enzimática da peroxidase

Peroxidases são enzimas antioxidativas que atuam reduzindo os danos decorrentes do excesso de peróxidos nos órgãos vegetais em condições de estresse causadas pelo processo de colheita e na senescência, podem causar o aumento de peróxidos nos tecidos, ocasionando através dos danos oxidativos podendo ser lipídeos, proteínas e outros compostos e a partir disto, gerando produtos tóxicos, o que aumenta a atividade da enzima peroxidase (JIN et al., 2006).

Diante disto, a peroxidase catalisa reações que estão associadas á deterioração de diversos nutrientes (CARVALHO et al., 2006). Logo as enzimas incluem um grupo capaz de catalisar a transferência do hidrogênio com oxidação do substrato utilizando o poder oxidante do H_2O_2 ou de peróxidos orgânicos (Figura 2). O substrato geralmente é um composto aromático (tirosina, compostos fenólicos, etc.), sendo que também podem atuar sobre compostos não aromáticos, como o ácido ascórbico (CAMPOS; SILVEIRA, 2003).

Deste modo, em plantas esta ação protetora antioxidativa, são caracterizadas durante a germinação das sementes e nos estádios de crescimento Menezes et al. (2004). Assim tendo como papel importante nestes estágios, na biossíntese da parede celular, podendo ajudar na defesa ao ataque de patógenos aumentando as barreiras mecânicas, tornando a penetração do patógeno mais lento, mas também estão envolvidas nas respostas ao estresse (BLOKHINA et al., 2003), além disso, quimicamente as peroxidases atuam na biossíntese do etileno, na lignificação, além da destruição das auxinas, devido ao fato dessas se apresentarem em muitas formas moleculares, participando de diferentes reações bioquímicas (PASSARDI et al., 2005).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, CAMPUS II Areia-PB (LBTPC/CCA/UFPB).

4.1 Matéria prima

Utilizou-se como matéria prima frutos do facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter), colhidos de plantas de ocorrência das áreas rurais do Município de Pocinhos-PB.

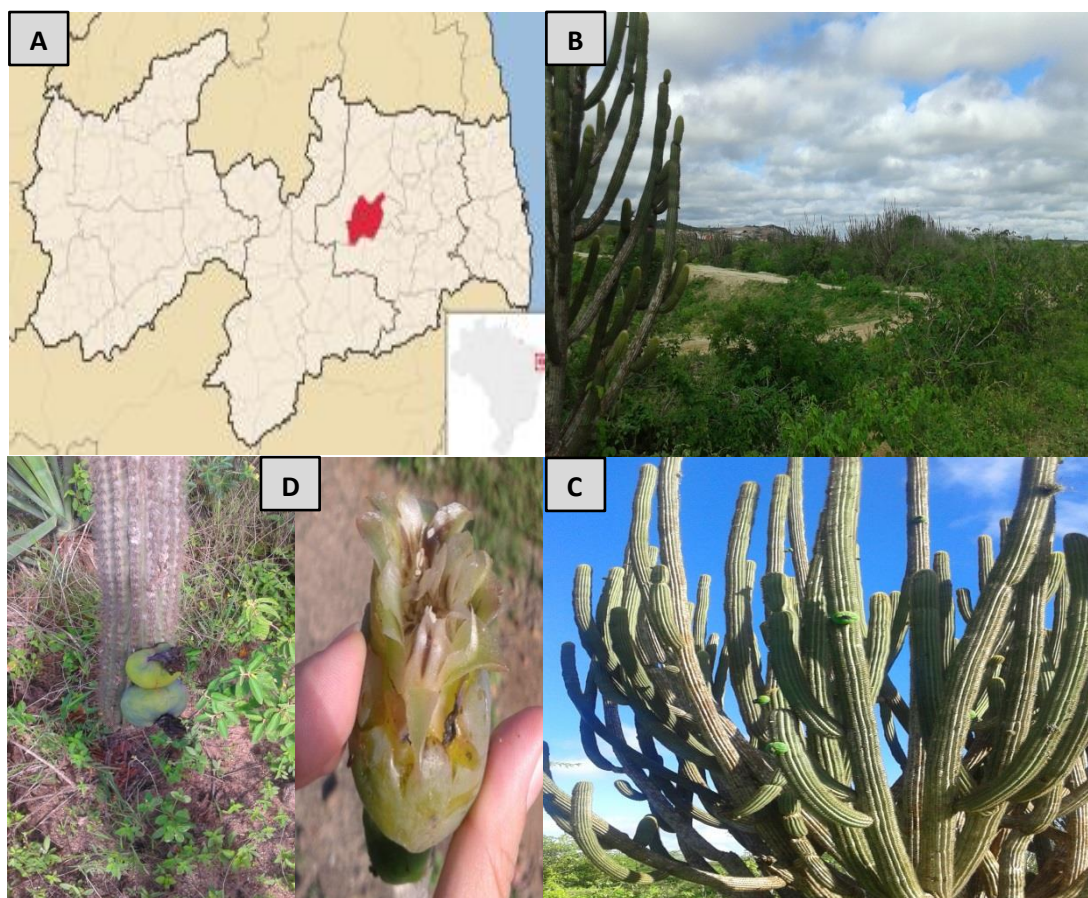


Figura 8. Localização do Município de Pocinhos-PB no mapa da Paraíba (A), área de coleta das espécies (B) facheiro (C) e flor e fruto (D).

Após estudos de prospectivas de ocorrência da espécie e monitoramento da frutificação os frutos foram colhidos no período de Abril e Maio, no início da manhã. Em seguida, foram transportados para o LBTPC/CCA/UFPB em caixa de isopor, onde foram selecionados os frutos sadios e íntegros, em três estádios de maturação, determinados com base na coloração visual da casca, classificados como: totalmente verde (V), início de pigmentação roxa (IP), e totalmente roxa (R).



Figura 9. Frutos de facheiro selecionados em três estádios de maturação: totalmente verde (V), início de pigmentação roxa (IP), e totalmente roxa (R).

4.2 Avaliações

4.2.1 Determinação de termos descritores:

Foram oferecidos três frutos por estágio de maturação sendo dois íntegros e um em corte longitudinal, selecionando-os adequadamente para que disponibilize de todas as características necessárias para de estabelecer os termos descritivos de aparência, tanto externamente quanto interno, identificando as principais características dos frutos. Entregaram aos julgadores folha de papel A4 em branco, com apenas local para nome e data do julgamento, admitindo-se 15 julgadores treinados, sendo depois discutidos através de reuniões para definição final dos termos.

4.2.2 Determinações físicas

Comprimento e diâmetro (mm): Por medições realizadas com o auxílio do paquímetro manual.

Massa fresca (g): Através de pesagem direta, com balança semi-analítica, A 42207c – Bel Engeneering.

Firmeza (N): Com Penetrômetro Magness Taylor Pressure Tester, região de inserção de 4 mm de diâmetro.

Coloração do epicarpo e polpa: foram determinados através do calorímetro Minhota, a qual expressa à cor em parâmetros: L^* (corresponde à claridade/luminosidade); a^* (define a transição da cor verde ($-a^*$) para a cor vermelha ($+a^*$) e b^* (representa a transição da cor azul ($-b^*$) para a cor amarela ($+b^*$), onde quanto mais distante do centro ($=0$), mais saturada a cor.

4.3.3 Físico-químicas

Sólidos solúveis (SS%): O teor de sólidos solúveis foi determinado de acordo com a metodologia recomendada pelo IAL (2008). Assim, mediu-se cerca de 1g da amostra juntamente com 2 mL de água foi macerada até a máxima dissolução, filtrada e feita a leitura (%) com refratômetro de bancada tipo ABBE com controle de temperatura (20°C).

Acidez titulável (AT – $\text{g. } 100\text{g}^{-1}$): Determinou-se por titulometria utilizando solução de NaOH 0,1M com indicador fenolftaleína, em 5 g da amostra e 50 mL de água destilada, utilizando o pHmetro até a obtenção do valor de 8.1, conforme metodologia IAL (2008).

Relação SS/AT: Mediante divisão simples entre sólidos solúveis e acidez titulável (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Potencial hidrogeniônico - pH: Utilizando potenciômetro digital, conforme metodologia do IAL (2008).

4.3.4 Compostos bioativos e atividade antioxidante

Ácido ascórbico ($\text{mg.}100\text{g}^{-1}$): Determinou-se por titulometria, utilizou-se solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol 0,002 %) até obtenção de coloração róseo claro permanente por 15 seg, utilizando-se 1 g da amostra em 50 mL de Ácido Oxálico 0,5%. Realizados no epicarpo e polpa. No entanto, na polpa, devido a coloração ser semelhante a que define esta metodologia, foram admitido a utilização da solução extratora álcool etílico 85:15 como forma de diminuir a intensidade da cor, macerando por 1 min, logo descartando o sobrenadante e realizando a metodologia conforme STROHECKER; HENNING (1967).

Polifenóis extraíveis totais (PET) ($\text{mg.}100\text{g}^{-1}$): O extrato fenólico foi feito de acordo com a metodologia descrita por LARRAURI et al. (1997), avaliados as duas porções epicarpo e

polpa nos três estádio de maturação 1 g das amostras congeladas em freezer a -80°C, foi adicionado 4 ml de metanol 50%, deixando descansar por 1 hora para extração e centrifugação por 20 minutos em 9.000 rpm. O sobrenadante, foi retirado e colocado em tubo de ensaio graduado, foi adicionado 4 ml de acetona 70% ao resíduo deixando extrair por 1 hora, sendo centrifugada por 20 minutos a 9.000 rpm. Juntou-se os dois sobrenadantes e completou-se o volume para 10 ml com água destilada. Os PET foram determinados por espectrometria, conforme metodologia por LARRAURI et al. (1997). A partir dos extratos fenólicos, foram admitidos para determinação 100 µl para as duas porções epicarpo e polpas, como também para os três estádios de maturação totalmente verde, iniciam de pigmentação roxa e totalmente roxa, preparando-se em tubos de ensaio, completando para 1000 µl com água destilada. Essa mistura foram acrescida de 1 ml do reagente de Folin Cicalteu, 2,0 ml de carbonato de sódio 20% e 2,0 ml de água destilada. Foram agitados os tubos de ensaios, deixando descansar por 30 minutos. A leitura foi realizada em espectrômetro com comprimento de onda a 700 nm. Todos os procedimentos foram realizados em abrigo de luz.

Flavonoides amarelos (mg.100g⁻¹) no epicarpo: Determinada por espectrometria a 374 nm, utilizando-se solução extratora de Etanol – HCL (85:15), e para a determinação da análise utilizou-se 1 g das amostras em estádios totalmente verde e Início de pigmentação roxa, para o estádio totalmente roxo utilizou 0,5 g das amostras, de acordo com a metodologia descrita por FRANCIS (2000).

Betalainas: foram determinados de acordo com CASTELLAR et al. (2003) com modificações. Os extratos foram preparados para cada fruto, utilizando etanol: água (80:20) como solução de extração. As amostras foram pesadas sendo admitidos para os epicarpos totalmente verde 12 g com início de pigmentação roxa 10 g e totalmente roxa 6 g, assim para as polpas em estádio totalmente verde 5 g e início de pigmentação e totalmente roxas 1 g das amostras e embebidos em 10 ml de etanol a 80%, e agitadas em vortex por 3 minutos, após agitação centrifugou-se a 9.000 rpm durante 15 minutos a 4 °C. Em seguida, o sobrenadante foi reservado e ao resíduo adicionou-se mais 10 ml de álcool etílico 80%, que foi submetida ao mesmo procedimento como acima. Os dois sobrenadantes foram combinados no mesmo frasco, e o volume final ajustado para 20 ou 25ml com etanol a 80%. As absorvâncias dos extratos foram medidos no espectrofotômetro a 535 nm e 485 nm tanto como para determinar os betacianinas e betaxantinas, respectivamente.

Atividade captura do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazil): A partir do extrato fenólico obtido para determinação de Polifenóis Extraíveis Totais com pesos para os epicarpós nos estádios de maturação em totalmente verde, início de pigmentação roxa e totalmente roxo 1 g das amostras e para a polpa nos estádios em totalmente verde, início de pigmentação roxa 5 g e o estádio totalmente roxo utilizou-se 3 g das amostras, foram preparadas três diluições, em triplicata, determinadas para casca em estádios totalmente verde, início de pigmentação roxa e totalmente roxo, concentrações 400, 500, 600 µl e totalmente roxo concentrações 200, 400, 600 µl e para a polpa 900, 950, 1000 µl o com início de pigmentação roxa concentrações 800, 900, 1000 µl e finalmente totalmente roxo 600, 800, 1000 µl, todos completando para 1000 µl, tendo como base a curva padrão do DPPH. Cada diluição foi utilizada uma alíquota de 100 µl para 3,9 mL do radical DPPH (0,06 mM). O controle foi utilizado 100 µl (40 mL de álcool metílico 50% + 40 mL de acetona 70% + 20 mL de água destilada) ao invés do extrato fenólico. Para calibração no comprimento de 515 nm com álcool metílico PA (RUFINO et al., 2007).

4.3.5 Atividade enzimática da peroxidase

Atividade da peroxidase: Os extratos foram preparados com 5 g da amostra para cada estádios e porções dos frutos de facheiro, exceto para a polpa do estádio totalmente roxo com 3 g da amostra + 0,5 de areia inerte + 0,1 de PVP e 10 ml de Tampão Extrato 50 mM de fosfato de potássio (pH 7,0 com EDTA 0,1 mM) foram retirados, homogeneizados em banho de gelo 4° C, com auxílio do almofariz e pistilo. Depois se filtrou, centrifugou-se a 9000 rpm durante 25 min a 4 ° C, o sobrenadante foi usado como extrato enzimático e mantendo todo o procedimento sempre em banho-maria de gelo a 4°. Determinação foi realizada com base na oxidação de guaiacol utilizando H₂O₂ e um coeficiente de extinção de 26,6 mM⁻¹ cm⁻¹, seguindo o método de Wu et al., (2010). A mistura de reação foram utilizadas estádio e porção foram ajustados sendo ao estádio totalmente verde para as cascas utilizou-se 800 µl de tampão de fosfato de potássio 100 mM (pH 7,0), 0,1 mL de peróxido de hidrogénio 0,5 M, 0,1 ml de 3% de guaiacol, e 500 µl do extrato enzimático, no entanto para a polpa utilizou-se 1100 ml, 0,1 mL de peróxido de hidrogénio 0,5 M, 0,1 ml de 3% de guaiacol, e 200 µl do extrato enzimático. Início de pigmentação utilizou-se 900 µl de tampão de fosfato de potássio 100 mM (pH 7,0), 0,1 mL de peróxido de hidrogénio 0,5 M, 0,1 ml de 3% de guaiacol, e 400 µl do extrato enzimático, no entanto para a polpa utilizou-se 1200 ml, 0,1 mL de peróxido de hidrogénio 0,5 M, 0,1 ml de 3% de guaiacol, e 100 µl do extrato enzimático. E para os frutos

totalmente roxos utilizou-se 1000 µl de tampão de fosfato de potássio 100 mM (pH 7,0), 0,1 mL de peróxido de hidrogénio 0,5 M, 0,1 ml de 3% de guaiacol, e 300 µl do extrato enzimático, no entanto para a polpa utilizou-se 1250 µl , 0,1 mL de peróxido de hidrogénio 0,5 M, 0,1 ml de 3% de guaiacol, e 50 µl do extrato enzimático. O aumento na absorvância foi monitorizado durante 1:30 min e meio a 470 nm. Uma unidade de atividade POD foi definida como a quantidade de enzima que catalisa a peroxidação de 1,0 µmol de guaiacol por miligrama de proteína por minuto (mg L⁻¹ de proteína).

4.6 Análises estatísticas

O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial de 3 x 2, sendo 3 (três) estádios de maturação (totalmente verde, início de pigmentação roxa e totalmente roxa), por 2 (duas) porções do fruto epicarpo e endocarpo (polpa + sementes).

Para as avaliações físicas foram utilizadas 36 frutos, cada fruto uma repetição ou por 36 frutos por estádio de maturação, enquanto que para as avaliações físico-químicas, compostos bioativos e atividade antioxidante e enzimática, utilizaram-se três repetições por estádio de maturação, sendo 12 frutos por repetição.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey em até 5% de probabilidade de erro, pelo programa estatístico Sisvar versão 5.3 (FERREIRA, 2007).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Termos descritores

Para as características específicas dos frutos de facheiro ao estágio totalmente verde, foi reportada para coloração do epicarpo totalmente verde com presença de pontos escuros, apresentando pedúnculo floral ereto. Deste modo, para os atributos internos, os frutos apresentam em duas condições polpa de cor bege, com sementes laranja-rósea e outras com coloração roxa clara com sementes pretas. Para o estágio com início de pigmentação roxa, os atributos mais citados para o epicarpo foram: coloração verde azulada com tons roxa e algumas áreas de cor amarelas com pontos escuros, apresentando pedúnculo floral ereto. Logo, para os atributos internos os frutos apresentam epicarpo verdes com partes roxo-bordô e a polpa roxa clara ou menos intensa que o último estágio ou totalmente roxo com sementes de cor pretas. Para o estágio totalmente roxo, os atributos mais citados para a parte o epicrpo foram à coloração totalmente roxa com pontos escura, caracterizando que estas manchas permanecem em todos os estádios de maturação, com pedúnculo floral um pouco de caído. Quanto à polpa a coloração é totalmente roxa com sementes numerosas, pequenas e pretas (Tabela 1).

Tabela 1. Termos descritores relacionados à coloração interna e externa de frutos do facheiro colhidos em três estádios de maturação, determinados através de painel aberto composto por 15 julgadores treinados.

CARACTERÍSTICA ESPECIFICA POR ESTÁDIO DE MATURAÇÃO			
	V	IP	R
Epicarpo	Verde com pontos escuros.	Verde azulado com tons de roxo com algumas áreas amareladas e pontos escuros.	Roxa com pontos ou escuros.
Pedúnculo Floral	Ereto	Ereto	Recaído
Polpa	-Bege com sementes laranja-rósea; -Roxa clara com sementes pretas;	Roxa média ou menos intensa que o estágio ou totalmente roxo com sementes pretas.	Roxa intenso com sementes pretas.

V= frutos verdes , IP=frutos com inicio de pigmentação roxa e R=frutos totalmente Roxo.

As características gerais de aparência dos frutos do facheiro foram adquiridas a partir dos atributos mais citados na ficha, tanto para os frutos íntegros externo quanto para a parte interna Tabela 2, Deste modo, foi-se admitida que o fruto apresentasse formato ovoide com dois pontos de achatamentos, sendo uma na base e outro no ápice. Logo no ápice, apresenta um pedúnculo de cor preta decorrente dos resquícios florais e na base apresentou pelo bem fino e um pouco cortante de cor branco-bege e também suas folhas modificadas em espinhos são de cor banco-amarelados, finos, lisos e de fácil quebra. Os frutos foram considerados, pelos julgadores, de tamanho pequeno a médio (variando independentemente do estágio de maturação). E quanto à textura, os frutos apresentaram-se lisos, com poucas elevações arredondadas (rugosidades), firmes até o estágio de maturação maduro (ou totalmente roxa), sendo suas sementes pequenas e aderidas a polpa, caracterizando como difícil de separá-las em polpa e semente. São frutos do tipo deiscentes (sendo expressa sua deiscência nos frutos de maturação avançada, totalmente roxa), apresentando manchas escuras e arranhões, possivelmente devido ao dano mecânica pela colheita ou através de pássaros na tentativa de penetrar sua polpa. Quanto à intenção de compra, os frutos foram aceitos por serem bonitos e atraentes, gerando curiosidade, por parte dos avaliadores para experimenta-los.

Tabela 2. Termos descritores relacionados à aparência geral, interna e externa, de frutos do facheiro colhidos em três estádios de maturação, determinados através de painel aberto composto por 15 julgadores treinados.

CARACTERÍSTICAS GERAIS
Formato do Fruto
Ovoide com dois pontos de achatamento uma na base e outra no ápice.
-No ápice apresenta-se um pedúnculo de cor preta decorrente dos resquícios florais.
-Na base apresenta-se pelo bem fino e um pouco cortante de cor branco-bege e espinhos de cor banco-amarelado, finos, lisos e de fácil quebra.
Tamanho do Fruto
Pequeno a Médio porte (variando ao tamanho entre os estágios e no próprio estágio).
Presença de muitas sementes na polpa bem pequenas e unidas a polpa, caracterizando como difícil de separá-las em polpa e semente.

Estrutura dos frutos:

Frutos lisos apresentados poucos elevações arredondadas (rugosidades)

Firmes até seu ultimo estágio de maturação.

Deiscentes (sendo expressa sua deiscência no ultimo estágio de maturação totalmente roxa).

Frutos com manchas e arranhões, podendo ser devido ao dano mecânica pela colheita ou através dos pássaros na tentativa de penetrar sua polpa.

Intenção de compra

Frutos bonitos e atraentes, gerando curiosidade, por parte dos avaliadores.

V= frutos verdes , IP=frutos com inicio de pigmentação roxa e R=frutos totalmente Roxo

5.3 Características físicas

O comprimento de frutos do facheiro não diferiu entre os três estádios de maturação (verde - V, início de pigmentação roxa - IP e totalmente roxa - R), com média geral de 33,44 mm. No entanto, para o diâmetro observou-se diferenças, sendo frutos do estágio IP os maiores, com média 50,16 mm. Por outro lado, os frutos nos estádios de maturação V e R não diferiram entre si, com 44,90 e 45,26 mm respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios das características físicas dos frutos de facheiro durante a maturação

Característica	Facheiro		
	V	IP	R
Comprimento (mm)	32,84a	35,25a	32,25a
Diâmetro (mm)	44,90b	50,16a	45,26b
Massa Fresca (g)	42,82a	50,96a	50,58a
Firmeza (N)	20,02a	11,76b	13,78ab

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre os estádios pelo teste Tukey em até 5% de probabilidade.

V= Frutos verdes, IP=Frutos com inicio de pigmentação roxa e R=Frutos totalmente Roxo.

Medeiros, et al. (2015) reportaram para comprimento e diâmetro dos frutos de facheiro em diferentes localidades do estado da Paraíba-BR cujas médias gerais para comprimento foram de 33,61 e para largura foi de 43,51. Deste modo, Abud, et al. (2010), avaliando frutos, sementes e plântulas de facheiro, reportou valores próximos ao presente trabalho, com comprimento e diâmetro dos frutos em média de 38,13 e 50,53 mm, respectivamente. Frutos de xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), reportados por Abud, et al., (2012) apresentaram

comprimento dos frutos de $40,67 \pm 4,40$ mm e $48,09 \pm 3,23$ mm de diâmetro, valores próximos aos do presente trabalho.

Não foi observada diferença para a massa fresca dos frutos de facheiro durante a maturação, com média de 48,12 g (Tabela 3). Medeiros et al. (2015), avaliando frutos de facheiro em diversas localidades da PB, reportaram massa fresca média de 33,68 g. Deste modo em frutos de xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), reportados por Abud et al., (2012) apresentaram massa fresca médias de $53,85 \pm 10,03$ g, caracterizando que esta espécie de cactáceae se assemelha muito ao fruto do facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter) tanto em aparência quanto ao peso dos mesmos.

A firmeza diferiu entre os estádios de maturação de modo que o fruto mais firme é o estágio totalmente verde e menos firme no estágio com início de pigmentação roxa com o estágio totalmente roxos estando intermediário aos demais estádios. Nos frutos íntegros observaram-se médias de 20,02 N para frutos verdes, 11,76 N para frutos no início de pigmentação roxa e 13,78 N para frutos totalmente roxos, de modo que os frutos de facheiro não apresentam declínio na firmeza com a evolução da maturação (Tabela 3).

Diante da diversidade de Cactáceae e seus frutos, a pitáia é um fruto que se assemelha aos frutos de facheiro muito com a polpa do facheiro mas que apresenta uma firmeza externa semelhante enquanto fruto totalmente verde e um pouco menor enquanto para início de pigmentação roxo e totalmente roxo, como reportados por Menezes et al., (2015) que avaliaram a pitáia vermelha durante a maturação, observando firmeza no início do armazenamento com 20,94 e 6,37 aos 46 dias de armazenamento. Entretanto Cordeiro, et al (2014) avaliando a caracterização física, química e nutricional da pitáia-rosa de polpa vermelha apresentaram, firmeza bem superior aos dos facheiro, os fruto apresentou-se em média 44,31 N, de modo que os frutos da família das cactáceae variam muito em termos das características de qualidade mesmo dentro de grupo e espécies mais próximas.

A coloração da casca e da polpa dos frutos, através dos parâmetros L^* , a^* e b^* pode ser observada na (Tabela 4). O parâmetro L^* do epicarpo diferiu entre os estádios de maturação avaliados, sendo que, os maiores brilhos foram observados nos frutos verdes, 24,64 e nos frutos com início de pigmentação roxa, 24,24. Com o avanço da maturação e consequentemente, o aparecimento da cor roxa a luminosidade diminuem obtendo-se L^* de 21,50 (Tabela 4). A coloração da polpa não diferiu entre os estádios de maturação, apresentando média geral de 21,86 (Tabela 4). Em frutos de pitáia vermelha Sato et al. (2014)

reportaram valores para luminosidade dos frutos em diferentes localidades do Estado do Pará medias geral L^* de 27,70.

Tabela 4. Valores médios dos parâmetros de coloração de frutos de facheiro durante a maturação

Característica	Porção	Facheiro		
		V	IP	R
Parâmetro L	Epicarpo	24,64a	24,24a	21,50b
	Polpa	23,63a	23,12a	18,83a
Parâmetro a	Epicarpo	-0,16c	2,79b	10,20a
	Polpa	11,75b	13,00b	17,33a
Parâmetro b	Epicarpo	23,26a	23,31a	20,36b
	Polpa	20,65a	23,19a	22,60a

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre os estádios pelo teste Tukey em até 5% de probabilidade.

V= Frutos verdes, IP=Frutos com inicio de pigmentação roxa e R=Frutos totalmente Roxo.

O parâmetro a^* , tanto do epicarpo quanto da polpa, diferiu entre os três estádios de maturação avaliados. Para o epicarpo, observou-se menor média para o estágio V, com valor de -0,16, indicando que os frutos apresentavam-se com coloração verde, evoluindo para coloração roxa, atingindo valores positivos de 10,20 para o ultimo estágio de maturação. No entanto, quando observado o parâmetro a^* da polpa, o maior valor encontrado foi no estágio R, com média de 17,33. Porém, o a^* dos estádios V e IP não diferiu, com médias 11,75 e 13,00, respectivamente (Tabela 4). Sato et al. (2014), avaliaram cor de pitayas vermelhas provenientes de diversos municípios do Estado do Pará-BR, observaram médias para a^* 11,16 próximos aos valores observados neste trabalho quando os frutos de facheiro se encontravam no ultimo estágio de maturação ou totalmente roxo.

O parâmetro b^* do epicarpo foi inferior em frutos do estágio totalmente roxo (20,36). No entanto, os valores de b^* para os estádios V e IP foram maiores porém não diferiram entre si. Entretanto, os valores de b^* na polpa não diferiram entre os estádios de maturação, com média 22,14 (Tabela 4). Sato, et al., (2014) avaliaram b^* em frutos de pitayas vermelhas de três localidades do Estado do Pará-BR com médias de 1,56 deste modo mostrando que os valores estão bem inferiores aos frutos de facheiro, mostrando que as pitais estudadas por Sato, et al., (2014), apresentam pouca concentração para a coloração amarelas no entanto os facheiros mostrou-se bem superior para esta concentração de amarelo. Os frutos de facheiro são carnosos,

do tipo baga, deiscentes polispérmicos, apresentando pericarpo succulento e espesso, quando atingem a maturidade fisiológica apresentam coloração lilás (roxa) (ABUD et al., 2010).

A acidez titulável (AT) dos frutos do facheiro (Tabela 5) diferiu significativamente nos três estádios de maturação avaliados, obtendo médias para os frutos V, IP e R, de 0,12; 0,15 e 0,18 g.100 g⁻¹, respectivamente, também obtendo significância enquanto avaliados as porções polpa e casca obtendo médias de 0,18 e 0,13 g. 100g⁻¹, respectivamente, caracterizando como valores significativos mais de baixa relevância em termos que as diferenciam para os teores de acidez entre os estádios de maturação. No entanto, ao passo que se avança a maturação do fruto também há aumento na acidez titulável do fruto.

SOUZA (2014), utilizando o fruto do facheiro no estágio totalmente roxo, reportou AT média de 0,35 g.100g⁻¹. No entanto, em trabalho realizado por Deodato et al., (2015) utilizando o facheiro da espécie (*Pilosocereus chrysostele*) na produção e avaliação da qualidade das barras de cereais elaborada com farinha de facheiro, nas proporções de 5 a 20%, observou acidez das barras de facheiro para as cascas de 0,10 a 0,06 g.100g⁻¹ e polpa de 0,13 a 0,10 g.100g⁻¹. Assim, os frutos ou produtos do facheiro podem ser classificados como de baixa acidez.

Tabela 5. Valores médios das características, físico-químicas de frutos de facheiro durante a maturação

Característica	Porção	Facheiro		
		V	IP	R
Acidez titulável g.100 g ⁻¹	Epicarpo	0,11Aa	0,12Aa	0,14Ba
	Polpa	0,12Ab	0,17Aab	0,21Aa
Sólidos solúveis %	Epicarpo	2,17Ab	2,76Ab	3,53Aa
	Polpa	2,63Ab	2,60Ab	3,73Aa
Relação SS/AT	Epicarpo	23,60Ab	23,65Ab	26,19Aa
	Polpa	21,14Ba	15,28 Bb	18,03Bab
pH	Epicarpo	4,50Ba	4,47Aa	4,60Aa
	Polpa	5,10Aa	4,47Ab	4,35Ab

Médias seguidas de letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não apresentam diferença significativa pelos testes de Tukey e F, respectivamente, em até 5% de probabilidade.

V= Frutos verdes, IP=Frutos com início de pigmentação roxa e R=Frutos totalmente Roxo.

Os sólidos solúveis (SS) dos frutos de facheiro diferiram entre os três estádios de maturação avaliados nas duas porções polpa e epicarpo, obtendo médias para polpa nos frutos totalmente verdes, início de pigmentação roxas e totalmente roxas 2,63; 2,17 e 3,73% e nos

epicarpos 2,60; 2,76 e 3,53 % respectivamente. O estágio que apresentou com maior valor em de SS foi o estágio totalmente roxo, logo os demais estádios de maturação não diferiram entre si (Tabela 5).

Lima (2006), avaliando produção e armazenamento da farinha de facheiro no caule determinados em três porções, reportou SS para as três porções do caule do vegetal, extremidades de $3,76 \pm 0,008$; meio de $3,74 \pm 0,008$ e base de $3,10 \pm 0,006$, de modo que os SS do caule aproximam-se aos obtidos para os frutos de facheiro do presente trabalho. Deste modo, em frutos de pitaias vermelhas no estágio totalmente maduros observou-se média de 13,14 % (CORDEIRO et al 2014). Também neste mesmo ano Ferreira et al. (2014), avaliando frutos de pitaias roxas reportaram valores em SS de 6,8 %. Deste modo, como reportados em frutos de pitaias vermelhas colhidas baseada na coloração vermelha da casca valores de 14% de sólidos solúveis (COSTA et al. 2015), deste modo, observou-se que em frutos de pitaias apresentam-se superiores aos observados ao presente trabalho com os frutos de facheiro.

A relação SS/AT diferiu entre aos três estádios de maturação e as porções dos frutos, obtendo médias para os frutos verdes na polpa de 21,14 e cascas de 23,60. Para o início de pigmentação roxa na polpa 15,28 e na casca dos frutos 23,65. Frutos com estágio totalmente roxo na polpa de 18,03 e na casca de 26,19. Deste modo, observa-se que SS/AT das polpas dos frutos de facheiro diminuiu com o avanço da maturação dos frutos. Por outro lado, nos epicarpos dos frutos de facheiro a relação SS/AT aumentaram com o avanço maturação (Tabela 5), sendo esta diferença de concentração devidos tanto a fatores intrínseco, quanto a fatores externos em frutos de cactaceas como também reportados por Silva et al. (2005), em coroa-de-frade.

O pH diferiu entre as porções avaliadas de maturação obtendo-se médias para os frutos verdes na polpa de 5,10 e casca de 4,50. Para o início de pigmentação roxa na polpa e na casca dos frutos 4,47 e frutos com estágio totalmente roxo na polpa de 4,35 e na casca de 4,60. No entanto, para os frutos totalmente verdes e com início de pigmentação roxa não apresentaram grandes diferenças entre si, exceto quando avaliadas as polpas de frutos no estágio totalmente verde que se apresentou com pH maior que os demais (Tabela 5). Como antes reportado, o pH dos frutos do facheiro em estágio de maturação final ou totalmente roxa foi de 4,76 (SOUZA, 2014). Lima (2006) no armazenamento da farinha de facheiro observou-se pH dos adquirindo valores de 4,74; 4,75 e 4,8 respectivamente. Assim, o pH dos frutos e caules do facheiro em três porções extremidade, meio e base, reportaram valores próximos ao de frutos dos três estádios de maturação deste trabalho. Entretanto o pH de frutos de outras Cactáceas, com mandacaru e palma, reportados por Fidelis et al., (2015) foi para da casca de mandacaru de $3,09 \pm 0,29$ e das polpas de 2,99

$\pm 1,52$ e em frutos de palma $1,61 \pm 0,20$. Assim, frutos de mandacaru, palma e o facheiro apresentaram pH baixo. Segundo Monteiro et al. (2008) o valor do pH é muito importante, pois quando for inferior a 4,5 é desejável para o processamento, pois pH estará influenciando na escolha da embalagem, do tipo de material de limpeza e desinfecção, do equipamento utilizado na indústria, bem como dos aditivos.

Farias (2013), avaliando desenvolvimento, qualidade e capacidade antioxidante em brotos de palma (*opuntia* sp.) para o consumo humano, reportaram a relação SS para duas cultivares de palma valores variando de 10,58 a 3,47 na cultivar ‘Gigante’ e de 7,61 a 3,08 na cultivar ‘Redonda’. No entanto em frutos de pitaias vermelha Menezes et al., (2015) avaliando características físicas e físico-químicas de pitaias vermelha e COSTA et al., (2015) avaliando adubação orgânica e *Lithothamnium* no cultivo da pitaias vermelha observaram relação SS/AT 12,49; 46,66, respectivamente, demonstrando que para esta característica de relação SS/AT pode variar tanto entre espécies diferentes como na mesma espécie á exemplo das pitaias e que esta diferença pode ser devido tanto a fatores externos quanto a internos nas espécies.

Segundo Mattedi et al. (2011) elevados valores para a relação SS/AT proporciona a percepção sabor doce, enquanto que baixos valores, sabor ácido. Portanto, entre os açúcares e a acidez vem sendo usada na relação SS/AT como índice para avaliação da palatabilidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

5.2 Compostos bioativos e atividade antioxidante

Os valores de ácido ascórbico AA diferiram apenas entre as porções (polpa e epicarpo) dos frutos do facheiro, com médias os frutos verdes $4,10 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ polpa e $4,84 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ no epicarpo de $4,84 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, com início de pigmentação 4,35 nas polpas e 4,61 no epicarpo e nos frutos totalmente roxos 3,84 e 4,92 polpa e epicarpo respectivamente, mostrando que os maiores conteúdos se encontraram nos epicarpas dos frutos de facheiro (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios para compostos bioativos, atividade antioxidante e atividade da peroxidase dos frutos de facheiro

Características	Porção	Facheiro		
		V	IP	R
Ácido Ascórbico mg.100g ⁻¹	Epicarpo	4,84Aa	4,61Aa	4,92Aa
	Polpa	4,10Ba	4,35Ba	3,84Ba
PET mg.100 g ⁻¹	Casca	196,60Aa	173,80Ba	221,91Aa
	Polpa	147,4Ab	324,90Aa	269,33Aa
Flavonoides Amarelos mg.100 g ⁻¹	Epicarpo	ND	ND	ND
	Casca	0,74b	0,72b	1,3a
Betalaínas mg.100 g ⁻¹	Epicarpo	12,92c	14,33d	35,91b
	Polpa	34,13cd	142,25b	418,79a
Betacianinas mg.100 g ⁻¹	Epicarpo	7,06Aa	5,75Ba	19,77Ba
	Polpa	23,19Ac	119,89Ab	335,54Aa
Betaxantinas mg.100 g ⁻¹	Epicarpo	7,27Bb	7,16Bb	16,14Ba
	Polpa	10,97Ac	32,36Ab	83,25Aa
DPPH g/g	Epicarpo	575,82Ba	435,65Ba	620,05Aa
	Polpa	15444,99Aa	7238,45Ab	1935,28Ab
Peroxidase U.g ⁻¹	Epicarpo	0,081Aa	0,047Bb	0,036Bc
	Polpa	0,056Bc	0,076Ab	0,144Aa

Médias seguidas de letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não apresentam diferença significativa pelos testes de Tukey e F, respectivamente, em até 5% de probabilidade.

V= Frutos verdes, IP=Frutos com início de pigmentação roxa e R=Frutos totalmente Roxo. ND=Não Determinado.

Montoya (2015) avaliando duas espécies de figo-da-índia nopal e tuna branca obtiveram valores de AA nas polpas em nopal de 0,92 mg.100g⁻¹ e tuna branca de 4,77 mg.100g⁻¹. No entanto, Terán et al. (2015) avaliando figo-da-índia tuna encontraram conteúdo ácido ascórbico bem maiores, epicarpós de 21,97 mg.100g⁻¹ e polpa de 19,58 mg.100g⁻¹. Assim, Cristofoli et al., (2014) avaliando pitaias (*H. costaricensis*) obtiveram em frutos 27,07 mg.100g⁻¹ de ácido ascórbico.

No caso do facheiro o conteúdo de ácido ascórbico foi baixo e inferior aos reportados em frutos de ‘pitaia’ e frutos de figo-da índia ‘tuna’ avaliados por Terán, et al., (2015), deste modo esta variação de teores entre as espécies podem ser decorrentes segundo CHITARRA e CHITARRA (2005) das variações nas condições ambientais, que demonstra a necessidade de estudos com acompanhamento de uma mesma cultivar ao longo do tempo ou com a posição da fruta na árvore e com a densidade do plantio.

Os Polifenóis Extraíveis Totais (PET) apresentaram interação entre estádios/porções significativa, com diferença entre as porções apenas no estádio com início de pigmentação roxa, porém observou-se maiores conteúdos de PET entre os estádios de maturação nas polpas com início de pigmentação roxa de 324,90 mg.100g⁻¹, no entanto o menor conteúdo observado foram na polpa dos frutos verde de 147,4 mg.100g⁻¹ (Tabela 5).

FARIAS (2013), avaliando PET em brotos de palma (*Opuntia sp.*) gigante e redonda, em quatro estádios de maturação, verificando que no 1º estádio médias de 350 a 320 mg.100g⁻¹. No entanto do 4º e ultimo estádio apresentaram com médias de 150 a 160 mg.100g⁻¹. Diante disto, estes valores se assemelham aos reportados para os frutos de facheiro do presente trabalho enquanto estádios de maturação e porções do fruto.

A diferenças em conteúdos de PET pode ser devido à complexidade da matriz alimentícia, além da existência de diversos compostos secundários de natureza fenólica. Assim pode se tornar difícil quantificar os compostos fenólicos, os quais também sofrem a influência de inúmeros fatores, como intrínsecos (cultivar, variedade e estádio de maturação) e extrínsecas (condições climáticas e edáficas) (MELO et al., 2008).

Os flavonoides amarelos do epicarpo de frutos do facheiro diferiram entre os estádios de maturação com médias de 0,74 mg.100 g⁻¹ em frutos totalmente verdes, com início de pigmentação roxa de 0,72 mg.100 g⁻¹ e os totalmente roxas de 1,3 mg.100 g⁻¹, de modo que o estádio que apresentaram maior conteúdo em flavonoides amarelos se encontra no totalmente roxo, logo os demais estádios de maturação não diferiram entre si (Tabela 5).

Lima, et al., (2013), observaram valores médios para flavonoides amarelos em pitaias espécie *H. costaricensis* de 6,03 mg.100 g⁻¹ de flavonoides amarelos. Este valor, segundo LIMA et al., (2013) foi 6 vezes maior que o apresentado pela espécie *S. megalanthus* nativa com 0,88 mg.100 g⁻¹. Assim os valores dos frutos deste trabalho estão próximos aos da pitaiia *S. megalanthus*, mas inferior às demais espécies de pitaias. Dantas, et al., (2016), avaliando betalainas e atividade antioxidante em frutos de Cactáceae do Semiárido brasileiro, reportou flavonoides amarelos em *T. inamoena* que aumentou de 1,51-5,21 mg/100 g na polpa e de 1,14 para 9,11 mg/100 g no epicarpo, mostrando que para os frutos de facheiro observou-se inferior para a espécie reportadas por Dantas, et al., (2016), porém mostrou semelhante em ambos aumento deste pigmento ao passar do desenvolvimento fisiológico.

O conteúdo de Betalaínas (betacianinas-BTc e betaxantinas-BTx) diferiu entre as porções de frutos de facheiro, sendo reportados maiores conteúdos na polpa de frutos totalmente roxos de 418,79 mg.100 g⁻¹ e menor conteúdo no epicarpo dos frutos verdes de

12,92 mg.100 g⁻¹, respectivamente. No entanto, para as Betacianinas foi reportado maior conteúdo nas polpas de fruto totalmente roxos de 335,54 mg.100 g⁻¹, em seguida, nas polpas dos frutos em início de pigmentação roxa de 119,89 mg.100 g⁻¹ e os demais não houve diferença entre si. Para as BTx, observou-se maior conteúdo na polpa de fruto totalmente roxos de 83,25 mg.100 g⁻¹. Em seguida, polpas dos frutos com início de pigmentação roxa foi de 32,36 mg.100 g⁻¹ e por último o epicarpo do fruto totalmente roxo com 16,14 mg.100 g⁻¹. Nos demais estádios as betaxantinas não diferiram, deste modo para os conteúdos de betalaínas e BTc e BTx, mostrou-se que nas polpas dos frutos totalmente roxos foram os menores resultados (Tabela 5).

Dantas et al. (2015) avaliando frutos de *O. ficus-indica* reportaram que as BTx variam de 13,09 mg/100g (mesocarpo) e 17,36 mg/100g (mesocarpo + polpa), para as BTc, variou de 1,27 mg / 100g (epicarpo) e 1,94 mg / 100g tanto para mesocarpo e polpa + mesocarpo, estes conteúdos se aproximam aos conteúdos reportados para o epicarpo de frutos de facheiro. As betacianinas nos frutos de *Tacinga inamoena* apresentou teor médio de 0,64 mg/100g e 1,39 mg/100g para as betaxantinas e betacianinas, respectivamente, apresentou-se inferior aos reportados ao presente trabalho. No entanto esse autor reportou em frutos de *O. stricta*, teores de betalaínas de 182,27 mg/100g para BTc, de 46,90 mg/100g, próximos aos reportados nas polpas dos frutos de facheiro como também reportados por MELLO, (2015) em betalaínas da casca da pitaya (*Hylocereus undatus*) de 101,04 mg.100g⁻¹.

Atividade antioxidantes total pela captura do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazil), para os frutos do estádio totalmente verde, na polpa de 15444,99 g/g e na casca de 575,82 g/g. Por sua vez frutos encontrado em estádio com início de pigmentação roxa apresentaram na polpa de 7238,45 g/g e na casca de 435,65 g/g e frutos totalmente roxos as polpa encontrou-se de 1935,28 g/g e na casca de 620,05 g/g (Tabela 5), assim que os epicarpós apresentaram maior atividade antioxidante uma vez que necessitam de menor quantidade da amostra para que se realize a atividade antioxidante em captura do radical livre DPPH.

Dantas et al. (2015), avaliando a captura do radical livre DPPH de duas espécies *Opuntia ficus-indica*, mesocarpo e casca do frutos, encontraram valores para a polpa de *Tacinga inamoena* de 2153 g/g e *Opuntia stricta* de 1730 g/g. Deste modo, aos valores reportados ao presente trabalho observados nos epicarpós dos frutos de facheiro mostrou-se superiores aos reportado por Dantas et al. (2015), por necessitarem de menor amostra para realizar a atividade antioxidante.

O potencial antioxidante dos frutos em cactáceas tem recebido muita atenção principalmente devido à presença de betalaínas, que, em conjunto com compostos fenólicos atuam inibindo vários processos oxidativos, assim os antioxidantes são substâncias que prolongam à vida útil dos produtos alimentícios, protegendo contra a deterioração causada pela oxidação, mudanças na cor, e perda do valor nutritivo DANTAS et al., (2015). Assim devido a potencialidade desta atividade o fruto de facheiro superou dentre outras espécie de cactaceae, uma vez que seu melhor resultado expressou-se no epicarpo, porção esta que para o consumidor a coloração atrativa é passo decisório ao ato da compra sobressaindo ate mesmo a outros aspectos como sabor e odor (LIMA et al., 2005).

5.4 Atividade enzimática da peroxidase (POD)

A atividade enzimática em peroxidase POD diferiu entre polpa e epicarpo dos frutos do facheiro, obtendo médias de 0,056 U.g⁻¹ polpa e de 0,081 U.g⁻¹ casca para os frutos totalmente verdes. Com início de pigmentação de 0,076 U.g⁻¹ polpa e de 0,047 U.g⁻¹ casca e frutos totalmente roxas de 0,144 U.g⁻¹ polpa e de 0,036 U.g⁻¹ casca, deste modo, observa-se que para porção polpa apresentou aumento da atividade enzimática com o avanço da maturação, por outro lado, nas cascas ao passo que avançou-se a maturação a atividade da peroxidase diminui e que apresenta-se como fruto de baixa atividade (Tabela 5).

Em melões ‘Louis’ reportados por MORGADO et al., (2015), avaliados em quatro temperaturas de armazenamento sendo 3°, 6°,9° e 22° C, observaram médias para a atividade enzimática POD de 0,18; 0,18; 0,12; 0,10 µmol.g⁻¹ respectivamente. Diante disto para os frutos de melões reportados por Morgado et al., (2015), sob armazenamento refrigerados mostrou maior atividade da peroxidase ao observar com os frutos submetidos a 22°C, concluindo que em frutos tropicais o frio é um fator importante para o aumento da atividade enzimática. No entanto para o facheiro o frio contribuiu para uma baixa atividade da peroxidase.

Diante disto, estudos sobre essa natureza é importante para avaliar a proteção contra a oxidação e a deterioração dos alimentos diante das reações que podem levar à diminuição da sua qualidade e do seu valor nutricional diminuindo a vida útil dos produtos em meios comerciais em via de consumidor (LIMA, 2008).

6. CONCLUSÕES

O comprimento dos frutos de facheiro não diferiram entre os três estádios de maturação, com média geral de 33,44 mm, reportando que o fruto com maior diâmetro encontra-se no início de pigmentação com 50,16 mm. A Firmeza dos frutos mostrou-se que no último estágio de maturação apresentava-se firmeza que estava entre o estágio inicial e intermediário.

Acidez aumentou ao passar do desenvolvimento fisiológico. Os SS são inferiores a diferentes espécies de pitaias. No entanto a relação SS/AT que houve aumento desta relação ao passar do desenvolvimento fisiológico nos epicarpós e menor conteúdo nas polpas, esta diferença de concentração pode ser devidos tanto a fatores intrínsecos, quanto a fatores externos em frutos de cactaceae.

O ácido ascórbico diferiu apenas entre as porções polpa e epicarpo ao passo que, os flavonoides amarelos e as betalaínas aumentaram com o passar do desenvolvimento fisiológico dos frutos e os polifenóis extraíveis totais se mostraram semelhantes e até mesmo superiores a espécies de cactáceas como *Opuntia sp.*

A atividade antioxidante dos epicarpós foi superior pela captura do radical livre DPPH. A atividade da POD em frutos do facheiro foi baixa, mostrando que este aspecto conduz a uma menor deterioração dos frutos diante das reações que podem levar à diminuição da sua qualidade e aumentando na vida útil dos mesmos.

REFERÊNCIAS

- ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; PEREIRA, M. S.; PEREIRA, D. S.; REIS, R. G. E.; BEZERRA, A. M. E. Germination and morphological characterization of the fruits, seeds, and seedlings of *Pilosocereus gounellei*, **Brazilian Journal of Botany**, v. 35, n. 1, p.11-16, 2012.
- ABUD, H. F.; GONÇALVES, N. R.; REIS, R. G. E.; PEREIRA, D. S.; BEZERRA, A. M. E. Germinação expressão morfológica de frutos, sementes e plântulas de *pilosereus pachycladus* Ritter, **Revista ciência agrônômica**, Centro de Agrarias UFC, v. 41, n. 3, 2010.
- ARTS I. C. W.; HOLLMAN P. C. H. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. **The American journal of clinical nutrition**, v.81, p. 317-25, 2005
- AZEREDO, H. M. C.; PINTO, G. A. S.; BRITO, E. S.; AZEREDO, R. M. C. Alterações microbiológicas durante a estocagem. In: AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. v. 1, p. 19-35, 2004.
- BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, 99, 191–203, 2006.
- BARBOSA, A. S. **Estrutura da vegetação e distribuição espacial de Cactaceae em áreas de Caatinga do Semiárido Paraibano**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.
- BLOKHINA, O.; VIROLAINEN, E.; FAGERSTEDT, K. V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. **Annals of Botany**, London, v. 91, n. 2, p. 179-194, 2003.
- BRAGA, R. 1976. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 510 p.
- BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; VARANDA, D. B. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba “Paluma” armazenada a -20°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 394-396, 2004.
- CAMPOS, A. D.; SILVEIRA, E. M. L. **Metodologia para a determinação da peroxidase e da polifenol oxidase em plantas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. 3p. (Comunicado Técnico, 87).
- CARVALHO, J. E. U.; NAZARÉ, R. F. R.; OLIVEIRA, W. M. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 326-328, 2003.
- CARVALHO, J. M.; MAIA, G. A.; SOUSA, PAULO H. M.; MAIA JR, GERALDO A. Água de coco: propriedades nutricionais, funcionais e processamento. **Ciências Agrárias**, Teresina, v. 27, n. 3, p. 437- 452, 2006.

CASAS A.; CAMOU A.; OTERO-ARNAIZ A.; RANGEL-LANDA S.; CRUSE-SANDERS J.; SOLÍS L.; TORRES I.; DELGADO A.; MORENO-CALLES A. I.; VALLEJO M.; GUILLÉN S.; BLANCAS J.; PARRA F.; FARFÁN-HEREDIA B.; AGUIRRE-DUGUA X.; ARELLANES Y.; PÉREZ-NEGRÓN E. Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica: el Valle de Tehuacán. **Investigación Ambiental**, v.6, n. 2, p. 23-44, 2014.

CASTELLAR, M. R.; SOLANO, F.; OBÓN, J. M. Betacyanin and other antioxidants production during growth of *Opuntia stricta* (Haw.) fruits. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 67, n. 4, p. 337-343, 2012.

CASTELLAR, M. R.; SOLANO, F.; OBÓN, J. M. Betacyanin and other antioxidants production during growth of *Opuntia stricta* (Haw.) fruits. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 67, n. 4, p. 337-343, 2003.

CASTRO, J. P. **Número cromossômicos em espécies de Cactaceae ocorrentes no Nordeste do Brasil**, Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba-Centro de Ciências Agrárias, Areia, 70p, 2008.

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

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SÂNDI, D. Corantes Alimentícios. B. Ceppa. Vol. 20,n.2, 203-220, 2002.

CORDEIRO, M. H. M.; SILVA, J. M.; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H.; MOTA, W. F. Caracterização física, química e nutricional da pitaiá-rosa de polpa vermelha, **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol, 37. No. 1, 2014.

COSTA A. C.; RAMOS J. D.; SILVA F. O. R.; MENEZES T. P.; MOREIRA R. A.; DUARTE M. H. Adubação orgânica e Lithothamnium no cultivo da pitaiá vermelha. Semina: Ciências Agrárias, v. 36, n. 1, 2015.

COSTA, N. P.; LUZ, T. L. B.; BRUNO, R. L. A. Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) colhidos em quatro estádios de maturação. *Bioscience Journal* (Uberlândia), v. 20, n. 2, p. 65-71, 2004.

CRISTOFOLI, N. L.; LIMA C. A. R.; MOTA, A. M.; PEIXOTO, N. M.; LIMA, J. S. S.; SILVA, F. M. R.; VASCONCELOS, L. B. T.; FIGUEIREDO, R. W. Pitaiá (*h. costaricensis*): um fruto com características atrativas para a indústria de processamento, **XX congresso Brasileiro de Engenharia Química**, 2014.

DANTAS R.L.; SILVA S.M.; SANTOS L.F.; DANTAS A.L.; LIMA R.P.; SOARES L.G. Betalains and Antioxidant Activity in Fruits of Cactaceae from Brazilian Semiarid. **VIII International Congress on Cactus Pear and Cochineal**, 2015.

DANTAS, R. L.; SILVA, S. M.; DANTAS, A. L.; GUIMARÃES, G. H. C.; LIMA, R. P.; NASCIMENTO, R. S.; SILVA, M. C. A.; SILVA, R. S.; SANTOS, D.; MENDONÇA, R. M. N. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Tacinga inamoena* (K. Schum.) [NP

Taylor & Stuppy] fruit during maturation, **African Journal of Agricultural**, vol. 11, pp. 1511–1518, 2016.

DEODATO, J. N. V.; ARAÚJO, A.S.; SEVERO, D. S.; SILVA, C. C. M.; ALVES, G. S. Produção e avaliação da qualidade das barras de cereais elaborada com farinha de facheiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, 2015.

FALLER ALK, FIALHO E. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. **Revista Saúde Pública**;v.43(2), p.211-8, 2009.

FARIAS, V. F. S. **Avaliação do Desenvolvimento, qualidade e capacidade antioxidante em brotos de palma (Opuntia sp.) para o consumo humano**. Dissertação (em sistemas Agroindústrias), v. 2, n. 1, p. 76. 2013.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 5.3**. 2007.

FERREIRA, P. R. A.; SOUSA, M. S. M. L.; LIMA, N. D.; SOUSA, S. L.; SANTOS, S. M. L.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A. Estudo Comparativo das Características Físicas e Físico-Químicas de Pós de Pitaya Roxa (*Hylocereus Polyrhizus*) Obtidos por Secagem em Leito de Jorro e *Spray-Dryer*, **XX Congresso Brasileiro e Engenharia Química**, 2014.

FIDELIS, V. R. L.; PEREIRA, E. M.; SILVA, W.P.; GOMES, J. P.; SILVA, L. A. Produção de sorvetes e iogurtes a partir dos frutos figo da índia e mandacaru, **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 4, 2015.

FRANCIS, F. J. Anthocyanins and betalains: composition and applications. **Cereal Foods World**, v. 45, p. 208-213, 2000.

GALLIE, D. R. l-Ascorbic acid: a multifunctional molecule supporting plant growth and development. **Scientifica**, v. 2013, 2013.

GANDÍA-HERRERO, F.; GARCÍA-CARMONA, F. Biosynthesis of betalains: yellow and violet plant pigments. **Trends in Plant Science**, v. 18, n. 6, p. 334-343, 2013.

HOLLMAN, P. C. H.; KATAN, M. B.. Dietary flavonoids: Intake, health effects and bioavailability. **Food and Chemical Toxicology**, 37, 937–942, (1999).

IGNAT I., VOLF I.; POPA V. I. **A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables**, V. 126, n.4, P. 1821–1835, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos químicos para análise de alimentos**. 4. ed. versão digital. São Paulo: Secretaria do Estado de Saúde, 2008. 1018p.

JAIME, P. C.; MACHADO, F. M. S.; WESTPHAL, M. F.; MONTEIRO, C. A. Educação nutricional e consumo de frutas e hortaliças: ensaio comunitário controlado. **Rev Saude Publica**, v. 41(1), p.154-7, 2007.

JIN, J.; SHAN, N.; MA, N.; BAI, J.; GAO, J.; Regulation of ascorbate peroxidase at the transcript level is involved in tolerance to postharvest water deficit stress in the cut rose (*Rosa*

hybrida L.) cv. Samantha. *Posthaverts Biology and Technology*, Amsterdam, v. 40, n. 3, p. 236-243, 2006.

KIM, H. P.; SON, K. H.; CHANG, H. W.; KANG, S.S. Anti-inflammatory plant flavonoids and cellular action mechanisms. *J Pharmacol Sc*; v. 96, p. 229-45, 2004.

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

LEE, J. H.; ZHOU, HY.; CHO, S.Y.; KIM, Y.S.; LEE, Y. S.; JEONG, C. S. Anti-inflammatory mechanisms of apigenin: inhibition of cyclooxygenase-2 expression, adhesion of monocytes to human umbilical vein endothelial cells, and expression of cellular adhesion molecules. **Arch Pharmacol Res**, v.30:10, p.1318-27, 2007.

LIMA A. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo*, e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (*caryocar brasiliense*, camb.)**. Tese. [Doutorado em Bromatologia] - Universidade de São Paulo; 2008.

LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COHEN, K. D. 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**, v. 35, n. 2, p. 565-570, 2013.

LIMA, E. E. **Produção e armazenamento da farinha de facheiro**, Dissertação (em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande-Paraíba, p. 149, 2006.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; MARCIEL, M. I. S.; PRAZERES, F. G.; MUSSER, R. S.; LIMA, D. E. S. Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages. **Food Chemistry**, v. 90, n. 4, p. 565-568, 2005.

LOPES, R. M.; OIVEIRA, T. T.; NAGEM, T. J.; PINTO, A. S. Flavonóides. **Rev Biotecnol, Cienc Desenvolvimento**, p.18-22, 2000.

LUCENA, C. M.; CARVALHO, T. K. N.; MARÍN, E. A.; NUNES, E. N.; OLIVEIRA, R.S.; MELO, J. G.; CASAS, A.; LUCENA, R. F. P.. Potencial medicinal de cactáceas en la región semiárida del Nordeste de Brasil. **Gaia Scientia**, V. Especial Populações Tradicionais, p. 36-50, 2014.

LUCENA, C. M.; LUCENA, R. F. P.; COSTA, G. M.; CERVALHO, T. K. M.; COSTA, G.G.S.; ALVES, C. A. B.; QUIRINO, Z. G. M.; NUNES, E. N. Use and knowledge of cacacae in northeastern Brazil. **Journal of ethnobiology e ethnomedicine**, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2013.

MACEDO, M. C.; SCALON, S. P. Q.; SARI, A. P.; SCALON FILHO, H.; ROSA, Y. B. C. J.; ROBAINA, A. D. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* St.Hil (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 202-211, 2009.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; REMESY, C.; JIMENEZ, L. Polyphenols: **food sources and bioavailability**. *Am J Clin Nutr* 2004;79(5):727-47.

MATTEDI, A. P.; GUIMARÃES, M. A.; SILVA, D. J. H.; CALIMAN, F. R. B.; MARIM, B. G. Qualidade dos frutos de genótipos de tomateiro do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa. **Revista Ceres**, v. 58, p. 525-530, 2011.

MEDEIROS, R. L.S.; SOUZA, V. C.; AZEREDO, G. A.; PEREIRA, E. M.; NETO, M. A. B.; MEDEIROS, V. S.; BARBOSA, A. Germinação e vigor de sementes de *Pilosocereus cattingicola* (Guri) Byles e Rowley subsp. *Salvadorensis* (WERDERM) Zappi (Cactaceae) da Caatinga paraibana. **Gaia Scientia**, v. 9, n. 2, 2015.

MELO, E. A.; MARCIEL, M. I. A.; LIMA, M. L. A. G.; NASCIEMENTO, L. J. Capacidade Anoxidante de Frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmaceuticas**. V.44, n.2. 2008.

MENEZES, S. M.; TILLMANN, M. A. A.; DODE, L. B.; VILLELA, F.A. Detecção de soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato por métodos baseados na atividade de enzimas. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 26 p.150-155, 2004.

MENEZES, T. P.; RAMOS J. D.; LIMA, L. C. O.; COSTA, A. C.; NASSUR, R.C. M. R.; RUFINI, J. C. M. **Características físicas e físico-químicas de pitaia vermelha a maturação**, Semina: Ciências Agrárias, Londrina – PR, v. 36, n. 2, 2015.

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

MONTOYA, M. R. **Elaboración de una bebida com potencial hipogluceante a partir de nopal y tuna blaca (*Opuntia ficus-indica*)**, Tese (ciencia y tecnologia de Alimentos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, p. 78, 2015.

MORGADO C. M. A.; MATTIU C. F. M.; MUNIZ A. C.; CHARLES M. F.; BEN-HUR. Qualidade de melões ‘Louis’ armazenados em quatro temperaturas. **Ciência Rural**, v.45, n.11, nov, 2015.

MORI, C. L. S. O.; LIMA, J. T.; MORI, F. A.; TRUGILHO, P.F.; GONCALEZ, J. C. Caracterização da cor da madeira de clones de híbridos de *Eucalyptus* ssp. **Cerne**, v. 11, n. 2, p. 137-146, 2005.

NASCIEMNTO V. T., MOURA N. P., VASCONCELOS M. A. S., MACIEL M. I. S., ALBUQUERQUE U. P. Chemical characterization on native wild plants of dry seasonal forests of the semi-arid region northeastern Brazil. *Food research international*, v 44, n 7, pag 2112-2119, 2011.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; GOULART, MARÍLIA, O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; TREVISAN, M. T. S. Fontes vegetais naturais de antioxidantes, **Química Nova**, V. 32, N. 3, p.689-702, 2009.

PALIYATH, G.; MURR, D. P. Biochemistry of Fruits. In: PALIYATH, G.; MURR, D. P.; HANDA, A. K.; LURIE, S. (eds) *Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables and Flower*. **Wiley-Blackwell Publishing**, cap 3, p. 19-50, 2008.

PASSARDI, F.; COSIO, C.; PENEL, C.; DUNAND, C. Peroxidases have more functions than a Swiss army knife. **Plant Cell Reports** v. 24, p.255-256, 2005.

PAULA, C. C.; RIBEIRO, O. B. C. **Cultivo prático de cactáceas**. Viçosa, MG: UFV, 2004.
PEREIRA, D. D. **Mangas, malhadas e cercados: o semiárido que não se rende!** Campina Grande: Impressos Adilson, 102 p, 2009a.

PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. **Guia prático para a colheita e manejo de sementes florestais tropicais**. Rio de Janeiro, IDACO, 2002.

PRADO, A. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo; 2009).

ROCHA, M. M. Ácido ascórbico (Vitamina C), Série de Publicações, **International Life Science Institute Brasil (ILSI Brasil)**, v. 21, p. 12, 2012.

ROSS JA, KASUM CM. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety. **Annual Review of Nutrition**, v.22, p.19-34, 2002.

ROTHMAN, M.; WIT, M.; BOTHMA, C.; HUGO, A. Determination of seasonal of influences on sensory attributes of south cactus pear cultivars. **Journal of the professional Association for Cactus Development**, v.14, p. 42-52, 2012.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; JIMÉNEZ, J. P.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. **Comunicado Técnico** - EMBRAPA. ISSN 1679-6535, Fortaleza, CE, 2007.

SAKUTA, M. Diversity in plant red pigments: anthocyanins and betacyanins. **Plant Biotechnology Reports**, v. 8, n. 1, p. 37-48, 2014.

SATO S. T. A.; RIBEIRO S. C. A.; SATO M. K.; SOUZA J. N. S. Caracterização física e físico-química de pitayas vermelhas (*Hylocereus costaricensis*) produzidas em três municípios paraenses. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 1, n. 2, 2014.

SCALBERT A, JOHNSON IT, SALTMARSH M. Polyphenols: antioxidants and beyond. **Annual Review of Nutrition**, v. 81, p. 215-7, 2005.

SERRANO, M.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; CASTILLO, S.; GUILLÉN, F.; VALERO, D. Role of calcium and heat treatments in alleviating physiological changes induced by mechanical damage in plum. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 34, n. 2, p. 155-167, 2004.

SILVA A. SANT'A.; FIGUEIRÊDO R. M. F.; QUEIROZ A. J. M.; LIMA E. E.; Avaliação da composição físico-química da coroa-de-frade. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, V. 5, N. 2, 2005.

SILVA, R. R.; OLIVEIRA, T. T.; NAGEM T. J, LEÃO M. A. Efeito de flavonóides no metabolismo do ácido araquidônico. *Medicina*; v. 35, 127-33, 2002.

SOUZA R. L. A, **Estudo da funcionalidade de espécies comestíveis do semiárido nordestino para sua utilização como ingredientes para fins alimentícios**. Tese (Engenharia Química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, p. 145, 2014.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, p.639, 2005.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Anáisis de vitaminas**: métodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

TALCOTT, S. T.; PERCIVAL, S. S.; PITTET-MOORE, J.; CELORIA, C. Phytochemical composition and antioxidant stability of fortified yellow passion fruit (*passiflora edulis*). **J Agric Food Chem**, v. 51, p. 935-41, 2003.

TAYLOR, N. P.; ZAPPI, D. C. **Cacti of Eastern Brazil**. Royal Botanic Gardens, Kew. p.499, 2010.

TAYLOR, N.P. e ZAPPI, D.C. Cacti of Eastern Brazil. **Royal Botanic Gardens**. Kew. 2004.

TEIXEIRA NETO, F. Nutrição clínica Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 76, 128-129 e 288, 2009.

TERÁN, Y.; NAVAS, D.; PETIT, D.; GARRIDO, E.; D'AUBETERRE, R. Análisis de las características físico-químicas del fruto de *opuntia ficus-indica* (L.) miller, cosechados em lara, Venezuela. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 16, n. 1, p. 69-74, 2015.

TORALLES R. P.; VENDRUSCOLO J. L.; VENDRUSCOLO C. T.; DEL PINO Francisco A. B.; ANTUNES P. L. Determinação das constantes cinéticas de degradação do ácido ascórbico em purê de pêssego: efeito da temperatura e concentração, **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n.1, p. 18-23, 2008.

TURRA, A. F.; MARÇAL F. J. B.; BARETTA, I. P.; TAKEMURA, O. S.; LAVERDE JR, A. Avaliação das propriedades antioxidantes e susceptibilidade antimicrobiana de *Pereskia grandifolia* Haworth (Cactaceae). **Arquivos de Ciências da Saúde da Unipar**, Cascavel, v. 11, n. 1, p. 9-14, 2007.

WU, G. L.; CUI, J.; TAO, L.; YANG, H. Fluroxypyr triggers oxidative damage by producing superoxide and hydrogen peroxide in rice (*Oryza sativa*). **Ecotoxicology**, **2010**, 19(1), 124-132.

YAN, L. Y.; TENG, L. T.; JHI, T. J. Antioxidant properties of guava fruit: comparison with some local fruits. **Sunway Academic Journal**, v. 3, p. 9-20, 2006.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; LAROCCA, J. **Plano de Ação Nacional para a Conservação das Cactáceas** – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBIO, 112p, 2011.

ZUANAZZI J. S. G.; DELBEM Á. C. B.; MARENGONI N. G.; LARA J. A. F. Avaliação sensorial de pescado empanado produzido com carne mecanicamente separada de pacu cultivados em tanques-rede. **SIMPAN**, 2013.