



PAULA ALMEIDA NASCIMENTO

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DE
FRUTOS E BEBIDAS DE PITAIAS**

**LAVRAS – MG
2021**

PAULA ALMEIDA NASCIMENTO

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DE FRUTOS E BEBIDAS
DE PITAIAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Profa. Dra. Leila Aparecida Salles Pio
Orientadora

Dra. Deniete Soares Magalhães
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Nascimento, Paula Almeida.

Características físico-químicas e sensoriais de frutos e bebidas
de pitaias / Paula Almeida Nascimento. - 2021.

117 p. : il.

Orientador(a): Leila Aparecida Salles Pio.

Coorientador(a): Deniete Soares Magalhães.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. Colorimetria. 2. Fruta-do-dragão. 3. Sucos e vitaminas. I.
Pio, Leila Aparecida Salles. II. Magalhães, Deniete Soares. III.
Título.

PAULA ALMEIDA NASCIMENTO

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DE FRUTOS E BEBIDAS
DE PITAIAS**

**PHYSICAL CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF PITAIAS FRUIT
AND DRINKS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 10 de agosto de 2021.

Profa. Dra. Márcia Alessandra Brito de Aviz UFRA

Prof. Dr. Paulo Henrique Sales Guimarães UFLA

Profa. Dra. Ana Cláudia Costa UFLA

Profa. Dra. Joyce Dória Rodrigues Soares UFLA

Profa. Dra. Leila Aparecida Salles Pio
Orientadora

Dra. Deniete Soares Magalhães
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2021**

*Ao Senhor Deus, por toda a sabedoria.
À minha família, que sempre esteve ao meu lado
e que me apoiou na construção dessa vitória imensa em minha vida.
Dedico*

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, fonte de sabedoria e amor, por proporcionar mais essa vitória em minha vida.

À minha família, que me incentivou nessa caminhada. Aos meus pais, Paulo César e Maria de Fátima, meus irmãos Caroline e Rafael, meus sobrinhos Emanuel e Ester, e ao meu cunhado Ailton. Amo muito vocês!!!

À Universidade Federal de Lavras, UFLA, especialmente ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela concessão da bolsa de estudos. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À minha orientadora, Profa. Dra. Leila Aparecida Salles Pio, agradeço pelos ensinamentos, confiança, paciência e assistência durante todo o curso do Doutorado.

À minha coorientadora, Dra. Deniete Soares Magalhães, agradeço pelo apoio e confiança.

Aos membros da banca, Profa. Dra. Márcia Alessandra Brito de Aviz (UFRuralAmazônia), Prof. Dr. Paulo Henrique Sales Guimarães (Departamento de Estatística – UFLA), Profa. Dra. Ana Cláudia Costa (Departamento de Agricultura –UFLA) e Profa. Dra. Joyce Dória Rodrigues Soares (Departamento de Agricultura –UFLA), por aceitarem participar da banca avaliadora. Meu especial agradecimento!

A todos do laboratório de Análise Sensorial, do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, em especial ao professor Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, e à Lara, pela assistência com as análises físicas e químicas das pitaias.

A todos do departamento de Estatística Experimental, DEX- Universidade Federal de Lavras, em especial ao professor Dr. Paulo Henrique Sales Guimarães, pela ajuda com as análises de estatística dos experimentos.

A todos do Departamento de Agricultura, DAG- UFLA, aos alunos do pomar de fruticultura e em especial à Elaine Cristina Galvão e à Deniete Soares Magalhães, pela contribuição nas análises dos experimentos.

À Marli, secretária da Pós-Graduação em Fitotecnia - UFLA, pela colaboração em todos os momentos.

A todos que de alguma forma me apoiaram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

*“Confie no Senhor de todo o seu coração e não se apoie em seu próprio entendimento;
reconheça o Senhor em todos os seus caminhos, e Ele endireitará as suas veredas”.*

(Provérbios 3. 5-6)

*“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um
objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas
admiráveis.” (José de Alencar)*

RESUMO

Pitaias são frutas exóticas da família das cactáceas, com potencial para exploração econômica devido aos seus componentes nutricionais e alto valor comercial. Assim, por ser uma fruta benéfica para a saúde, pode ser utilizada para fabricação de diversos produtos como vitaminas (batidas de frutas com leite), sucos (batidas de frutas com água), geleias, sorvetes além de ser muito aceita no consumo *in natura*. Objetivou-se com este trabalho verificar a aceitação e preferência dos consumidores de frutos de diferentes espécies/variedades de pitaias *in natura* e as formulações de sucos (batidas de frutas com água) e vitaminas (batidas de frutas com leite). Para isso, frutos colhidos totalmente maduros foram sanitizados, selecionados e separados para as análises. Em relação as análises dos frutos *in natura*, foram realizadas as seguintes avaliações: aparência externa, sabor, aparência interna, consistência, impressão global, firmeza da casca e da polpa, sólidos solúveis, diâmetro transversal, acidez polpa, pH polpa, peso do fruto, peso da polpa, coloração da casca e da polpa dos frutos pelo sistema CIE L*a*b* (L*, a*, b*, C*, h°). Já nos sucos e nas vitaminas foram realizadas as seguintes avaliações: sabor, cor, consistência, impressão global, pH, acidez, sólidos solúveis e coloração pelo sistema CIE L*a*b* (L*, a*, b*, C* e h°). As avaliações das características sensoriais, físico-químicas e de intenção de compra foram realizadas em todos os produtos com o objetivo de quantificar a preferência dos consumidores pelas variadas espécies de pitaias. Na avaliação estatística das análises sensoriais de sucos e vitaminas foi utilizado o teste de Friedman. Já para análises físico-químicas dos sucos e vitaminas foi usado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Na avaliação estatística das análises sensoriais das pitaias *in natura* foi usado o teste Tukey a 5% de probabilidade enquanto que nas análises físico-químicas das pitaias *in natura* foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Conclui-se que por meio das análises da frutas *in natura*, a pitaiá Amarela Colombiana (*Selenicereus megalanthus*) com polpa branca obteve melhores resultados nos parâmetros sabor, consistência e impressão global em relação as outras espécies de pitaias. Em relação as avaliações sensoriais de vitaminas (batidas de frutas com leite) e sucos (batidas de frutas com água), a pitaiá de polpa vermelha variedade Cebra (*Hylocereus Costaricensis*) obteve maior aceitabilidade pelo consumidor em relação aos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: Fruta-do-dragão. *Hylocereus costaricensis*. *Hylocereus polyrhizus*. *Hylocereus undatus*. Processamento de frutos. *Selenicereus megalanthus*.

ABSTRACT

Pitaias are exotic fruits, from the Cactaceae family, with potential for economic exploitation due to their nutritional components and high commercial value. Thus, as it is a fruit beneficial to health, it can be used for the manufacture of various products such as vitamins (fruit shakes with milk), juices (fruit shakes with water), jellies, ice cream, in addition to being widely accepted for fresh consumption. The objective of this study was to verify the acceptance and preference of consumers of fruits of different species/variety of in natura pitayas and the formulations of juices (fruit shakes with water) and vitamins (fruit shakes with milk). For this, fully ripe harvested fruits were sanitized, selected and separated for analysis. Regarding the analysis of fresh fruits, the following evaluations were carried out: external appearance, flavor, internal appearance, consistency, global impression, skin and pulp firmness, soluble solids, transversal diameter, pulp acidity, pulp pH, fruit weight, pulp weight, peel and pulp color of the fruits by the CIE L*a*b* system (L*, a*, b*, C*, h°). In the case of juices and vitamins, the following evaluations were carried out: flavor, color, consistency, global impression, pH, acidity, soluble solids and coloration by the CIE L*a*b* system (L*, a*, b*, C* and h°). Evaluations of sensory, physicochemical and purchase intention characteristics were carried out in all products in order to quantify consumer preference for the various species of pitayas. In the statistical evaluation of the sensory analysis of juices and vitamins, the Friedman test was used. For the physicochemical analysis of juices and vitamins, Tukey's test at 5% probability was used. The Tukey test at 5% probability was used in the statistical evaluation of the sensory analyzes of the in natura pitayas, while the Kruskal-Wallis test was used for the physical-chemical analyzes of the pitayas in natura. natura, the Colombian yellow pitaia (*Selenicereus megalanthus*) with white pulp obtained better results in the parameters flavor, consistency and global impression in relation to other species of pythias. Regarding the sensory evaluations of vitamins (fruit shakes with milk) and juices (fruit shakes with water), the red pulp pitta variety Cebra (*Hylocereus Costaricensis*) obtained greater acceptance by the consumer in relation to the evaluated parameters.

Key words: Dragon Fruit. *Hylocereus costaricensis*. *Hylocereus polyrhizus*. *Hylocereus undatus*. Fruit processing. *Selenicereus megalanthus*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Pitáia Amarela Colombiana (<i>Selenicereus megalanthus</i>), Pitáia Branca (<i>Hylocereus undatus</i>) e as Pitáias Vermelhas variedade Orejona (<i>Hylocereus polyrhizus</i>) e variedades Cebrá (<i>Hylocereus Costaricensis</i>), respectivamente...31
Figura 2 -	Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Aparência Externa dos frutos das diferentes espécies de pitáias.40
Figura 3 -	Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Sabor dos frutos das diferentes espécies de pitáias.41
Figura 4 -	Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Consistência dos frutos das diferentes espécies de pitáias.43
Figura 5 -	Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Impressão Global dos frutos das diferentes espécies de pitáias.44
Figura 6 -	Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Firmeza da polpa dos frutos das diferentes espécies de pitáias.45
Figura 7 -	Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Firmeza da casca dos frutos das diferentes espécies de pitáias.47
Figura 8 -	Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Sólidos Solúveis dos frutos das diferentes espécies de pitáias.48
Figura 9 -	Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Diâmetro transversal dos frutos das diferentes espécies de pitáias.51
Figura 10 -	Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Acidez da polpa dos frutos das diferentes espécies de pitáias.53
Figura 11 -	Resultado das análises no gráfico box-plot da variável pH das polpas dos frutos das diferentes espécies de pitáias.55
Figura 12 -	Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Peso dos frutos das diferentes espécies de pitáias.56
Figura 13 -	Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Peso da polpa dos frutos das diferentes espécies de pitáias.57
Figura 14 -	Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração L*, Luminosidade, casca dos frutos das diferentes espécies de pitáias.58
Figura 15 -	Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração a* casca dos frutos das diferentes espécies de pitáias.60

Figura 16 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração b* da casca dos frutos das diferentes espécies de pitaias.	61
Figura 17 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração C* da casca dos frutos das diferentes espécies de pitaias.	63
Figura 18 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração ângulo Hue casca dos frutos das diferentes espécies de pitaias.	64
Figura 19 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração L*, Luminosidade, polpa dos frutos das diferentes espécies de pitaias.	65
Figura 20 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração a* polpa dos frutos das diferentes espécies de pitaias.	67
Figura 21 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração b* polpa dos frutos das diferentes espécies de pitaias.	68
Figura 22 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração C* polpa dos frutos das diferentes espécies de pitaias.	69
Figura 23 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração hue (h°) polpa dos frutos das diferentes espécies de pitaias.	70
Figura 24 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Cor dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.	72
Figura 25 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Sabor dos sucos (batida de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.	73
Figura 26 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Consistência dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.	75
Figura 27 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Impressão Global dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.	76
Figura 28 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável pH dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.	78
Figura 29 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Acidez dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.	80
Figura 30 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Sólidos Solúveis dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.	81
Figura 31 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração L*, Luminosidade, dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.	83

Figura 32 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração a* dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.	84
Figura 33 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração b* dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.	85
Figura 34 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração C*, Croma, dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.	86
Figura 35 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração ângulo Hue dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.	87
Figura 36 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Cor das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.....	88
Figura 37 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Sabor das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.....	89
Figura 38 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Consistência das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.	90
Figura 39 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Impressão Global das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.	91
Figura 40 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável pH das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.	92
Figura 41 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Acidez das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.....	93
Figura 42 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Sólidos Solúveis das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.	94
Figura 43 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração L*, Luminosidade, das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.....	95
Figura 44 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração a* das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.....	96
Figura 45 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração b* das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.....	97
Figura 46 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração C*, Croma, das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.	98
Tabela 1 - Produtos e espécies de pitaias utilizadas no experimento..	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Aspectos gerais da pitaiá.....	18
2.2	Pitaiá Branca (<i>Hylocereus undatus</i>).....	20
2.3	Pitaiá Amarela Colombiana (<i>Selenicereus megalanthus</i>)	21
2.4	Pitaiás Vermelhas: Cebra (<i>Hylocereus Costaricensis</i>) e Orejona (<i>Hylocereus polyrhizus</i>).....	23
2.5	Mercado e comercialização da pitaiá.....	24
2.6	Processamento de pitaiás	27
2.7	Análises sensoriais	29
3	MATERIAL DE MÉTODOS	31
3.1	Material vegetal	31
3.2	Frutos <i>in natura</i>	33
3.3	Preparação das vitaminas (batidas de frutas com leite)	33
3.4	Preparação dos sucos (batidas de frutas com água).....	33
3.5	Análise sensorial	34
3.6	Análises físico-químicas	35
3.7	Análises estatísticas	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1	Avaliação de frutos das pitaiás <i>in natura</i>	39
4.1.1	Frutos <i>in natura</i> : aparência externa	39
4.1.2	Frutos <i>in natura</i> : sabor	41
4.1.3	Frutos <i>in natura</i> : aparência interna.....	42
4.1.4	Frutos <i>in natura</i> : consistência	42
4.1.5	Frutos <i>in natura</i> : impressão global	43
4.1.6	Frutos <i>in natura</i> : firmeza da polpa	44
4.1.7	Frutos <i>in natura</i> : firmeza da casca	46
4.1.8	Frutos <i>in natura</i> : sólidos solúveis (°Brix)	48
4.1.9	Frutos <i>in natura</i> : diâmetro transversal	51
4.1.10	Frutos <i>in natura</i> : acidez polpa.....	52
4.1.11	Frutos <i>in natura</i> : pH polpa	54

4.1.12	Frutos <i>in natura</i> : peso do fruto	56
4.1.13	Frutos <i>in natura</i> : peso da polpa	57
4.1.14	Cascas pitaias: coloração L* Luminosidade - brilho, claridade	58
4.1.15	Casca das pitaias: coloração a*(tonalidade Vermelha ou Verde).....	60
4.1.16	Casca das pitaias: coloração b* (tonalidade Amarela ou Azul).....	61
4.1.17	Casca das pitaias: coloração C *o índice de saturação croma	62
4.1.18	Casca das pitaias: coloração ângulo hue (h°) tonalidade.....	64
4.1.19	Polpa das pitaias: coloração L* Luminosidade-brilho, claridade	65
4.1.20	Polpa das pitaias: coloração a* (tonalidade vermelha ou verde).....	66
4.1.21	Polpa das pitaias: coloração b* (tonalidade amarela ou azul).....	67
4.1.22	Polpa das pitaias: coloração C * o índice de saturação croma ou intensidade da cor	68
4.1.23	Polpa das pitaias: coloração ângulo hue (°h*) – tonalidade.....	69
4.2	Análises sensoriais sucos pitaias (batidas de frutas com água).....	70
4.2.1	Sucos: análises cor	70
4.2.2	Sucos: análises sabor	72
4.2.3	Sucos: análises consistência	74
4.2.4	Sucos: análises impressão global.....	76
4.2.5	Sucos: análises pH	77
4.2.6	Sucos: análises acidez.....	79
4.2.7	Sucos: sólidos solúveis (°Brix)	81
4.2.8	Sucos: análise coloração L* (luminosidade-brilho, claridade ou refletância)	82
4.2.9	Sucos: coloração a* (tonalidade vermelha ou verde).....	83
4.2.10	Sucos: coloração b* (tonalidade amarela ou azul)	84
4.2.11	Sucos: coloração c* (croma – saturação ou intensidade da cor).....	85
4.2.12	Sucos: coloração ângulo Hue (h°) tonalidade.....	86
4.3	Análises sensoriais vitaminas pitaias (batidas de frutas com leite).....	87
4.3.1	Vitaminas: análises cor	87
4.3.2	Vitaminas: análises sabor	88
4.3.3	Vitaminas: análises consistência	89
4.3.4	Vitaminas: análises impressão global	90
4.3.5	Vitaminas: análises pH	91
4.3.6	Vitaminas: análises acidez	92
4.3.7	Vitaminas: análise sólidos solúveis	94

4.3.8	Vitaminas: análise coloração L* Luminosidade - brilho, claridade ou refletância	95
4.3.9	Vitaminas: coloração a* (tonalidade vermelha ou verde)	96
4.3.10	Vitaminas: coloração b* (tonalidade amarela ou azul)	97
4.3.11	Vitaminas: coloração C* o índice de saturação croma ou intensidade da cor ...	98
5	CONCLUSÃO	99
	REFERÊNCIAS	100
	ANEXOS	114

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura é um setor de destaque no agronegócio brasileiro. Muitos consumidores conscientes de uma alimentação saudável preferem frutos de boa qualidade e importantes na prevenção de doenças. As frutas atraem os consumidores pela sua exótica aparência, características sensoriais, nutracêuticas e alimentação saudável.

A pitiaia é conhecida mundialmente como ‘Fruta do Dragão’, uma fruta exótica pertencente à família *Cactaceae* e que nos últimos anos tem ganhado espaço no mercado consumidor. O termo pitiaia, tem origem da palavra *pitahaya*, pertencente à família linguística arahuaca, do idioma Taíno, civilização pré-colombiana que habitava algumas ilhas da América Central, e significa fruta escamosa. Sua polpa é rica em fibras com excelente qualidade digestiva e de baixo teor calórico. O fruto da pitiaia é uma baga indeiscente, de formato globoso a elipsoide, com 10 a 12 cm de diâmetro. Além disso, seus frutos podem apresentar características diversificadas, como diferentes formatos, presença de espinhos, cor da casca e da polpa, refletindo alta variabilidade genética.

Desta forma, a família *Cactaceae* possui cerca de 120 gêneros distribuídos quase exclusivamente nas Américas, onde algumas espécies expressam potencial para cultivo comercial com finalidade alimentícia. Os gêneros são *Hylocereus*, *Selenicereus*, *Cereus*, *Leptocereus*, *Escontria*, *Myrtilloactos*, *Stenocereus* e *Opuntia*. As espécies da família *Cactaceae*, originadas das Américas, são resistentes à seca, calor, solo pobre, e ao frio, sendo adaptadas e distribuídas em zonas costeiras de montanhas e florestas tropicais. Assim, essas plantas possuem redução ou ausência de folhas, caule para armazenamento de água, superfícies recobertas com ceras naturais e a abertura noturna dos estômatos para a absorção de dióxido de carbono.

Das espécies difundidas no Brasil, destacam-se quatro principais. A pitiaia Branca (*Hylocereus undatus*), que tem polpa branca e casca vermelha; a pitiaia Amarela Colombiana (*Selenicereus megalanthus*), que apresenta casca Amarela e polpa branca; e as pitaias Vermelhas variedades Orejona (*Hylocereus polyrhizus*) e Cebra (*Hylocereus Costaricensis*), que apresentam coloração de casca e polpa avermelhadas.

As pitaias apresentam a polpa (mesocarpo) que é a parte comestível do fruto, formada por massa de textura mucilaginosa, com sementes pequenas e macias, distribuídas homogeneamente, e representa de 60 a 80% do peso dos frutos maduros. Variações também podem ser observadas na acidez (pH) e na doçura (teor de sólidos solúveis). Assim, o fruto pitiaia é uma baga de tamanho médio, formato globuloso, que na fase imatura apresenta

coloração externa verde e na fase madura pode apresentar cor amarela ou vermelha. A planta de pitiaia é perene, com hábito de crescimento epífita e com raízes fibrosas e adventícias, caule do tipo cladódio de formato triangular com pequenos espinhos, a flor é hermafrodita, de coloração branca, com antese noturna. Os frutos não são climatéricos, ou seja, precisam estar em pleno amadurecimento à época da colheita.

Além disso, estudar a composição química dos frutos considerando a possibilidade de uso na indústria de alimentos ou na elaboração de novos produtos, torna-se um fator de fundamental importância. Características como sabor doce e suave, polpa firme e repleta de sementes e ação laxante são fatores que proporcionam grande aprovação dos mercados consumidores. Assim, a pitiaia apresenta várias utilidades como consumo *in natura* dos frutos, processado de geleias, sucos (batidas de frutas com água), vinhos, iogurte, conservas, vitaminas (batidas de frutas com leite), polpas, sorvetes e doces. Desta forma, o mercado de cosméticos nesses últimos anos, tem utilizado a pitiaia para a fabricação de sabonetes, shampoos, cremes e perfumes. Além da beleza, a pitiaia é eficaz no controle da gastrite e infecções nos rins. O fruto apresenta em sua composição uma substância conhecida como captina, tônico cardíaco, reduzindo o índice de doenças cardiovasculares.

A atração pela coloração das pitaias se deve à presença do pigmento betalaínas. A fruta possui um alto valor nutritivo, é rica em cálcio, fósforo, potássio e vitaminas. Também pode ser considerada como fonte de carboidratos e fibras. A pitiaia é um fruto antioxidante, pois possui ácido ascórbico, carotenóides e polifenóis. Na polpa está presente grande quantidade de antioxidantes, tais como flavonóides e betalaínas e oligossacarídeos com propriedades prebióticas.

A obtenção de informações sobre a composição físico-química dos frutos de pitiaia, considerando a possibilidade de uso na indústria de alimentos ou na elaboração de novos produtos torna-se um fator de fundamental importância para os agricultores. A busca dos produtores rurais por frutas exóticas que proporcionem benefícios a saúde, tornam a pitiaia uma cultura com mercado favorecido e elevado potencial econômico e agrônômico, inclusa ao grupo de frutíferas tropicais consideradas promissoras.

Na fruticultura brasileira ocorre desperdícios por falta de comercialização e escoamento da produção ou pelo tempo curto de prateleira das frutas e, além disso, a pitiaia, uma espécie exótica, pode ser encontrada de dezembro a meados de abril. Assim, uma alternativa para aproveitar ao máximo a pitiaia, é o desenvolvimento de produtos processados, como exemplos a geleia, licor, barra de cereais e também a utilização da casca da fruta da pitiaia para a fabricação de corantes.

Objetivou-se com este trabalho verificar a aceitação, preferência dos consumidores e comparar sensorialmente os frutos das espécies de pitaias *in natura* e as formulações de sucos (batidas de frutas com água) e vitaminas (batidas de frutas com leite). As espécies trabalhadas foram Pitaia Branca (*Hylocereus undatus*), Pitaia Amarela Colombiana (*Selenicereus megalanthus*), e as Pitaias Vermelhas (*Hylocereus polyrhizus* variedade Orejona e *Hylocereus Costaricensis*, variedade Cebra).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da pitaita

A palavra pitaya (fruta escamosa) é de origem Taíno (MIZRAHI, 2014; NUNES *et al.*, 2014). Pelo mundo, é conhecida por vários nomes: Cuahnochtli, Pitaya, Pitahaya, Pitaiaiás, Drangon Fruit e Vine Cacti (DE DIOS *et al.*, 2014; MIZRAHI, 2014; NUNES *et al.*, 2014; ORTIZ-HERNÁNDEZ *et al.*, 2012; TEL-ZUR *et al.*, 2011; LE BELLEC *et al.*, 2006). É uma cactácea nativa da região tropical e subtropical (GARCÍA-RUBIO *et al.*, 2015; MIZRAHI *et al.*, 2002). Na América central, é frequentemente cultivada em nível de agricultura familiar, principalmente em cultivos agroecológicos, com aplicações na medicina popular e importante fonte de alimento (CRUZ *et al.*, 2015; DE DIOS *et al.*, 2014).

Desta forma, a pitaita é nativa da América Tropical e Subtropical, varia do Sul do México para o norte da América do Sul (MOREIRA *et al.*, 2012; ORTIZ; TAKAHASHI, 2015). Os gêneros *Hylocereus*, *Selenicereus*, *Cereus*, *Leptocereus*, *Escontria*, *Myrtilloactos*, *Stenocereus* e *Opuntia* estão entre as espécies com maior potencial para cultivo (MOREIRA *et al.*, 2012; CRUZ *et al.*, 2015). As pitaitas são pertencentes à família das Cactaceas. Os primeiros cultivos da espécie *H. polyrhizus* foram na América Central (Nicarágua); *S. megalanthus* principalmente na América do Sul (Colômbia e Equador); *H. undatus* no sudeste da Ásia (Vietnã, Tailândia, Taiwan e Filipinas) e algumas áreas do sul do México (CASTILLO-MARTINEZ; LIBERA-MUÑOZ; MARQUES-GUZMAN, 2005); *S. setaceus* no Brasil (JUNQUEIRA *et al.*, 2002). A palavra pitaita, cujo significado é ‘fruta escamosa’, é de origem Taíno, ou seja, língua falada na região das Ilhas Antilhas, na época da conquista espanhola, no século XV (NUNES *et al.*, 2014). Nativas das Américas e também cultivadas na Colômbia, México, Israel e Vietnã países considerados potenciais produtores mundiais (SILVA, 2014).

As plantas são capazes de tolerar a seca, calor, solo pobre, e o frio, sendo totalmente adaptáveis foram amplamente distribuídas em zonas costeiras de montanhas e florestas tropicais (MAHON, 2006). Apresenta grandes flores perfumadas e noturnas, o fruto é conhecido como pitahaia ou pitaita ou fruta do dragão (ORTIZ *et al.*, 2012). O termo pitaita, tem origem da palavra pitahaya, pertencente à família linguística arahuaca, do idioma Taíno, civilização pré-colombiana que habitava algumas ilhas da América Central, e significa fruta escamosa (MERRIAMWEBSTER, 2014; SILVA, 2014). As cactáceas apresentam redução ou ausência de folhas, caule para armazenamento de água, superfícies recobertas com ceras naturais e a

abertura noturna dos estômatos para a absorção de dióxido de carbono (MARENCO; LOPES, 2011).

Segundo Lima (2013) a pitáia é uma planta perene, crescendo sobre árvores, muros e pedras. As plantas desenvolvem numerosas raízes adventícias que ajudam na fixação da planta ao solo e na obtenção de nutrientes. Os cladódios, segmentos de caules, são de formato triangular, suculentos e apresentam espinhos com 2 a 4 mm de comprimento. Os frutos são globosos ou subglobosos, com diâmetro variável, apresentando coloração amarela ou vermelha, coberto com brácteas ou espinhos. A polpa é rica em fibras com excelentes qualidades digestivas e de baixo teor calórico. As flores nascem nas axilas dos espinhos, são hermafroditas, vistosas, medem 15 a 30 cm de comprimento, com antese de período noturno.

A pitáia propaga-se via sexual e também por via vegetativa. A propagação sexuada é utilizada no melhoramento genético, com alta variabilidade genética, e pode apresentar desuniformidade das plantas na germinação e na frutificação. A propagação vegetativa é feita por estaquia ou enxertia. A estaquia de pitáias é benéfica porque reduz a juvenilidade e preserva as características da planta mãe. A enxertia é também muito utilizada na propagação de cactáceas em espécies ornamentais (MENEZES, 2013). Assim, a propagação da pitáia pode ser feita por sementes, estaquia e cultura de tecidos (KARI *et al.*, 2010; ROMÁN *et al.*, 2014).

O fruto da pitáia é uma baga de tamanho médio, formato globuloso e subglobuloso, na fase imatura apresenta coloração verde na casca e, na fase madura, a casca apresenta cor amarela ou vermelha. O fruto é coberto por brácteas, sendo que em algumas espécies tem espinhos na casca. Existem grupos de pitáia de expressivo valor comercial, podendo-se citar a *Hylocereus undatus* de casca vermelha / polpa branca e *Hylocereus costaricensis* de casca vermelha / polpa vermelha (pink) (GALVÃO, 2015). A polpa do fruto apresenta várias sementes pretas que estão dispersas na polpa, que apresenta cores que variam de vermelho, púrpura e branca. A colheita do fruto, ocorre atinge a maturação completa em torno de 30 a 35 dias após a antese, abertura da flor (CANTO 1993; LONE *et al.*, 2014).

A planta é perene, com hábito de crescimento epífita e com raízes fibrosas e adventícias, caule do tipo cladódio de formato triangular com pequenos espinhos, a flor é hermafrodita, de coloração branca, com antese noturna. A pitáia é uma fruta exótica, nutritiva, com a polpa constituindo mais de 70% do fruto e apresenta diversas utilidades como forragem na alimentação animal, matéria-prima para fabricação de cosméticos, alimentação humana, dentre outras. A planta também pode ser utilizada na ornamentação e usada como cercas-vivas, devido à presença de espinhos (SILVA, 2014).

A pitáia é um fruto não climatérico que deve ser colhido após um tempo mínimo de amadurecimento para permitir o desenvolvimento de sabor. A durabilidade dos frutos é menor do que 10 dias em temperatura ambiente, mas se armazenado sob refrigeração, em torno de 5 °C, pode ter uma validade de 25 a 30 dias. Contudo, a fim de aumentar sua aplicação, disponibilidade e vida útil pode passar por vários tipos de processos, como congelamento, desidratação, concentração, fermentação, tratamento térmicos e conservação química (ORTIZ *et al.*, 2012).

No Brasil, ainda são pequenas as áreas de produção da fruta, estando localizadas em várias regiões do país, e na região Sudeste a produção dos frutos ocorre durante os meses de dezembro a maio. No estado do Ceará e Pará as plantas produzem frutos o ano inteiro, com pequeno decréscimo nos meses mais chuvosos, que geralmente vão de janeiro a abril. A colheita da pitáia geralmente ocorre quando a fruta atinge a maturidade completa, ou seja, 30 a 40 dias após a floração, na qual a casca adquire coloração rosa a vermelha profunda ou Amarela Colombiana e uma textura de polpa ainda firme (JERONIMO; ORSINE; NOVAES, 2017).

2.2 Pitáia Branca (*Hylocereus undatus*)

A pitáia *Hylocereus undatus* está distribuída em muitos países por possuir uma grande capacidade de adaptação em diversos ambientes, e se encontram cultivos em áreas com precipitações variando de 600 a 4000 mm, altitudes que podem ir do nível do mar, chegando até 2500 metros acima (GARCÍA-RUBIO *et al.*, 2015) apresentam toda essa rusticidade mesmo não possuindo cera recobrimo seus cladódios (GARCÍA-RUBIO *et al.*, 2015). É conhecida como ‘dama da noite’, por causa de sua antese durante a noite, com flores enormes consideradas as maiores de todas as cactáceas (BRITTON; ROSE, 1920).

A pitáia Branca (*Hylocereus undatus*) é uma planta perene, com frutos rústicos que se aclimatam com facilidade, que necessita de uma adubação rica em matéria orgânica e nutrientes como nitrogênio, potássio e fósforo e com hábito de crescimento em copas de árvores e rochas (ORTIZ-HERNANDEZ, 2000; ALVARADO *et al.*, 2003). As plantas são xerófilas, rupícolas, terrestres, ramificadas apresentando cladódios de coloração verde quando jovem.

A pitáia Branca, *Hylocereus Undatus* (Haw.) Britton e Rose, apresenta coloração de casca avermelhada e polpa branca, estando entre as mais cultivadas e comercializadas no mundo (ORTIZ-HARNANDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012). A Espécie *H. Undatus* é hemiepífita, com cladódios triangulares de coloração verde, com 20 cm de comprimento e 5 a 7 cm de diâmetro na média. As flores são hermafroditas, completas, perfumadas, brancas com

sépalas verde-claras, 20 a 35 cm de comprimento, e ao abrirem durante a noite, são polinizadas por insetos. Contêm numerosos estames, tendo sido contados acima de 800 em uma só flor. O pólen é abundante e de cor amarela. O fruto é globoso ou subgloboso, medindo de 10 a 20 cm de diâmetro, apresenta grande número de diminutas sementes de coloração preta. Com coloração vermelha externamente e polpa esbranquiçada, seu sabor é agradável e levemente adocicado. Os Frutos De *Hylocereus Undatus* são vermelhos com a polpa esbranquiçada, ambos com grande número de pequenas sementes de coloração preta. O mesocarpo apresenta sabor agradável levemente adocicado (SILVA *et al.*, 2011).

Desta forma, a pitiaia Branca, *Hylocereus undatus*, possui caule longo e verde, apresenta grandes flores, perianto externo segmentado de coloração verde-amarela e perianto interno segmentado de cor branca. Os frutos são de coloração rosa e avermelhados, cobertos de escamas foliáceas vermelhas com margem esverdeada, pesando de 300 a 800 gramas, com comprimento de 15 a 22 centímetros, apresentando polpa esbranquiçada com elevado número de sementes pequenas e negras (LE BELLEC *et al.*, 2006; LESSA, 2019).

2.3 Pitiaia Amarela Colombiana (*Selenicereus megalanthus*)

A pitiaia *Selenicereus megalanthus* (casca amarela e polpa branca) possui, como característica principal, a presença de espinhos na casca, e dentre todas as outras pitaias é considerada como a que tem o fruto mais saboroso (NUNES *et al.*, 2014; DAG; MIZRAHI, 2005).

A pitiaia Amarela (*Selenicereus megalanthus*) conhecida como pitiaia Colombiana, tem origem no continente americano e tem a Colômbia como maior produtora mundial (GUZMÁN-PIEDRABITA; PÉREZ; PATIÑO, 2012). A planta perene, hemiepífita, com caule triangular do tipo cladódio com espinhos, onde saem inúmeras raízes adventícias (CANTO *et al.*, 1993; HERNÁNDEZ, 2000). Os cladódios são suculentos, verdes e fotossintéticos. Os espinhos são folhas modificadas dispostos nos bordos dos cladódios, protegendo as gemas axilares, de onde se originam os botões florais (ROMÁN, 2011).

O sistema radicular é fasciculado e superficial, com aproximadamente 15 cm de profundidade, podendo assimilar baixos teores de nutrientes (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006). As flores são hermafroditas e se desenvolvem nos cladódios, com formato tubular, grandes e muito atraentes para os insetos polinizadores (MIZRAHI, 2014).

O fruto é do tipo baga, de tamanho médio de formas variáveis, globulosa e subglobulosa, com casca de coloração amarela. Suas sementes são de colorações escuras, numerosas e

distribuídas por toda a polpa da fruta (LE BELLEC; VAILLANT; INBERT, 2006). A polpa é branca, os frutos menores, os cladódios são mais finos e seu sabor é mais adocicado quando comparado a outras espécies de pitaia (MIZRAHI; NERD; STRIT, 2002). O desenvolvimento dos frutos ocorre em período curto, cerca de 34 a 43 dias após a antese. Em condições de temperaturas mais elevadas ocorre a antecipação da maturação (SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011).

A pitaia Amarela (*Selenicereus megalanthus*) é uma espécie que apresenta frutos menores (300g em média), casca amarela, possui espinhos durante o desenvolvimento (que se soltam facilmente quando o fruto amadurece) e a polpa mais doce que as espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus*. Além disso, é uma espécie sensível a geadas e apresenta muitos problemas com podridões por fungos e bactérias, devido ao excesso de umidade nas condições do litoral catarinense. Entretanto, seus frutos são muito valorizados no mercado, atingindo preços que passam com frequência de R\$ 100,00 o quilo (LONE *et al.*, 2020).

A cultura da pitaia Amarela pode tolerar temperaturas mais altas que as demais espécies de pitaia (MIZRAHI; NERD; STRIT, 2002). Por ser uma planta hemiepífita, o sistema de condução é tutorado, onde se coloca um tutor de madeira e se faz a fixação da planta. Na parte superior das estacas de madeira fixa-se arames para que a planta cresça verticalmente até eles e espalhe sua copa horizontalmente (SAGARPA, 2000).

Desta forma, a planta é constituída de cactos alongados de hábito trepador, com raízes aéreas, aréolas, pequenas com poucos espinhos, flores grandes, noturnas em forma de cone. Perianto interno segmentado e branco, perianto externo segmentado esverdeado, castanho ou alaranjado. Numerosas anteras divididas circularmente em dois conjuntos, estilete longo com estigma dividido em lóbulos. Frutos coberto por espinhos decíduos, cerdas e pelos. Muitas espécies possuem flores grandes e a planta pode ser encontrada sobre arbustos, rochas e paredes os quais apresentam diâmetro de cerca de 1,5 cm são triangulares, com margens onduladas um a três espinhos (2 a 3 mm) amarelados por aréolo, geralmente associados a presença de cerdas brancas. As flores podem chegar até a 38 cm, longas e brancas, com segmentos internos do perianto com 11 cm de comprimento e 3,5 cm de largura, presença de numerosos estames e estigma com vários lóbulos. Fruto ovóide, amarelo, comestível com 11 cm de comprimento e presença de poucos espinhos (TARANTINO, 2012).

2.4 Pitaias Vermelhas: Cebra (*Hylocereus Costaricensis*) e Orejona (*Hylocereus polyrhizus*)

Hylocereus polyrhizus (casca vermelha e polpa roxa, púrpura) possuem flores que exalam um perfume adocicado, muito forte durante a antese, embora seus cladódios sejam cobertos com cera favorecendo seu cultivo em vários ambientes (CISNEROS; TEL-ZUR, 2010). A produção de flores pode ser incrementada com pulverizações de fertilizantes em ramos e raízes aéreas (THEN, 2011). Esse procedimento não garante um aumento da quantidade de frutos, pois é necessária a polinização de forma eficiente para a formação de frutos com valor comercial. Com relação à espécie *Hylocereus costaricensis* (pitaya de casca vermelha e polpa vermelha), as flores produzem néctar em abundância, diferente do que foi citado por Valiente-Banuet *et al.* (2007) que não encontraram produção de néctar em *H. undatus*.

A pitaya Vermelha variedade Orejona (*Hylocereus polyrhizus*) e variedade Cebra (*Hylocereus Costaricensis*) apresenta coloração rosa avermelhada na casca e polpa vermelha. Apresenta flores brancas com comprimento de 25 a 30 cm. Os frutos possuem coloração vermelha de polpa com sementes pequenas pretas distribuídas na polpa (LE BELLEC; VAILLANT; INBERT, 2006). No gênero *Hylocereus* existem as variedades Cebra e Orejona, que diferem entre si pelas escamas dos frutos e cor da polpa. A Orejona apresenta escamas mais alongadas e sua polpa com coloração mais avermelhada com tendência cor púrpura ou roxa mais intensa, enquanto que a Cebra possui escamas mais curtas e polpa de coloração vermelho (LI *et al.*, 2017).

A pitaya Rosa de polpa vermelha também chamada apenas de ‘pitaya-vermelha’ é uma fruta tropical de aparência exótica, sabor doce e suave, polpa firme e suas características nutricionais (MARQUES *et al.*, 2011). De acordo com a espécie, seus frutos podem apresentar características físicas e químicas diversificadas quanto ao formato, presença de espinhos, cor da casca e da polpa, teor de sólidos solúveis e pH na polpa, reflexo da alta diversidade genética desta frutífera (LIMA *et al.*, 2013).

A pitaya *H. polyrhizus*, que tem uma polpa vermelho-púrpura (vermelho-roxo), a acumulação de pigmentos de polpa ocorre em paralelo com o desenvolvimento da coloração da casca o que torna o fruto da pitaya muito atraente na aparência quando fresco. Quando ainda imaturos, os frutos apresentam coloração verde, ocorrendo rápida mudança de verde para o vermelho quando se aproxima do período ótimo de colheita, que corresponde aos 30 dias após a antese (MARQUES *et al.*, 2011; MENEZES *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015). As brácteas (escamas) mantêm-se com coloração verde até sua colheita, após esse período, provavelmente

ocorre degradação da clorofila e a síntese de betacianinas (MENEZES *et al.*, 2015), o que proporciona a coloração característica da espécie. Por não existir índice de colheita bem definido, os produtores levam em consideração tais características para realizar a colheita (GARCÍA-CRUZ *et al.*, 2016).

O fruto da pitiaia Vermelha, *Hylocereus polyrhizus*, é grande em tamanho, tem formato oval e pesa entre 300 e 600 gramas, apresentando uma polpa suave e doce com pequenas sementes pretas e uma intensa coloração vermelho roxa na polpa e na casca (NURUL; ASMAH, 2014; WONG; SIOW, 2015). A polpa representa de 60 a 80% do peso total do fruto maduro, o conteúdo de sólidos solúveis varia de 12 a 14° Brix e sua acidez é baixa. (MERCADO-SILVA, 2018; RUBNERINSTITUT, 2011).

Desta forma, *Hylocereus costaricensis* é considerado o mais vigoroso do gênero, apresenta ramos esbranquiçados, flores grandes com perianto externo segmentado e estigma com lóbulos amarelados. Os frutos são de coloração vermelha e formato ovoide, com peso de 250 a 600 gramas e diâmetro de 10 a 15 centímetros coberto por escamas foliáceas. A polpa é vermelha com grande número de sementes pequenas e negras (VAILLANT *et al.*, 2005; TSAI *et al.*, 2019).

O fruto da pitiaia vermelha apresenta alta demanda, tanto no mercado nacional como no internacional (MIZRAHI, 2014), por suas propriedades organolépticas (cor, sabor e aroma) e alto valor comercial, constituindo uma opção de espécie com o maior potencial para a produção e comercialização (CAMPOS-ROJAS *et al.*, 2011; KIM *et al.*, 2011; OBENLAND *et al.*, 2016), pertencendo ao grupo de frutíferas consideradas promissoras para o cultivo (MOREIRA *et al.*, 2012). Atualmente é cultivada e comercializada em mais de 20 países como uma nova alternativa para fruticultura (MIZRAHI, 2014).

Além disso, a pitiaia de polpa vermelha é fonte de vitamina, oligossacarídeos com propriedades prebióticas, o que possibilita seu uso como ingrediente funcional, e contém alta quantidade de minerais, especialmente sódio, potássio, magnésio, fósforo, zinco e ferro (MAHAYOTHEE *et al.*, 2018).

2.5 Mercado e comercialização da pitiaia

A fruticultura é uma das principais geradoras de renda do campo, suas atividades empregam mais 5,6 milhões de pessoas e vêm permitindo que o homem se fixe no campo, proporcionando assim, melhores condições de vida para os pequenos produtores. Com o crescimento da agricultura no Brasil, o mercado de frutas exóticas também ganhou impulso nos

últimos anos e vem aumentando consideravelmente (WATANABE; OLIVEIRA, 2014). Essa cactácea nativa da região das Américas (GARCÍA-RUBIO *et al.*, 2015), especificamente, na América central, é frequentemente cultivada em nível de agricultura familiar, principalmente em cultivos agroecológicos, com aplicações na medicina popular e importante fonte de alimento (CRUZ *et al.*, 2015).

Segundo Mizrahi (2014), o agronegócio brasileiro tem a fruticultura como um setor de destaque, tornando-se representativo através de uma grande variedade de culturas produzidas em diversos climas de todo território nacional. A busca por frutas exóticas torna a pitaiá uma cultura com mercado favorecido e elevado potencial econômico. No Brasil, o consumo de pitaiá está crescendo. Além do consumo *in natura*, os frutos são utilizados em pratos e arranjos decorativos, processado na forma de geleias, sucos, vitaminas, sorvetes, doces, na indústria de cosméticos e farmacêuticas, tornando-se um mercado que desperta interesse de produtores, tendo em vista uma crescente demanda em suas diversas aplicações.

Algumas décadas atrás, as pitaiás não eram conhecidas, porém, hoje ocupam um importante nicho no mercado mundial de frutas exóticas, principalmente na Europa e Estados Unidos (NUNES *et al.*, 2014). No Brasil, o cultivo da pitaiá já está em crescimento em vários estados, como São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Rio Grande do Norte, Ceará e Pernambuco (NUNES *et al.*, 2014; ALVES, 2018; COSTA *et al.*, 2015; FERNANDES *et al.*, 2018; MARQUES *et al.*, 2012a; MOREIRA *et al.*, 2014; RABELO *et al.*, 2020b; SILVA *et al.*, 2015). Diversos atributos têm estimulado o interesse dos produtores, assim como o elevado valor pelo quilo da fruta (LOPES *et al.*, 2016). O alto valor comercial da fruta despertou o interesse dos fruticultores sendo cultivada e comercializada em mais de 20 países como uma nova alternativa de renda, dentre eles o México, Nicarágua, Guatemala, Estados Unidos, Taiwan, Vietnã, Filipinas e Israel (MIZRAHI, 2014; OBENLAND *et al.*, 2016).

Segundo dados do Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro, a comercialização da pitaiá no país teve início em 2005, sendo que a partir daí a oferta do produto cresceu rapidamente ano a ano, alcançando aproximadamente 953.093 kg em 2018, sendo que o estado de São Paulo é o que mais se destaca, tanto pelo cultivo, quanto pelo volume comercializado, seguido de Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Paraná (PROHORT, 2019).

Algumas pitaiás têm sido comercializadas como plantas ornamentais, mas seu uso mais comum é na alimentação, tanto *in natura* como em forma de sorvetes, saladas e vinhos (CHAGAS *et al.*, 2014; MARTINS, 2017). Diversas finalidades podem ser usadas com os frutos de pitaiá como a fabricação do licor tanto da polpa branca quanto da vermelha e barras

de cereais com pitaias de polpa vermelha. Além disso, com polpas congeladas da fruta é possível fazer sucos, vitaminas, sorvetes e geleias. Acredita-se que um dos fatores que tem contribuído com o aumento do interesse no cultivo de pitaias, é o fato de essas cactáceas representarem uma alternativa promissora para o desenvolvimento da fruticultura brasileira (SILVA *et al.*, 2016). Assim, esta cactácea apresenta diversos usos, tanto os frutos quanto os cladódios e flores podem ser consumidos na alimentação humana ou alimentação animal, tendo também importância ornamental, devido ao exotismo dos frutos, a beleza das flores e, por motivo de possuir espinhos, a planta pode ser usada como cercas-vivas (SILVA, 2014).

Desta maneira, a pitáia é conhecida como fruta do dragão, devido ao seu formato e sua pele brilhante coberta de escamas sendo valorizada pelas características que apresenta como alto valor nutricional, aparência atrativa e propriedades antioxidantes. O pigmento vermelho presente na polpa e na casca da pitáia conhecido como betacianina, é de grande interesse para a pesquisa, e pode ser usado como substituto de corantes sintéticos. Apresenta atividade antioxidante, conteúdos fenólicos de polpa e casca da pitáia, expondo ambas as partes como ricas em polifenóis e boas fontes de antioxidantes (MAHAYOTHEE *et al.*, 2018).

Para que o fruto de determinada espécie seja colocado no mercado, é necessário conhecimento de seu metabolismo, principalmente as transformações que ocorrem após a colheita (GARCÍA-CRUZ *et al.*, 2016). E quando se pretende atingir o mercado externo, como é o caso da pitáia, é necessário a utilização de tecnologias pós-colheita para prolongar sua vida útil. O uso da refrigeração é uma das tecnologias mais eficientes e utilizada para prolongar a vida útil pós-colheita dos frutos, pois reduz a intensidade dos seus processos metabólicos, retardando o processo de senescência, tornando-os mais atrativos e aptos ao consumo por mais tempo.

Apesar da expansão da cultura mundialmente, observa-se perda considerável da produção devido a falta de técnicas de conservação adequadas e de informações sobre o comportamento dos frutos na pós-colheita, que possibilite tomada de decisão quanto ao período de armazenamento e intervenções durante o manuseio que possam minimizar a perda da qualidade (BRUNINI; CARDOSO, 2011).

O fruto apresenta alta demanda, tanto no mercado nacional como no internacional (MIZRAHI, 2014), por suas propriedades organolépticas (cor, sabor e aroma) e alto valor comercial, constituindo uma opção de espécie com o maior potencial para a produção e comercialização (CAMPOS-ROJAS *et al.*, 2011; KIM *et al.*, 2011; OBENLAND *et al.*, 2016), pertencendo ao grupo de frutíferas consideradas promissoras para o cultivo (MOREIRA *et al.*, 2012). A pitáia é cultivada e comercializada em mais de 20 países como uma nova alternativa

para fruticultura (MIZRAHI, 2014). Além da fruta, galhos verdes, botões e as flores também são comestíveis, utilizadas como vegetais na China, é atualmente comercializada como bebida saudável (ORTIZ-HERNANDEZ; CARRILO-SALAZAR, 2012; MIZRAHI, 2014).

A pitaia é uma cactácea conhecida por ter sido usada por milhares de anos pelos povos indígenas das Américas, porém, hoje em dia, é cultivada e comercializada em mais de 20 países como uma nova frutífera (MIZRAHI, 2014). Considerada um fruto tropical, pouco ácido e levemente adocicado, a pitaia se deteriora com relativa facilidade e, conseqüentemente, sua vida útil pós-colheita é curta, em torno de 10 dias em condições ambiente (HOA *et al.*, 2006; CORDEIRO *et al.*, 2015). O uso de refrigeração pode prolongar seu tempo de prateleira, todavia existem riscos de danos por frio em temperaturas inferiores a 8 °C (RODRÍGUEZ *et al.*, 2005).

Na comercialização de frutas é preciso planejamento e conhecimento do metabolismo principalmente as transformações que ocorrem após a colheita. E no caso da pitaia é necessário utilização de tecnologias pós-colheita para prolongar sua vida útil. O uso da refrigeração é uma das tecnologias mais eficientes e utilizada para prolongar a vida útil pós-colheita dos frutos, retardando o processo de senescência tornando-os mais atrativos e aptos ao consumo por mais tempo (GARCÍA-CRUZ *et al.*, 2016).

A durabilidade do fruto é menor do que 10 dias em temperatura ambiente, mas se armazenado sob refrigeração (em torno de 5 °C) pode ter uma validade de 25 a 30 dias. Contudo, a fim de aumentar sua aplicação, disponibilidade e vida útil, pode passar por vários tipos de processos, como congelamento, desidratação, concentração, fermentação, tratamentos térmicos e conservação química (MAGALHÃES *et al.*, 2019).

2.6 Processamento de pitaias

O fruto da pitaieira é uma baga, tamanho médio, formato globuloso e subglobuloso cuja polpa pode variar da cor vermelho púrpura ao branco, com presença de inúmeras sementes escuras e comestíveis. Essa coloração é devido a presença de pigmentos responsáveis pela coloração atrativa da pitaia, variando de azul, vermelho e púrpura, caracterizada pelas antocianinas, com potencial antioxidante, o que torna a pitaia um fruto com alta aceitação e valorização nos mercados consumidores, despertando interesse nos produtores (NUNES *et al.*, 2014; LIMA *et al.*, 2014).

As características organolépticas dos frutos da pitaia asseguram atributos de qualidade e utilização de sua polpa e casca para o processamento, industrialização e comercialização de diversos produtos. Além disso, é possível realizar o aproveitamento de todas as partes da planta

para consumo como os cladódios, as flores e os frutos (SILVA, 2014). As pitaias são transformadas em diversos produtos tais como licores, sucos, geleias, doces e outros. A polpa da pitaiá é a parte comercialmente mais nobre da fruta (SANTOS *et al.*, 2015), podendo ser fabricados produtos como sucos, vitaminas, sorvetes, doces e geleias. Quanto às sementes, também podem ser utilizadas para extração de óleo (SANTOS *et al.*, 2015). Além disso, a casca dos frutos de pitaiá pode ser aproveitada para a elaboração de corantes de produtos alimentícios (MELLO *et al.*, 2015), na produção de farinha (SURDO, 2019; UTPOTT, 2018), bebidas fermentadas (SÁ *et al.*, 2015), geleia (OLIVEIRA *et al.*, 2017), dentre outros.

Os frutos de pitaias podem ser consumidos *in natura* ou na forma de vinhos, sucos, geleias, iogurtes, doces e outras sobremesas (LIAO *et al.*, 2020; MELLO, 2014; LIRA *et al.*, 2020). Assim, a fabricação de iogurtes de polpa de pitaiá, fruta exótica de alto potencial sensorial, pouco explorada e de boas características químicas pode alavancar as propriedades sensoriais e nutricionais de novos produtos (PERWEEN *et al.*, 2018).

Após o processamento das pitaias para a extração da polpa, as cascas que sobram podem ser utilizadas para a extração de betalaínas (betacianinas e betaxantinas) e pectina. A produção de corante natural a partir das cascas dos frutos de pitaiá podem ser uma grande alternativa para as indústrias de alimentos. Por isso, a casca da pitaiá pode ser uma rica e variada fonte de corantes (JAMILAH, 2011).

As pitaias são utilizadas na fabricação de refrigerantes, como matéria-prima na indústria de confeitaria (BARQUERO; MADRIGAL, 2010), além de serem utilizadas como foragem na alimentação animal (SILVA, 2014). Outras partes das plantas podem ser aproveitadas para consumo, como os botões florais, e podem ser utilizados em ensopados, saladas e chás (GUNASENA *et al.* 2007). Os cladódios são utilizados para fabricação de medicamentos, visando à melhora da circulação sanguínea.

Em relação a casca da pitaiá, é o resíduo do processamento da fruta, e estudos têm sido direcionados para a investigação de suas possíveis aplicações e propriedades bioativas (TENORE; NOVELLINO; BASILE, 2012; ABREU, 2012). Dessa forma, a casca pode ser reaproveitada para a elaboração de corantes de produtos alimentícios (MELLO *et al.*, 2015), na produção de farinha (SURDO, 2019), bebidas fermentadas (SÁ *et al.*, 2015), geleia (OLIVEIRA *et al.*, 2017), dentre outros.

A casca apresenta betalaínas que confere pigmentação vermelha ou amarela à fruta, pode ser processada e utilizada para coloração de produtos alimentícios (MELLO, 2015; HO; LATIF, 2016). A casca fresca de pitaiá apresenta altas quantidades de compostos fenólicos, sendo o conteúdo total, similar ao da pêra, ameixa e maçã, e superior ao da banana, abacaxi,

mamão, e inferior ao da cereja. Os teores de vitamina C da polpa e casca de pitaiá são semelhantes ao teor médio encontrado no tomate, manga, maracujá, jaboticaba, jaca, tangerina e umbu (MELLO, 2015; ABREU, 2012).

2.7 Análises sensoriais

A análise sensorial é utilizada para avaliar ou testar as características dos alimentos através dos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Assim, as análises físico-químicas, fitoquímicas e sensoriais são ferramentas básicas que orientam toda a cadeia produtiva, possibilitando identificar preferências e formular novos produtos. No entanto, a escassez dessas informações implica no não conhecimento das potencialidades, talvez inibindo uma maior expansão da cultura.

Dentre todos os parâmetros da caracterização química, a acidez e os sólidos solúveis são as variáveis que mais interessam a indústria de processamento de frutos. O teor de sólidos solúveis totais, expresso em °brix é uma medida indireta do teor de açúcares do fruto e a relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável tem sido associado ao estágio de maturidade fisiológica dos frutos (SEYMOUR *et al.*, 1993). Sendo a relação SST/ AT (ratio) é uma das formas mais indicadas de avaliação de sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares e de acidez (PINTO *et al.*, 2003).

As pitaias têm sido relatadas como fontes de vitamina B1, B2, B3, betacaroteno, licopeno, vitamina E, polifenóis, ácido ascórbico, potássio, magnésio e carboidratos. O óleo presente nas sementes das pitaias contém cerca de 50% de ácidos graxos essenciais, sendo 48% de ácido linoleico e 1,5% de ácido linolênico. A presença de diversas substâncias antioxidantes na pitaiá, como o ácido ascórbico, carotenoides e polifenóis, tem despertado o interesse nesse fruto devido ao potencial efeito benéfico dessas substâncias para a saúde humana. O estresse oxidativo está associado ao aparecimento de várias doenças degenerativas, como o câncer e doenças cardiovasculares. Alguns estudos têm demonstrado que a pitaiá apresenta boa capacidade antioxidante *in vitro*. Entretanto, esse potencial antioxidante pode variar entre as diferentes espécies de pitaiá e as diferentes origens.

Desta forma, o uso da pitaiá é primeiramente como alimento, sendo consumida na forma fresca ou em bebidas refrescantes. Existe ainda, o uso medicinal, no combate à gastrite, como laxante, fortificante, dentre outros. Deve-se lembrar de que um alimento colorido aguça o paladar e as antocianinas são, particularmente, realçadas com cores que variam de vermelho rubro até o roxo, bem como azul e suas nuances.

Segundo a ABNT (1993), aceitação é o ato de um determinado indivíduo ou população ser favorável ao consumo de um produto. Aceitabilidade é o grau de aceitação de um produto favoravelmente recebido por um determinado indivíduo ou população, em termos de suas propriedades sensoriais, enquanto que preferência é a expressão do estado emocional ou reação afetiva de um indivíduo que o leva a escolha de um produto sobre outro(s).

As características químicas e físicos-químicas das frutas de pitaia variam de acordo com a diversidade dos frutos, local de produção, condições climáticas, estágio de maturação e época de colheita, e outros fatores. Além disso, são utilizadas na avaliação da qualidade dos frutos. Considera-se as mais comuns os teores de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, açúcares redutores e totais, pigmentos e compostos fenólicos (PRASAD; JACOB; SIDDIQUI, 2018).

3 MATERIAL DE MÉTODOS

3.1 Material vegetal

Dentre as várias espécies de pitaia, foram utilizadas no experimento a Pitaia Branca (*Hylocereus undatus*), a Pitaia Amarela Colombiana (*Selenicereus megalanthus*), a Pitaia Vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) variedade Orejona, e a Pitaia Vermelha (*Hylocereus costaricensis*) variedade Cebra, conforme são mostradas na Figura 1.

Figura 1 - Pitaia Amarela Colombiana (*Selenicereus megalanthus*), Pitaia Branca (*Hylocereus undatus*) e as Pitaias Vermelhas variedade Orejona (*Hylocereus polyrhizus*) e variedades Cebra (*Hylocereus Costaricensis*), respectivamente.



Fonte: Profa. Dra. Leila Pio - UFLA (2021).

Os frutos de pitaias utilizados para a execução dos experimentos foram provenientes do pomar do departamento de fruticultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), cultivadas na região sudeste do Brasil, Lavras, Minas Gerais, Latitude: 21° 14'43" S, Logitude: 44° 59'59" W e 919 m de altitude. O clima da região é do tipo Cwb, temperado chuvoso (mesotérmico), segundo a classificação de Köeppen (CASTRO NETO; SILVEIRA, 1983). As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Pós-colheita de Frutos e Hortaliças e as análises de aceitação sensorial no Laboratório de Análise Sensorial, ambos do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. No experimento foram avaliadas frutas *in*

natura, sucos (batidas de frutas com água) e vitaminas (batidas de frutas com leite) das espécies de pitaias conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Produtos e espécies de pitaias utilizadas no experimento.

Pitaias <i>in natura</i>	Nome científico
Fruto de Pitaias Orejona	<i>Hylocereus polyrhizus</i>
Fruto de Pitaias Amarela	<i>Selenicereus megalanthus</i>
Fruto de Pitaias Branca	<i>Hylocereus undatus</i>
Fruto de Pitaias Cebra	<i>Hylocereus Costaricensis</i>
Sucos (batidas de frutas com água)	Nome científico
Suco Pitaias Polpa Branca	<i>Hylocereus undatus</i>
Suco Pitaias Polpa Vermelha: Cebra	<i>Hylocereus costaricensis</i>
Suco Pitaias Polpa Roxa: Orejona	<i>Hylocereus polyrhizus</i>
Vitaminas (batidas de frutas com leite)	Nome científico
Vitamina de Pitaias polpa Branca	<i>Hylocereus undatus</i>
Vitamina de Pitaias polpa Vermelha: Cebra	<i>Hylocereus costaricensis</i>
Vitamina de Pitaias polpa Roxa: Orejona	<i>Hylocereus polyrhizus</i>

Fonte: Da autora (2021).

Frutos maduros de pitaias foram colhidos pela manhã, higienizados em água clorada a 2,5%, conforme as normas gerais de higiene e desinfecção para alimentos - RDC 216/2004, lavados em água corrente, e secos em temperatura ambiente. Parte dos frutos destinados ao processamento, foram descascados com faca afiada, e as polpas acondicionadas em sacos plásticos e refrigerados em câmara fria a 8-10 °C até o momento do preparo das vitaminas (batidas de frutas com leite) e sucos (batidas de frutas com água). Já os frutos *in natura* destinados foram mantidos sob bancada higienizada, em temperatura ambiente, até o momento da realização dos cortes para apresentação ao provador e realização das análises físico-químicas.

Os procedimentos de higiene adotados nos produtos *in natura* e processados desde o preparo até a distribuição aos voluntários da pesquisa, foram efetuados seguindo rigorosamente as indicações constadas na cartilha Boas Práticas para Serviços de Alimentação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) – Resolução RDC no 216-2004 e no Codex Alimentarius: Higiene dos Alimentos – Termo Cooperação no 37 – Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Organização Mundial de Saúde, 2006. Para a formulação dos sucos (batidas de frutas com água) além da polpa, foram acrescentadas água e sacarose, enquanto para as vitaminas (batidas de frutas com leite) foram acrescentados leite e sacarose.

As análises sensoriais e físico-químicas dos frutos *in natura*, sucos (batidas de frutas com água) e vitaminas (batidas de frutas com leite) foram realizadas na parte da tarde, no mesmo dia da colheita dos frutos. A análise sensorial é normatizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993) como a ciência utilizada para avaliar ou testar as características dos alimentos e materiais por meio dos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.2 Frutos *in natura*

Foram avaliados frutos *in natura* de quatro espécies de pitaias, representados na Tabela 1. Os frutos, após lavados, higienizados, enxaguados e secos foram descascados, e as polpas cortadas em pequenos quadrados de tamanho homogêneo, colocados em copos descartáveis (copos de café) devidamente identificados por meio de códigos com números de três dígitos para posterior realização das análises sensoriais.

3.3 Preparação das vitaminas (batidas de frutas com leite)

Após um pré-teste para determinação da melhor proporção dos ingredientes foram preparadas três formulações de vitaminas com a polpa dos frutos, variando apenas a espécie de pitaita utilizada, representadas na Tabela 1. Para o preparo, utilizou-se as polpas das diferentes espécies de pitaita, acrescidas de leite gelado e sacarose, nas proporções 1,5 kg de polpa; 2,7 l de leite e 480 g de açúcar, respectivamente. Em seguida, esses componentes foram triturados em liquidificador, e coados, a fim de se obter vitaminas com poucos resíduos de sementes. Foram então mantidas sob refrigeração na temperatura de ± 4 °C até o momento do fornecimento destas aos provadores, que foi efetuada adicionando-se cerca de 20 ml de cada vitamina em copos descartáveis (de cafezinho) identificados por meio de códigos.

3.4 Preparação dos sucos (batidas de frutas com água)

Após descascamento dos frutos previamente higienizados e selecionados, conforme descrito anteriormente, os mesmos foram triturados em liquidificador coados, a fim de obter suco límpido da fruta o qual foi utilizado para a preparação dos sucos. Três formulações de sucos de pitaita foram preparadas, seguindo os mesmos procedimentos das vitaminas, com a

diferença do uso de água mineral gelada em substituição ao leite. Foram utilizadas as mesmas espécies de pitiaia conforme a Tabela 1.

O suco foi armazenado sob refrigeração na temperatura de ± 4 °C até o momento da análise sensorial.

3.5 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial, Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. Os parâmetros avaliados da pitiaia *in natura* foram: aparência externa dos frutos antes de descasdos, sabor, aparência interna, consistência e impressão global enquanto que os parâmetros dos sucos e das vitaminas foram cor, sabor, consistência e impressão global. Assim, para as avaliações foi utilizada uma escala hedônica variando de um a nove pontos, referentes aos termos hedônicos: 1 – ‘desgostei extremamente’ e 9 – ‘gostei extremamente’ (STONE; SIDEL, 1993). Os atributos foram avaliados em cabines individuais, com as amostras servidas individualmente, em copos descartáveis de 50 ml, codificados com números aleatórios de três dígitos e apresentadas aos provadores de forma aleatória.

Sendo assim, cada participante fez a avaliação sensorial de cerca de 20 ml de suco, 20 ml das vitaminas e pedaços da polpa *in natura* de cada uma das espécies de frutas desenvolvidas de forma balanceada e foram solicitados a marcar em ficha apropriada, o grau de aceitabilidade de cada um dos produtos. O teste foi realizado com 113 provadores para vitaminas e sucos e 105 para os frutos *in natura*. Entre eles, estudantes e funcionários do Departamento de Agricultura com faixa etária entre 18 e 60 anos. A avaliação sensorial dos diferentes produtos ocorreu em uma única sessão sensorial em 3 dias distintos. No primeiro dia, cada provador avaliou os quatro tipos de pitaias: Orejona (*Hylocereus polyrhizus*); Amarela (*Selenicereus megalanthus*); Branca (*Hylocereus undatus*); Cebra (*Hylocereus Costaricensis*) na sua forma *in natura* (uma sessão de em média 5 minutos/pessoa); em um segundo dia foram convidados a avaliarem os três tipos de vitaminas (batidas de frutas com leite) 1) Pitiaia de polpa branca (*Hylocereus undatus*); 2) Pitiaia de polpa vermelha: Cebra (*Hylocereus costaricensis*); 3) Pitiaia polpa roxa: Orejona (*Hylocereus polyrhizus*) obtidas das espécies de frutíferas, e em um terceiro momento, as avaliações dos três sucos (batidas de frutas com água) 1) Suco Pitiaia Polpa Branca (*Hylocereus undatus*); 2) Suco Pitiaia Polpa Vermelha: Cebra (*Hylocereus costaricensis*); 3) Suco Pitiaia Polpa Roxa: Orejona (*Hylocereus polyrhizus*) das formulações das diferentes espécies.

Os participantes da pesquisa que foram abordados ao acaso, foram informados sobre os objetivos do estudo, dos procedimentos, dos possíveis desconfortos, riscos e benefícios da pesquisa, e aqueles que concordaram com seus termos foram convidados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Termo de Assentimento de participação da pessoa como sujeito. Como critério de inclusão os indivíduos apresentaram gozar de boa saúde, tiveram interesse e disponibilidade em participar, apresentaram consumo regular de doces de frutas, geleias e conservas e não tiveram qualquer restrição quanto ao consumo de açúcar. Só foram incluídos no estudo os indivíduos que estavam cientes da pesquisa e que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os indivíduos que não se enquadraram nos critérios de inclusão foram excluídos do estudo. A autorização do comitê de ética da UFLA para a execução do teste sensorial está registrada na Plataforma Brasil sob o nº 1.522.860.

A avaliação das características sensoriais foi realizada com o intuito de quantificar a preferência dos consumidores pelos diferentes tipos de frutas *in natura*, de sucos (batidas de frutas com água) e de vitaminas (batidas de frutas com leite) das diversas espécies de pitaias, bem como sua provável intenção de compra.

3.6 Análises físico-químicas

a) Firmeza da polpa e da casca

A firmeza da polpa é dada pelas substâncias pécticas que compõem as paredes celulares. Com a maturação, tais substâncias vão sendo solubilizadas, o que ocasiona o amolecimento dos tecidos das frutas. A medida da firmeza da polpa é feita com um aparelho denominado penetrômetro, cuja leitura indica o grau de resistência da polpa. Recomenda-se a realização de duas ou mais leituras em cada fruta, em posições opostas, devido ao fato de que a maturação não ocorre de maneira uniforme na fruta. A firmeza da polpa é quando a fruta está sem a casca e é avaliada no penetrômetro somente com a polpa, enquanto a firmeza da casca é a fruta com polpa juntamente com a casca. A firmeza foi determinada com auxílio de um penetrômetro, os frutos foram perfurados e realizando as medições na polpa de cada parte do fruto. Os resultados foram expressos em Newton (N).

b) Diâmetro transversal

A partir das amostras das quatro espécies de pitaias foram obtidos os valores dos diâmetros transversais (mm) dos frutos por meio de paquímetro digital.

c) Peso do fruto e da polpa

Os valores de peso do fruto inteiro, casca e polpa (gramas) e os valores do peso somente da polpa (g) foram obtidos por meio de balança digital de precisão.

d) Análises colorimétricas

As análises físico-químicas de coloração pelo sistema CIE $L^*a^*b^*$ (L^* , a^* , b^* , C^* e h°) foram realizadas nas formulações de sucos (batidas de frutas com água), vitaminas (batidas de frutas com leite) e também realizadas nas cascas das frutas e nas polpas nas diferentes cultivares de pitaias *in natura*.

Assim, foram realizadas quatro repetições para cada variável nas análises físico-químicas das vitaminas e sucos, com exceção da coloração, que foram três repetições. A cor das polpas de frutas, coloração dos sucos e vitaminas foram determinadas de acordo com o método descrito por Gennaldios *et al.* (1996). Os valores de L^* , a^* , b^* , C^* e h° foram determinados pelo colorímetro Minolta CR 400 com D65 (luz do dia) e os padrões de CIE $L^*a^*b^*$, onde L^* varia de 0 (preto) a 100 (branco), a^* varia de verde (-) para vermelho (+), b^* varia de azul (-) para amarelo (+), C^* determina a saturação e h° (ângulo *hue*) a tonalidade.

O sistema tridimensional CIE $L^*a^*b^*$, desenvolvido em 1976, fornece uma diferenciação de cores mais precisa em relação à percepção humana (ABBOTT, 1999; PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013), definindo em três eixos perpendiculares – L^* eixo principal (preto = 0 ao branco = 100); a^* (verde (-) ao vermelho (+)) e b^* (azul (-) ao amarelo (+)). Os parâmetros a e b são coordenadas que para melhor entendimento podem ser transformadas (FERREIRA, 1994; MCGUIRE, 1992). Altos valores de L^* representam cores mais claras, e o oposto indica cores mais escuras.

O espaço $L^*C^*h^\circ$ é um espaço de coordenadas representado por luminosidade (L^*), como no espaço $L^*a^*b^*$, cromaticidade (C^*) e ângulo hue (h°). A luminosidade é a escala que varia do preto (0) ao branco (100). As coordenadas polares C^* definidas como sendo a saturação, e h° , que é o ângulo tomado no espaço $L^*C^*h^\circ$. A saturação, C^* , é definida como a distância radial do centro do espaço até o ponto da cor. No centro do espaço $L^*C^*h^\circ$, estão os valores mínimos de saturação e, à medida que se caminha para as extremidades, aumenta-se este valor (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013).

A saturação está ligada diretamente à concentração do elemento corante e representa um tributo quantitativo para intensidade. Quanto maior o croma maior a saturação das cores perceptíveis aos humanos. Cores neutras possuem baixa saturação, enquanto cores puras possuem alta saturação e, portanto, mais brilhantes na percepção humana (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013; SHEWFELT; THAI; DAVIS, 1988). Ângulo Hue (h°) é

considerado o atributo qualitativo de cor com as cores que definidas tradicionalmente como avermelhada, esverdeada etc. (PATHARE *et al.*, 2013). Graficamente considera-se o ângulo de 0° como a cor vermelha, o ângulo de 90°, amarelo, o ângulo de 180°, verde, e o ângulo de 270°, azul (SHEWFELT *et al.*, 1988; MCGUIRE, 1992).

Os métodos de colorimetria são muito utilizados na agricultura. Nos solos, a colorimetria é utilizada para auxiliar a classificação de solos. O teor de hematita no solo também pode ser obtido com a determinação de cores no sistema $L^*a^*b^*$, efetuada tanto por colorimetria quanto por radiometria (CAMPOS; DEMATTE; QUARTAROLI, 2003).

No melhoramento genético, a coloração é utilizada nos estudos de seleção de novas plantas, assim, a coloração de polpa e casca são parâmetros de inclusão e exclusão de plantas. Em feijões a coloração do tegumento por colorimetria mostrou alta precisão experimental na diferenciação de genótipos, sugerindo sua utilização em programas de melhoramento (RIBEIRO; STORCK; POERSCH, 2008). Outro resultados prático foi o uso do colorímetro de forma eficiente para estimar a quantidade de clorofila presente em folhas de couve e batata, com forte relação entre valores de h° , L^* e C^* e teores de clorofilas a^* , b^* e totais (AMARANTE *et al.*, 2008).

Desta forma, a aferição da qualidade nos estudos pós-colheita de frutos e hortaliças é muito usada. Em maracujás foram obtidas as cores para fins de classificação em relação ao estágio de maturação (WINKLER *et al.*, 2002). Já em cebolas, a coloração foi empregada nos tratamentos pré-colheita que influenciavam o desenvolvimento de pigmentação (FERREIRA; MINAMI, 2000). Nos frutos de mamões submetidos a injúrias mecânicas por abrasão, a coloração ficou escurecida na região da injúria e acelerou o processo de amadurecimento dos frutos (GODOY *et al.*, 2010). Em abacates tratados com radiação UV-C os parâmetros a^* e b^* diminuíram mais intensamente ao longo do armazenamento (CABIA *et al.*, 2011).

Na área de processamento de alimentos, as avaliações podem ser otimizadas com o uso da colorimetria. Assim, por exemplo, em geleias de morango, observou-se que o produto armazenado às temperaturas de 20 e de 30 °C não apresentou alterações pronunciadas na coloração, enquanto que aqueles armazenados em 40 °C foram afetados negativamente, provocando o escurecimento (MIGUEL; ALBERTINI; SPOTO, 2009). Outro exemplo em maçãs-passa a leitura objetiva de L^* , a^* e b^* foi feita a cada 15 dias durante 6 meses com intuito de estimar a vida-de-prateleira do produto (MOURA *et al.*, 2007).

e) Acidez Titulável (AT)

A acidez titulável (AT), mg de ác. málico 100 mL⁻¹ de suco, com uma solução padronizada de NaOH 0,1 N adicionando à amostra três gotas de fenolftaleína a 1% como indicador, segundo a técnica do Instituto Adolfo Lutz (2008).

f) pH

O potencial hidrogeniônico, pH, foi determinado por potenciometria em eletrodo de vidro, utilizando-se um pHmetro digital PG1800. Segundo a técnica do Instituto Adolfo Lutz (2008).

g) Sólidos Solúveis Totais (SST)

Os teores de Sólidos Solúveis Totais (SST), expressos em °Brix, foram determinados por refratometria, utilizando-se um refratômetro digital, marca Atago, modelo PR-100 Palette. Uma amostra de cada repetição foi retirada e triturada em politron para a realização das leituras. Segundo a técnica do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.7 Análises estatísticas

Na avaliação estatística das análises sensoriais das pitaias *in natura*: aparência externa, sabor, aparência interna, consistência e impressão global, foi usada a análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Já na avaliação estatística das análises físico-químicas das pitaias *in natura*: firmeza da polpa e casca, sólidos solúveis, diâmetro, acidez polpa, pH polpa, peso do fruto e da polpa, Coloração casca L*, a*, b*, C*, h°, Coloração polpa L*, a*, b*, C*, h° foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, onde não foi encontrado normalidade dos valores dados.

Na avaliação estatística das análises sensoriais das vitaminas (batidas de frutas com leite): cor, sabor, consistência e impressão global foi utilizado o teste de Friedman, devido à falta de normalidade dos dados. O teste de Friedman é um teste estatístico não paramétrico desenvolvido por Milton Friedman. Já na avaliação estatística das análises físico-químicas das vitaminas: pH, acidez, sólidos solúveis, Luminosidade L*, Coloração a*, b* e C* foi utilizado foi usado a análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação estatística das análises sensoriais de sucos (batidas de frutas com água): cor, sabor, consistência e impressão global foi utilizado o teste de Friedman devido à falta de normalidade dos dados. O teste de Friedman é um teste estatístico não paramétrico desenvolvido por Milton Friedman. Já na avaliação estatística das análises físico-químicas dos sucos: pH, acidez, sólidos solúveis, Luminosidade L*, Coloração a*, b* C* e ângulo Hue foi utilizada a análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

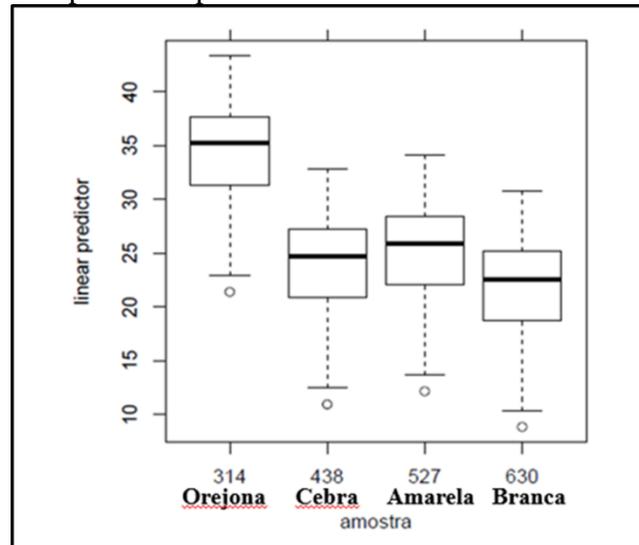
4.1 Avaliação de frutos das pitaias *in natura*

4.1.1 Frutos *in natura*: aparência externa

Observa-se na Figura 2, que a maior aceitação pelos julgadores no quesito aparência externa foi dos frutos da variedade de pitaiá Orejona, diferenciando significativamente dos demais. As pitaias da variedade Cebra e Amarela tiveram um resultado intermediário na preferência dos provadores. A maioria dos julgadores avaliou a pitaiá Roxa, variedade Orejona, como a fruta que apresentou melhor aparência externa. As pitaias Vermelhas apresentam casca avermelhada e coberta por escamas, aparência bem exótica, atraindo a atenção dos consumidores. A aparência externa dos frutos, tais como tamanho, consistência, espessura, brilho, forma e coloração da casca são fatores importantes para a aceitabilidade pelos consumidores (NASCIMENTO *et al.*, 2014).

Desta forma, a aparência é um atributo de qualidade essencial considerado pelo consumidor e determina o valor da comercialização. O principal atrativo de qualidade em frutos para o consumidor é a coloração, sendo determinante na aquisição, pois é associada com a maturação, frescor e também com o sabor (PACHECO *et al.*, 2014). Os frutos de pitaias apresentam diferentes espécies, sendo algumas comerciais ou nativas, além disso, as espécies apresentam entre si diferenças entre características físico-químicas, tais como, escamas, diâmetro, comprimento, cor da casca e da polpa, presença de espinhos, teores de açúcares e ácidos orgânicos (LIMA *et al.*, 2013).

Figura 2 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Aparência Externa dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

Além disso, a pitaiá é um fruto exótico com casca rústica de cor atrativa. A maioria dos consumidores apresenta desconhecimento acerca dessa fruta. Nesse sentido, a aparência é o fator de qualidade de maior importância, do ponto de vista da comercialização. As características como tamanho, cor, forma, higiene, maturidade, sabor e ausência de defeitos contribuem para aceitação, indiferença ou rejeição do consumidor. Tendo em vista o mercado de frutos *in natura*, o consumidor brasileiro destaca a aparência como a característica que apresenta maior influência, sendo a mais relevante no momento da compra (MARQUES *et al.*, 2011; MOREIRA *et al.*, 2011). Segundo Hirsch *et al.* (2012), os consumidores preferem frutos coloridos e brilhantes e as análises de coloração podem ser utilizadas como indicativo de qualidade, frescor e grau de maturação dos frutos.

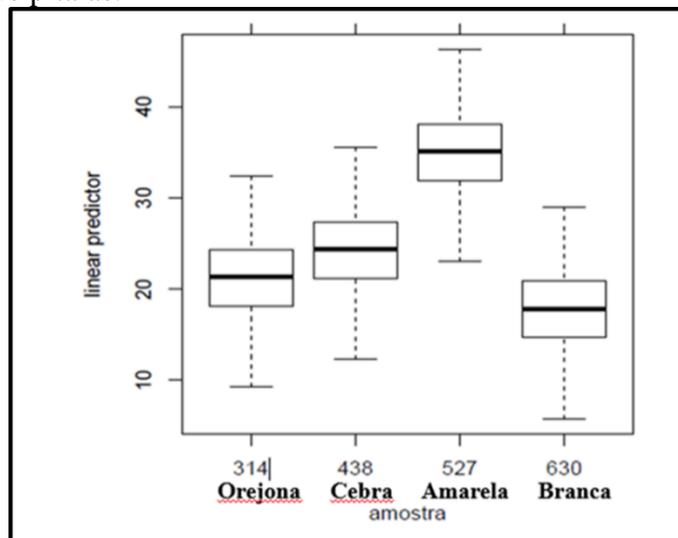
As espécies ou cultivares de frutas são selecionadas e classificadas de acordo como o mercado consumidor respondendo pela aparência externa e também para aparência interna (ALMEIDA *et al.*, 2009; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Assim, no presente estudo, pode-se observar que os avaliadores aprovaram as diferentes espécies de pitaias, principalmente pela sua exótica aparência externa.

A aparência externa das pitaias é influenciada pela temperatura e pelo tempo de armazenamento, havendo declínio na qualidade durante o armazenamento, devido principalmente, à diferença de temperatura, por atuar acelerando o processo de respiração, ocasionando início da senescência. Tal característica torna-se um dos principais fatores que depreciam a qualidade da pitaiá, principalmente devido ao murchamento (MIZRAHI, 2014).

4.1.2 Frutos *in natura*: sabor

Os frutos oriundos das plantas da espécie Amarela tiveram preferência dos julgadores quanto ao sabor quando comparados com os resultados das outras espécies pitaia Cebra, pitaia Orejona e pitaia Branca (FIGURA 3). Os julgadores avaliaram a pitaia Amarela com melhor sabor, doce e suave, ou seja, mais saborosa. Gomes (2002), relata que os frutos da Pitaia Amarela apresentam açúcares solúveis responsáveis pela doçura e sabor, quando associados com os polissacarídeos estruturais.

Figura 3 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Sabor dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

O sabor é uma resposta integrada às sensações do gosto e aroma, assim contribui com a aceitação e a escolha de um produto alimentício. O sabor se deve à presença de compostos não voláteis como açúcares, ácidos orgânicos, terpenóides, fenólicos e sais minerais, proporcionando as sensações doce, ácido, amargo e salgado. Já a sensação do aroma abrange substâncias voláteis, pertencentes a diferentes classes químicas como ésteres, éteres, álcoois, cetonas, lactonas, ácidos, aldeídos e hidrocarbonetos (PINTO, 2010).

Dentre os açúcares presentes na polpa, destacam-se a glicose e a frutose (LIMA *et al.*, 2013). Desta forma, a pitaia pode ser considerada uma superfruta, e possui alguns componentes: na sua polpa foram encontrados antioxidantes as betalaínas e flavonoides (STINTZING *et al.*, 2004), oligossacarídeos com propriedades prebióticas (WICHENCHOT; JATUPORNPIPAT; RASTALL, 2010) e fibras solúveis (TREJO-GONZALEZ *et al.*, 1996) enquanto nas sementes, foi detectada a presença de ácidos graxos essenciais (ARIFFIN *et al.*, 2009); já na casca, a

presença de grande quantidade de antioxidantes, principalmente as betalaínas (LI-CHEN *et al.*, 2006).

A fruta rústica vem apresentando aceitação crescente nos mercados consumidores. Seu cultivo é considerado promissor devido sua aparência exótica, sabor doce e suave, polpa firme e suas características nutricionais e funcionais, além disso, apresenta alto valor comercial, o que vem despertando o interesse de cultivo por fruticultores no Brasil (SANTOS *et al.*, 2019).

4.1.3 Frutos *in natura*: aparência interna

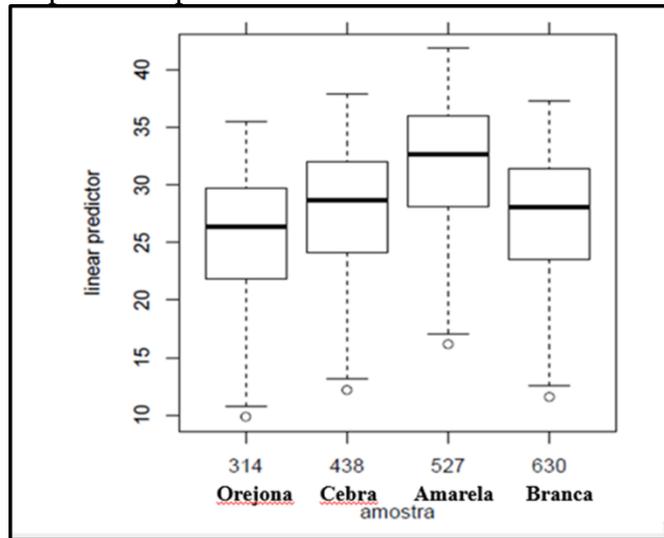
Na avaliação dos julgadores, todos os frutos de pitaias das quatro espécies apresentaram agradável aparência interna. Para essa variável todos os fatores não foram significativos, os frutos de pitaias apresentam aparência interna muito atraente, com um formato globoso a elipsoide, variando com 10 a 12 cm de diâmetro transversal. As pitaias apresentam casca vermelha e polpa branca ou vermelha, também podem apresentar casca amarela com polpa branca e bem translúcida, variando conforme a espécie. Assim, a polpa é a parte comestível do fruto, formada por massa de textura mucilaginosa, com sementes pequenas e macias, distribuídas homogeneamente, e representa de 60% a 80% do peso dos frutos maduros, possuindo um sabor suave e refrescante (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; PIMIENTA-BARRIOS; TOMAS-VEGA, 1993).

Além da aparência, a divulgação das propriedades nutricionais e funcionais têm contribuído para o aumento do consumo de pitaias (LIMA *et al.*, 2014; RABELO, 2018). Isso porque elas são ricas em carboidratos, fibras, proteínas, lipídeos, minerais, vitaminas, compostos fenólicos, pigmentos, como antocianinas e betalaínas, e água (ABREU *et al.*, 2012; LE BELLEC; VAILLANT, 2006; RABELO, 2018), reunindo aparência, sabor e propriedades atrativas para o consumo.

4.1.4 Frutos *in natura*: consistência

Conforme a Figura 4, os frutos oriundos das plantas da espécie Amarela foram responsáveis pela maior aceitação pelos provadores no fator consistência quando comparados aos resultados dos frutos das outras espécies de pitaias. Os resultados intermediários foram dos frutos das plantas das espécies Cebra e Branca com o mesmo resultado e, por último, a pitaias Orejona.

Figura 4 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Consistência dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

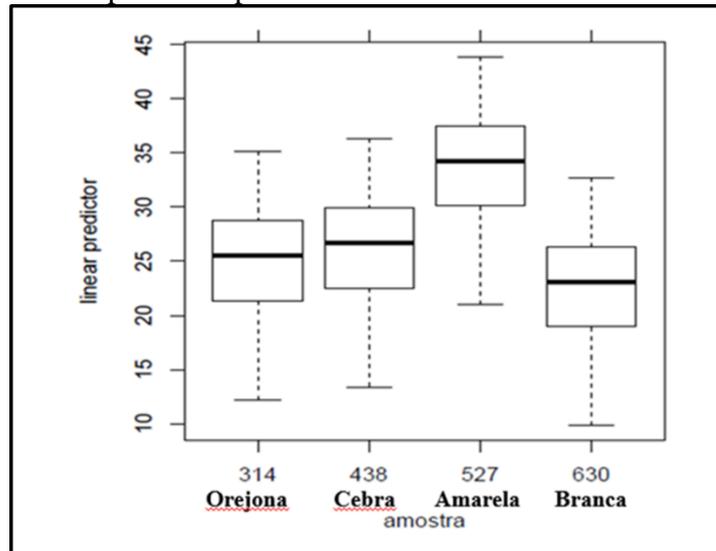
As polpas das pitaias são delicadas, suculentas, com inúmeras sementes escuras comestíveis. Os frutos apresentam paladar doce e consistência gelatinosa quando madura, geralmente sendo consumida *in natura*. Desta forma, os frutos da pitaiá Amarela, segundo os avaliadores, foram considerados com polpa mais consistente. A consistência nos frutos é percebida como uma polpa muito firme, tornando-os resistentes ao serem tocados.

Assim, são de suma importância variedades que possuam frutos mais firmes, pois proporcionarão maior resistência a danos e, possivelmente, maior vida útil (GARCÍA-CRUZ *et al.*, 2016).

4.1.5 Frutos *in natura*: impressão global

Na Figura 5 observa-se que os frutos de pitaiá da espécie Amarela com a polpa branca, obtiveram maior aceitação pelos julgadores, ou seja melhor resultado na Impressão Global. Seguido dos resultados intermediários das pitaias Vermelhas Cebra e Orejona e, por último, a Pitaiá Branca. Assim, as pitaias podem apresentar características diversificadas, como diferentes formatos, cor da casca e da polpa, e presença de espinhos, o que demonstra a alta variabilidade genética das espécies cultivadas. A fruta é muito procurada, não só por sua aparência exótica, como também por suas características organolépticas. Seus frutos possuem sabor agradável e adocicado, além do seu aspecto visual bastante diferente, são muito atrativos para o consumo (LAREDO, 2016).

Figura 5 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Impressão Global dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

Fernandes da Silva *et al.*, (2017), em pesquisas com frutos de pitaiia Branca (*Hylocereus undatus*), obtiveram resultados da avaliação dos julgadores para o atributo impressão global. A maior porcentagem dos votos foi para o ‘gostei moderadamente’ seguido pelo item ‘gostei muito’ e que correspondem a 58,33% do total dos envolvidos na avaliação no estado de Pernambuco. Assim, em comparação com os resultados da Figura 5, a pitaiia com melhor impressão global foi a pitaiia Amarela, seguida das pitaiias vermelhas Cebra e Orejona e, por último, a pitaiia Branca.

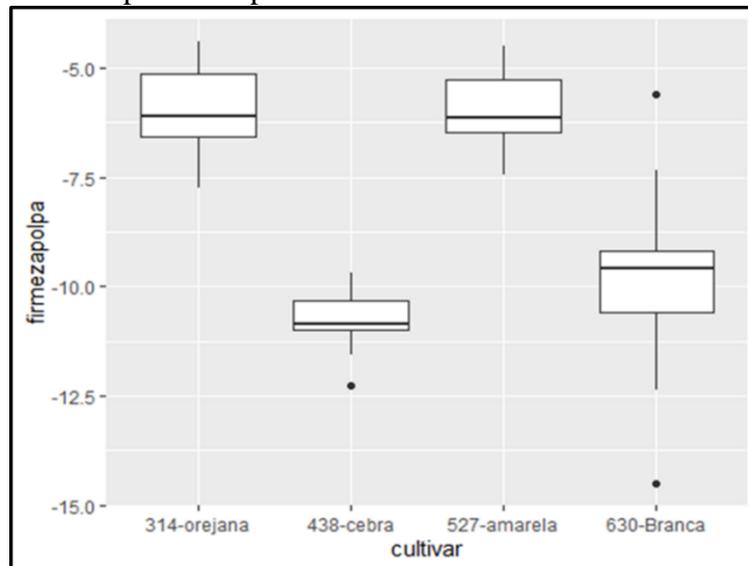
A impressão global abrange um conjunto de fatores na avaliação dos frutos de pitaiias. Assim, as características como tamanho, forma, aparência e cor constituem importantes atributos de impressão global dos frutos, interferindo na escolha de um produto pelo consumidor. Tais características são inerentes às espécies ou cultivares, mas são utilizadas como atributo de qualidade para seleção e classificação dos produtos de acordo com a conveniência do mercado consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

4.1.6 Frutos *in natura*: firmeza da polpa

Na Figura 6 estão os resultados para o parâmetro firmeza da polpa. As cultivares de pitaiias Orejona e Amarela possuem maiores firmezas de polpa se comparadas com as outras duas cultivares. A firmeza da polpa dos frutos está relacionada com a maturação dos mesmos, e quando esses frutos colhidos são destinados a mercados distantes, a colheita deve ser realizada

quando ainda estão firmes. A firmeza caracteriza o ponto de colheita ideal e a partir da colheita, o fruto perde firmeza rápido e precisa de condições adequadas de armazenamento.

Figura 6 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Firmeza da polpa dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

Yah *et al.* (2008), estudando as características de pitaias-vermelhas de polpa branca, durante seu desenvolvimento, verificaram que frutos colhidos 31 dias depois da antese apresentaram valores de firmeza da polpa de 6,3 N. Wall e Khan (2008) observaram valores de firmeza da polpa de 5,7 N para frutos de pitaias vermelhas de polpa branca colhidos aos 57 dias após a antese, totalmente maduros. Assim, conforme os resultados no experimento, os valores médios da firmeza de polpa das pitaias Orejona, Amarela, Branca e Cebra foram 5,9 N; 6,0 N; 9,8 N e 10,7 N, respectivamente. Observa-se no gráfico que as espécies de pitaias Cebra e Branca estariam com a polpa mais mole, ou seja, menos firme em relação às outras pitaias.

A firmeza da polpa dos frutos está relacionada com a textura, uma característica física de grande importância, pois frutos mais firmes sugerem um maior tempo de vida útil pós-colheita, bem como maior resistência ao transporte. Essa característica tem relação com as propriedades químicas das paredes celulares, a pectina predomina em tecidos imaturos e com a maturação ocorre um amaciamento dos tecidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A firmeza é um atributo de qualidade inerente ao produto caracterizada pela dureza, fibrosidade, resistência à elasticidade e outros, ocorrendo modificação durante seu desenvolvimento sendo influenciada pela temperatura e tempo de armazenamento reduzindo quando alcançam a maturação completa (MENEZES *et al.*, 2015; ENCISO *et al.*, 2011). A

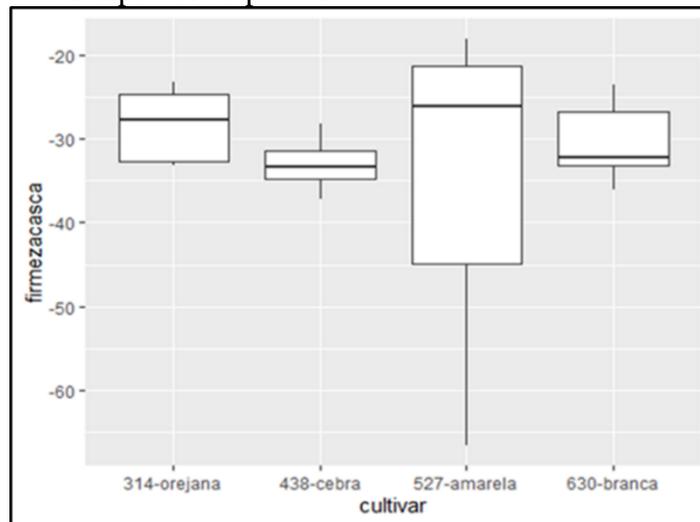
perda de firmeza é um fenômeno associado à degradação de componentes da parede celular durante a maturação do fruto e por alterações nas propriedades da cutícula (OSORIO *et al.*, 2013). Embora os frutos de pitaita sejam coletados quando completa sua maturação, a variação de firmeza indica que a modificação de polissacarídeos nas células da lamela média e parede primária podem continuar mesmo na fase de senescência.

A variação de firmeza indica que a modificação de polissacarídeos nas células da lamela média e parede primária podem continuar mesmo na fase de senescência. Avaliação das características morfológicas e físicas de frutos de diferentes espécies de pitaita, em geral, apresenta consistência macia, que os tornam suscetíveis a danos mecânicos. Assim sendo, são de suma importância variedades que possuam frutos mais firmes, pois proporcionará maior resistência a danos e possivelmente maior vida útil (GARCÍA-CRUZ *et al.*, 2016). Valores de firmeza de polpa variando de 6,16 N (MENEZES *et al.*, 2015) a 6,3 N (YAH *et al.*, 2008) e para firmeza do fruto com casca valores de 92,84 N (BRUNINI; CARDOSO, 2011) e 44,31 N (CORDEIRO *et al.*, 2015) foram constatado em pitaitas de polpa branca e rosa, respectivamente, quando completamente maduras.

4.1.7 Frutos *in natura*: firmeza da casca

Segundo os resultados, não houve diferenças entre as quatro cultivares com relação à firmeza da casca, ou seja, todas as pitaitas apresentaram médias iguais estatisticamente. O gráfico que apresentou maior dispersão dos dados foi da pitaita Amarela, conforme mostrado na Figura 7. Assim, variedades que possuem frutos mais firmes proporcionará maior resistência a danos físicos e provavelmente maior vida útil (GARCÍA-CRUZ *et al.*, 2016).

Figura 7 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Firmeza da casca dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

A firmeza é um indicativo de amadurecimento e senescência do produto, assim, frutos mais firmes, sugerem uma vida útil pós-colheita mais prolongada (VILAS-BOAS, 2006).

Segundo Cordeiro *et al.* (2015) em seus experimentos com pitaias, a firmeza da casca da pitaiá-rosa da polpa vermelha, apresentou média de 44,31 N, enquanto o teor de umidade verificado foi 87,14 g 100-1 g, indicando que o fruto apresenta alta concentração de líquidos. Assim, os valores médios da firmeza da casca das pitaias Orejona, Amarela, Branca e Cebra foram 29,33 N, 40,89 N, 30,45 N e 32,97N, respectivamente.

Um valor de firmeza de 44,31 N foi obtido em pitaiá de casca vermelho completamente madura (CORDEIRO *et al.*, 2015), próximo ao valor médio da pitaiá Vermelha (42,81 N) (SARMENTO (2017). Em comparação com os resultados do presente estudo, pode-se considerar que as quatro espécies de pitaias estão com casca dos frutos mais firmes.

A firmeza é caracterizada pela dureza, fibrosidade, resistência à elasticidade e outros (CHITARRA; CHITARRA, 2005), ocorrendo modificação durante seu desenvolvimento (MENEZES *et al.*, 2015), sendo influenciada pela temperatura e tempo de armazenamento (HOA *et al.*, 2006), reduzindo consideravelmente quando alcançam a maturação completa dos frutos (ENCISO *et al.*, 2011).

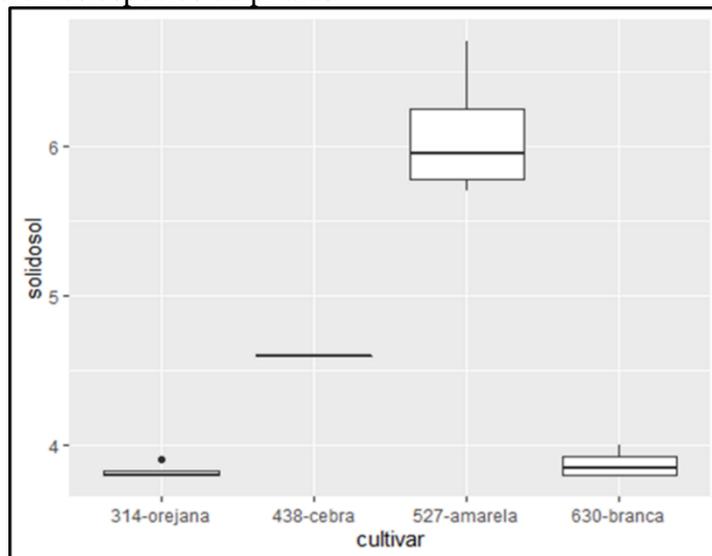
A perda de firmeza está associada à degradação de componentes da parede celular durante a maturação do fruto (OSORIO *et al.*, 2013). Embora os frutos de pitaiá sejam coletados quando completa sua maturação, a variação de firmeza indica que degradação da parede celular podem continuar mesmo na fase de senescência.

As pitaias apresentaram valores médios de firmeza da casca bem maiores em relação a firmeza da polpa, resultado verificado por Esquivel *et al.* (2007a) para diferentes espécies de pitaias em que observaram proporção acima de 90% para firmeza da casca, estando esta característica correlacionada com a espessura da casca.

4.1.8 Frutos *in natura*: sólidos solúveis (°Brix)

De acordo com os dados obtidos, na Figura 8 estão os resultados do parâmetro Sólidos Solúveis. Observa-se que a pitia Amarela apresentou melhor resultado de sólidos solúveis. Para Frölech (2018), os teores de sólidos solúveis são de suma importância no mercado de mesa, pois são indicadores de maturidade da fruta, influenciando diretamente em sua qualidade e, conseqüentemente, no sabor. Desta forma, a pitia Amarela Colombiana apresenta maiores teores de sólidos solúveis. Segundo Dueñas, Narváez e Restrepo (2009) o teor de sólido solúvel da pitia Amarela é em torno de 16° a 24° Brix. Já as espécies do gênero *H.undatus* e *pohyrhizus* apresentam valores médios de 13° Brix (BRUNINI; CARDOSO, 2011; LIMA *et al.*, 2010). Estudos mostram que os teores de sólidos solúveis da pitia, variam de 10 °Brix a 24 °Brix, resultado que está diretamente relacionado ao estágio de maturação do fruto e às condições edafoclimáticas de cultivo.

Figura 8 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Sólidos Solúveis dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

Segundo Lima *et al.* (2013) a espécie com maiores valores de sólidos solúveis foi a *S. megalanthus*, a pitáia Amarela, tanto nos frutos comerciais quanto nos coletados no banco de germoplasma da Embrapa Cerrados.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) as frutas maduras apresentam valores médios de sólidos solúveis entre 8% e 14%. Assim, Wanitchang *et al.* (2010), frutos com valores de °Brix superior a 12% apresentam maior aceitabilidade para consumo. Na maturação de frutos climatéricos, o teor de sólidos solúveis aumenta em função da biossíntese de açúcares solúveis ou da degradação de polissacarídeos.

De acordo com Wu e Chen (1997), a distribuição de sólidos solúveis na polpa dos frutos não é homogênea, já que a parte do núcleo é mais rica em açúcares do que a parte periférica. Os sólidos solúveis consistem principalmente de açúcares redutores e, mais especificamente, glicose e frutose. De acordo com Gonçalves *et al.* (2000), os teores de sólidos solúveis são variáveis em um mesmo cultivar, e esta variação pode também ocorrer entre porções da polpa.

O teor de sólidos solúveis representa os açúcares solúveis (glicose, frutose e sacarose), vitaminas, aminoácidos, algumas pectinas presentes no fruto e está relacionado com o sabor. (GOMES; FIGUEIREDO; QUEIROZ, 2002).

Segundo Vaillant *et al.* (2005) afirmaram que os sólidos solúveis em polpas de pitaias variam de 7 a 11 °Brix. Enquanto que Chik *et al.* (2011), analisando o teor de sólidos solúveis de diferentes espécies de pitáia verificaram que, em média, os valores das concentrações de sólidos solúveis de frutos da pitáia *Selenicereus megalanthus* foram de 15 °Brix; para a espécie *Hylocereus polyrhizus*, de 8,2 °Brix e, para *H. undatus*, de 8,7 °Brix. Hoa *et al.* (2006), avaliando a espécie *H. undatus*, encontraram valores entre 11,3 e 11,6 °Brix. Nerd *et al.* (1999) obtiveram em média 6,3 °Brix para a espécie *H. polyrhizus* e 6,6 °Brix para *H. undatus*.

Chitarra e Chitarra (2005) reportaram que as frutas, no geral, quando maduras, apresentam valores médios de sólidos solúveis entre 8 % e 14 %. Junqueira *et al.* (2002) encontraram valores de sólidos solúveis para a polpa da pitáia variando entre 13 a 15 °Brix. Porém, outros autores encontraram níveis mais baixos de sólidos solúveis para amostras de polpa de pitáia. Stintzing, Schieber e Carle (2003) encontraram 9,4 °Brix, Nur 'Aliaa *et al.* (2010) 11,1 °Brix e Fernandes *et al.* (2010) 11,33 °Brix.

Nos experimentos, Enciso *et al.* (2011) encontraram para frutos de pitáia, *H. undatus*, colhidos totalmente maduros, valores de sólidos solúveis entre 11,6 e 13,6 °Brix e de acidez de 0,63 mg de ác. málico. Yah *et al.* (2008), trabalhando com frutos de pitáia-vermelha de polpa branca, observaram valores de sólidos solúveis de 12,6 °Brix e de acidez de 0,40 mg de ác. málico. Estes resultados indicam que, apesar de serem de espécies diferentes, os valores de

sólidos solúveis e acidez titulável são semelhantes, com isso a aceitabilidade de *H. polyrhizus* pelo consumidor pode ser favorecida.

Menezes *et al.* (2015), avaliando frutos de pitáia dos 21 aos 46 dias, obtiveram valores de 3,43 a 19,58 °Brix. Já Centurión *et al.* (2008) observaram 4,6 a 12,6° Brix dos 20 aos 31 dias após a floração, enquanto Ortiz e Takahashi (2015) relataram valores máximos de 12,2 °Brix aos 31 dias da antese. Para Wanitchang *et al.* (2010), frutos com teores de sólidos solúveis acima de 12 °Brix apresentam melhor aceitabilidade para consumo.

O teor de sólidos solúveis totais na casca (2,16 °Brix) e polpa (9,97 °Brix) da pitáia vermelha, *H. polyrhizus*, podendo variar de 13 a 16% conforme encontrado em diferentes espécies de pitáias cultivadas no Brasil (ABREU *et al.*, 2012; CORDEIRO *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2019). Os valores de sólidos solúveis variam com a espécie, cultivares, estágio de maturação e clima, além de indicar a quantidade de açúcares existentes no fruto de forma mais representativa (PRASAD; JACOB; SIDDIQUI, 2018).

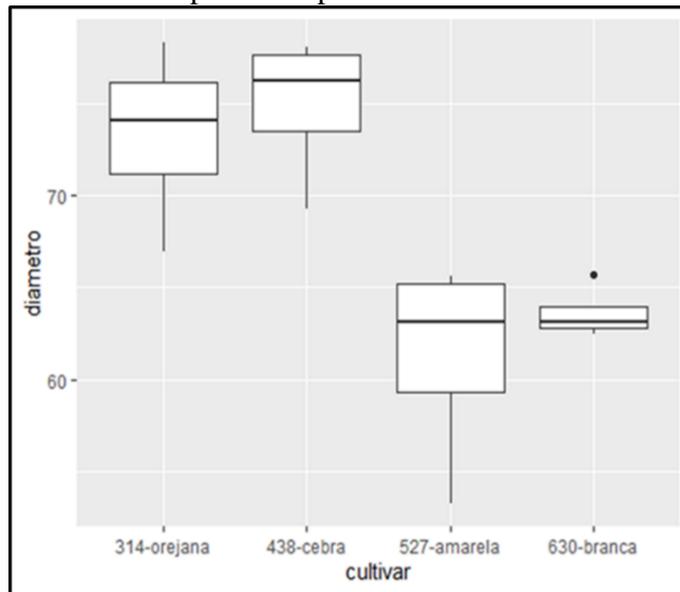
Na pitáia, o conteúdo de açúcares aumenta durante seu desenvolvimento e, dentre eles, presentes na polpa, destacam-se os redutores, principalmente a glicose e a frutose, e em menor quantidade, a sacarose, sendo o teor de glicose maior em pitáia Vermelha e teor de frutose maior na pitáia Branca. Tais características, associadas à baixa acidez, favorecem o consumo *in natura* (CORDEIRO *et al.*, 2015), proporcionado por um maior valor de relação SS/AT, podendo observar valores de relação de 45,31 para pitáias de polpa vermelha (*H. polyrhizus*) produzidas em Minas Gerais de 51,90 para espécie de polpa branca (*H. undatus*) produzidas em São Paulo (BRUNINI; CARDOSO, 2011); valores que se destacam quando comparadas a frutos tradicionais, tais como: manga ‘Van Dyke’ (71,26), manga ‘Tommy Atkins’ (49,55), manga ‘Keitt’ (46,51), acerola (4,22 a 7,45), goiaba ‘Paluma’ (18,87), ‘Rica’ (22,47) e ‘Pedro Sato’ (25,52) (BATISTA *et al.*, 2015).

O teor de sólidos solúveis é um indicativo da quantidade de açúcares existentes no fruto, que, em geral, para frutos maduros, apresentam teores médios de 8 a 14% (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Para frutos de pitáia cultivados na Califórnia, foram observados teores entre 13% e 16%, em média; porcentagem de sólidos solúveis aumenta quanto mais tempo os frutos ficam na planta. O maior teor de sólidos solúveis até agora registrado foi de 20% para a variedade de cor vermelha oriunda da Califórnia. Frutos com sólidos solúveis acima de 12 ou 13% parecem ter um nível de açúcar aceitável para a maioria dos consumidores (MERTEN, 2003; WANITCHANG *et al.*, 2010); podendo observar variação entre 11,6 a 13,6% (YAH *et al.*, 2008; ENCISO *et al.*, 2011; CORDEIRO *et al.*, 2015).

4.1.9 Frutos *in natura*: diâmetro transversal

Observa-se conforme a Figura 9 que as pitaias Orejona e Cebra, as pitaias vermelhas, que apresentaram maior diâmetro transversal em relação as outras espécies de pitaias.

Figura 9 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Diâmetro transversal dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

Na literatura, observa-se valor médio de 7,3 cm de diâmetro dos frutos de pitaias polpa vermelha (*H. polyrhizus*) (MOREIRA *et al.*, 2011). Este valor está semelhante aos valores médios verificados neste experimento que são 7,33; 6,13; 6,34; 7,49 cm para os frutos das pitaias Orejona, Amarela, Branca e Cebra, respectivamente. Os valores no gráfico estão expressos em mm.

Os frutos apresentam formato globoso e subgloboso, podendo medir até 10 a 12 centímetros de diâmetro transversal. Os frutos da pitaiia podem atingir até 900 gramas em peso, mas seu peso médio varia entre 350 gramas a 450 gramas (BRUNINI *et al.*, 2011).

As pitaias-rosa, de polpa vermelha (*H. polyrhizus*) apresentaram valores médios para comprimento e diâmetro de fruto de, respectivamente, 10,73 e 8,07 cm. Na literatura, são observados valores médios de 8,5 cm de comprimento e 7,3 cm de diâmetro (ESQUIVEL *et al.*, 2007; MOREIRA *et al.*, 2011). Segundo Cristofoli *et al.* (2014), os frutos de pitaiia (*H. costaricensis*) apresentam diâmetro médio longitudinal e transversal na ordem de 92,64 mm e 88,39 mm, respectivamente.

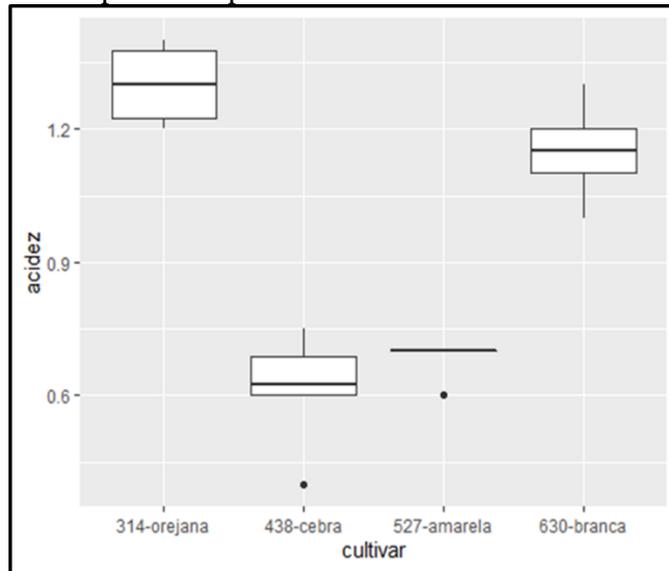
Nos frutos, as medidas dos diâmetros transversais e longitudinais são de grande utilidade para os consumidores. Para o mercado nacional de frutas frescas, os frutos que apresentam maior diâmetro e tamanho são mais adorados pelos consumidores, enquanto que para importação, os frutos de menor diâmetro e tamanho. Já para a indústria são desejados frutos maiores onde o peso da polpa é primordial para processamento de frutos (NASCIMENTO *et al.*, 2014).

4.1.10 Frutos *in natura*: acidez polpa

Segundo os resultados da Figura 10, a cultivar pitaia vermelha Orejona possui maior valor da acidez da polpa, ou seja, mais ácida. A pitaia Branca também possui valor de acidez maior em relação as outras espécies. Enciso *et al.* (2011) encontraram para frutos de pitaia, *H. undatus*, colhidos totalmente maduros, valores de acidez de 0,63 mg de ác. málico, valor próximo aos encontrados neste trabalho para as cultivares Orejona, Amarela, Branca e Cebra 1,3; 0,68; 1,15; e 0,62 mg, respectivamente. A acidez titulável na polpa da pitaia inferior a 1%, explica um bom sabor e doçura dos frutos. O teor de acidez é um indicativo do estágio de maturação dos frutos, assim, frutos imaturos verdes, apresentam acidez mais elevada.

Segundo Stintzing, Schieber e Carle (2003), a porcentagem de acidez é baixa nos frutos de pitaia. Não há muita diferença dos valores da acidez nas partes apical, mediana e basal dos frutos. A acidez é resultante dos ácidos orgânicos, os quais influenciam na cor, sabor, odor e na qualidade das frutas. Através da determinação da acidez total em relação ao conteúdo de açúcar, pode-se obter o estágio de maturação das frutas (LIMA *et al.* 2013).

Figura 10 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Acidez da polpa dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

A acidez titulável também influencia na cor, sabor, odor e na qualidade das frutas. As pitaias frescas apresentam, em geral, baixos valores de acidez total (2,4 a 3,4%). Santos *et al.* (2019) encontraram valores baixos para a casca (0,41% expresso em ac. málico) e polpa (0,33% expresso em ac. málico) da pitaiia vermelha, podendo ser influenciados pelas condições do armazenamento. Estudos revelam que pode ocorrer declínio no teor da acidez titulável durante o armazenamento, simultaneamente à mudança da coloração da casca, que, dependendo das condições de estocagem, pode ter comportamento acelerado decorrente dos processos metabólicos e fisiológicos, que o utilizam como fonte de energia (MENEZES *et al.*, 2015; HUA *et al.*, 2018).

Os principais ácidos orgânicos presentes no suco de pitaiia são o ácido cítrico e ácido láctico (STINTZING *et al.*, 2003). A acidez titulável, em muitos frutos, é utilizada como critério para a classificação dos mesmos quanto ao sabor, juntamente com os teores de sólidos solúveis, sendo, portanto, um importante fator de qualidade. A acidez total decresce com o amadurecimento dos frutos em decorrência do processo respiratório e da utilização de ácidos orgânicos, como substratos nas reações metabólicas (BRUNINI; CARDOSO, 2011).

Pitaias frescas apresentam baixos valores de acidez total 2,4 a 3,4% (MOREIRA *et al.*, 2011) ocorrendo declínio no teor durante o armazenamento (BRUNINI; CARDOSO, 2011) simultaneamente à mudança da coloração da casca (MENEZES *et al.*, 2015), que, dependendo das condições de armazenamento, pode ter comportamento acelerado decorrente dos processos metabólicos e fisiológicos (BRUNINI; CARDOSO, 2011), que o utilizam como fonte de

energia (HUAN *et al.*, 2017). Teores de 0,28 mg de ácido cítrico em 100 g de polpa e pH de 4,88 foram obtidos em pitaias (*H. polyrhizus*) (ABREU *et al.*, 2012) e de 0,10 de ácido cítrico em 100 g de polpa (MOREIRA *et al.*, 2011), produzidos em São Paulo; de 0,35 de ácido cítrico em 100 g de polpa e pH de 3,15 em frutos cultivados em Jaboticabal (SILVA *et al.*, 2011).

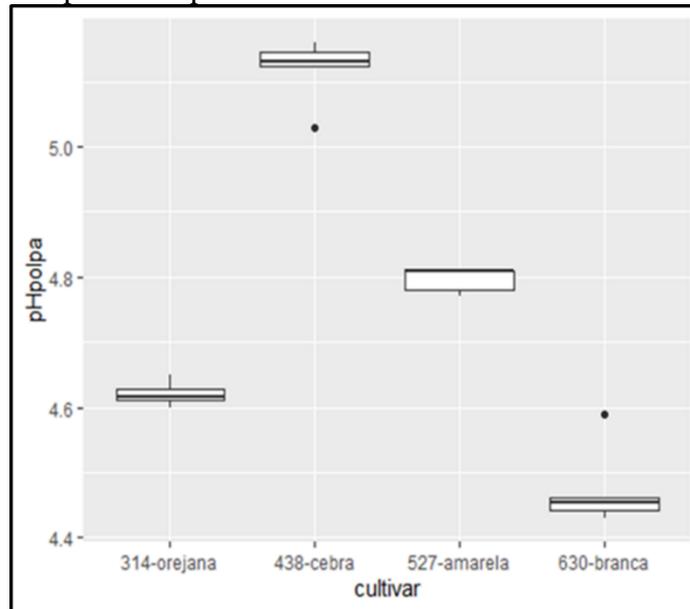
Sarmento (2017) observou em pitaias vermelhas baixa acidez (0,40 mg de ácido málico/100 g e pH de 4,64), característica corroborada por Abreu *et al.* (2012) (0,28 mg/100 g e pH de 4,88). Cordeiro *et al.* (2015) (0,29 mg/100 g e pH de 5,32) e Obenland *et al.* (2016) (0,16-0,51 mg/100 g) também observaram em outras espécies de pitaias (SILVA *et al.*, 2011).

4.1.11 Frutos *in natura*: pH polpa

Os valores de pH polpa das quatro espécies de pitaias variaram entre 4,44 a 5,16. Estes valores afirmam que as pitaias analisadas sejam classificadas como frutos pouco ácidos. A cultivar Cebra, a pitaiá vermelha, apresentou maior valor pH polpa em relação as outras cultivares. Logo em seguida, a pitaiá Amarela apresenta maior valor de pH (FIGURA 11). O pH dos frutos da pitaiá vermelha podem variar de 4,40 a 5,60 (ABREU *et al.*, 2012; CORDEIRO *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2019).

De acordo com os valores obtidos, os frutos de pitaiá apresentaram pH semelhante ao encontrado por Rufino *et al.* (2007) de 4,5. A polpa de pitaiá apresenta valor de pH alto (4,63) comparado com outros frutos como cajá, onde Oliveira *et al.* (1998) encontraram valores de pH (1,27) e maracujá com valores de (2,60) (GOMES *et al.*, 2006). Segundo Lima (2013), em trabalhos com frutos de espécies de pitaias *in natura* foram encontrados valores de pH variando entre 4,83 a 5,67.

Figura 11 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável pH das polpas dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

As pitaias de polpa vermelha tendem a apresentar baixa acidez (pH 5,32), como observado por Cordeiro *et al.* (2015) característica também observada para outras espécies de pitaia: *H. undatos* (pH 4,3) (STINTZING *et al.*, 2004); *H. costaricensis* (pH 4,85) (LIMA *et al.*, 2013) e *H. setaceus* (pH de 3,28) (SILVA *et al.*, 2011).

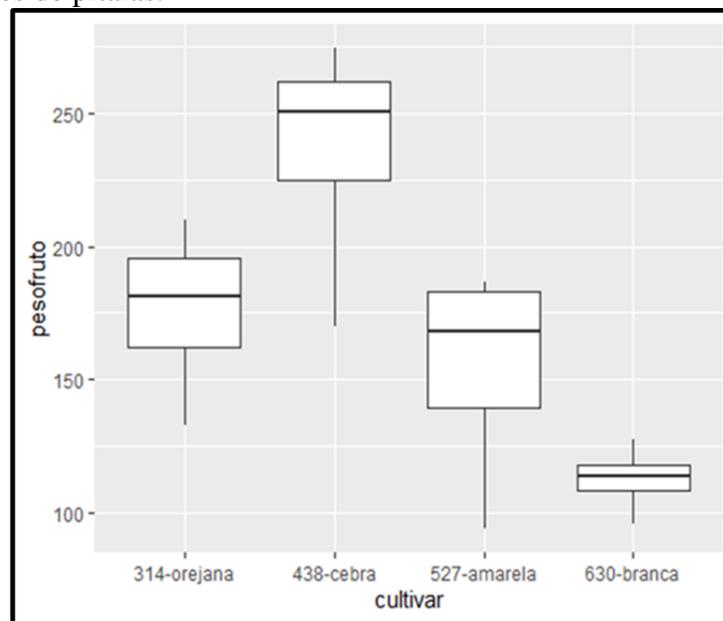
Rodrigues (2010) encontrou valores de pH para a pitaia do cerrado variando entre 5,7 e 6,2 durante o período de amadurecimento. A pitaia é considerada um fruto pouco ácido, quando comparada com outras espécies, desse modo, apresenta valores de pH superiores a frutos como laranja (pH 3,66) (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010) e Kiwi (pH 3,3) (BLUM; AYUB, 2009).

O pH é um caractere importante do fruto, uma vez que pode influenciar no tempo de deterioração, através do desenvolvimento de microrganismos, na atividade das enzimas, na retenção do sabor-odor de produtos de frutas, na estabilidade de corantes artificiais em produtos de frutas, na verificação do estágio de maturação de frutas, na escolha da embalagem, na palatabilidade, na escolha da temperatura de tratamento térmico, na escolha do tipo de material de limpeza e desinfecção, na escolha do equipamento com o qual se vai trabalhar na indústria e na escolha de aditivos e conservantes (LIMA *et al.*, 2013).

4.1.12 Frutos *in natura*: peso do fruto

Na Figura 12 estão os resultados para o parâmetro peso do fruto. Então, os frutos com maiores pesos foram da cultivar Ceبرا seguida da cultivar Orejona, ambas pitaias vermelhas com porcentagem de polpa maior. Os frutos foram pesados em balança digital e expresso em gramas. O fruto da pitaiia vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) grande em tamanho, tem formato oval e pesa entre 300 e 600 gramas (NURUL; ASMAH, 2014; WONG; SIOW, 2015).

Figura 12 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Peso dos frutos das diferentes espécies de pitaiias.



Fonte: Da autora (2021).

O peso da fruta inteira das quatro espécies de pitaiias no experimento variaram entre 93,88g a 274,63g. Para a espécie *Hylocereus polyrhizus* foram encontrados valores médios de peso comparativamente maiores dos que os determinados para espécies *Hylocereus undatus* e *Selenicereus megalanthus*. Estudos reportaram que a pitaiia da espécie (*Hylocereus undatus*) pode apresentar peso variando de 200 até 1000 g (MIZRAHI; NERD, 1999; ALVARADO; CRUZ; RINDERMANN, 2003; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; ZAINOLDIN; BABA, 2009; NUR 'ALIAA *et al.*, 2010; BRUNINI; CARDOSO, 2011), porém, o peso da fruta, depende tanto da polinização quanto da variedade.

No item peso dos frutos as diferentes espécies podem apresentar valores individuais variando de 130 – 640 gramas (SATO *et al.*, 2014; CORDEIRO *et al.*, 2015), podendo alcançar até 900 g e comprimento de 85 mm e diâmetro de 73 mm (MOREIRA *et al.*, 2011). Padrão de tamanho e formato do fruto da pitaiia bem estabelecida dentre e entre a espécie favorece o

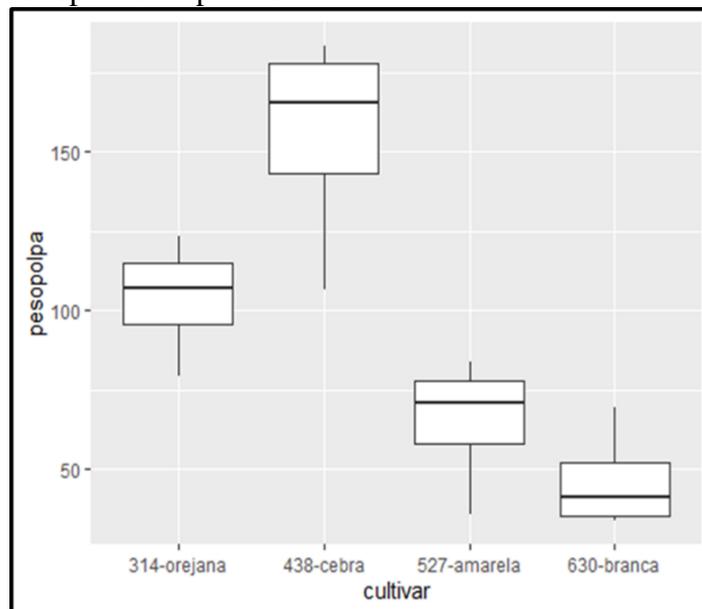
estabelecimento de padrões de frutos para comercialização, podendo observar pitaia com formato esférico (SATO *et al.*, 2014; CRISTOFOLI *et al.*, 2014) e oblongo/ovóide (CORDEIRO *et al.*, 2015; MENEZES *et al.*, 2015). O desenvolvimento da pitaia é dependente diretamente das condições do local de cultivo (temperatura e precipitação), sendo menor sua duração em condições de maior temperatura e precipitação (SILVA *et al.*, 2015).

O fruto da pitaia é uma baga ovoide, redonda ou alongada, pode medir de 10 a 12 cm de diâmetro e seu peso varia de 200 g até 1000 g. Sua casca é de cor carmim ou amarelo, dependendo da cultivar, coberta com brácteas ou ‘escamas’ – de onde vem o nome de fruta dragão ‘dragon fruit’ (LI-CHEN *et al.*, 2006).

4.1.13 Frutos *in natura*: peso da polpa

A polpa representa de 60 a 80% do peso total do fruto maduro (MERCADO-SILVA, 2018) e na polpa, cerca de 85% são de água (RABELO, 2018). A cultivar que obteve maior peso da polpa foi a Cultivar Cebra e, seguida, a cultivar Orejona, ambas pitaias vermelhas (FIGURA 13). O rendimento das frutas em relação à polpa teve valores médios de 104,65 g, 65,23g, 46,34g e 155,44 g para as espécies de pitaias Orejona, Amarela, Branca e Cebra, respectivamente. A parte comestível do fruto é constituída pelo mesocarpo, que possui uma textura mucilagínosa, com milhares de pequenas sementes distribuídas de forma homogênea em toda a polpa (GUNASENA *et al.*, 2007).

Figura 13 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Peso da polpa dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



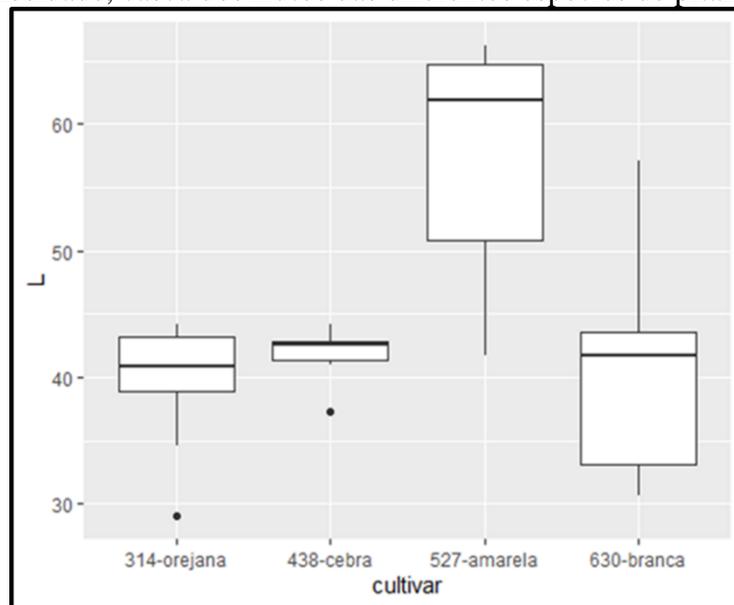
Fonte: Da autora (2021).

O fruto da pitiaia é uma baga de formato globuloso e subglobuloso, apresenta uma grande quantidade de polpa quando comparada a outras cactáceas, e esta característica pode ser interessante tanto para o consumo *in natura* como para o processamento do produto (CORDEIRO *et al.*, 2015). Rendimento de 71% de polpa para pitiaia foi observado em frutos produzidas na Nicarágua (VAILLANT *et al.*, 2005), de 82,63% para frutos de pitiaia de polpa vermelha comercializados na cidade de Fortaleza-CE (CRISTOFOLI *et al.*, 2014), variação de 70,82 a 81,03% para frutos oriundos do Estado do Pará (SATO *et al.*, 2014) e de 75,25% para frutos produzidos em Janaúba-MG região do semiárido (CORDEIRO *et al.*, 2015).

4.1.14 Cascas pitaias: coloração L* Luminosidade - brilho, claridade

A luminosidade é um importante parâmetro de qualidade e frescor de frutos, uma vez que produto com muito brilho é indicativo de produto fresco. Conforme resultados expressos na Figura 14, o maior valor de L* foi da cultivar Amarela. Os valores de luminosidade (L*) foram maiores nos frutos com casca em relação aos frutos sem casca, ou seja, polpa dos frutos descascados, independente da variedade das pitaias.

Figura 14 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração L*, Luminosidade, casca dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

Cordeiro *et al.* (2015) verificaram para a coloração da casca, para luminosidade valor médio de 42,41 para pitaias de polpa vermelha. Phebe *et al.* (2009) verificaram valores de 40,25 para luminosidade da casca, ambos os autores estudando *H. polyrhizus* produzidas na Malásia.

Estes valores são semelhantes aos verificados neste trabalho, para pitaias de polpa vermelha e casca rosa a Orejona e Cebra, e para a pitaiá Branca de polpa branca e casca rosa. Porém, para a pitaiá Amarela de casca Amarela e polpa branca os valores médios são maiores.

A coloração das pitaias foram determinadas com auxílio de um colorímetro sendo a coordenada L^* relacionada à luminosidade, indicando a variação de cor entre negro e o branco (0/100). A luminosidade do fruto exprime o brilho ou a intensidade luminosa da casca (JHA; MATSUOKA, 2002), tende a decrescer linearmente com a perda de massa fresca do fruto. Altos valores de L^* representam cores mais claras, e o oposto indica cores mais escuras.

Conforme a escala CIELAB de cores, o brilho ou a luminosidade podem ser mensurados pela coordenada L^* , que varia de preto a branco, numa escala de 0 a 100. A coloração da casca e suas escamas apresentaram um aumento nos valores de L^* com a maturação, evidenciando seu potencial na determinação do frescor dos frutos. É importante destacar, que após a completa pigmentação da casca, os valores máximos de L^* foram encontrados aos 36 dias da antese, indicando o momento em que os frutos se apresentavam com máximo brilho na parte externa da casca, portanto, mais brilhantes e atrativos visualmente.

A coloração é um dos parâmetros mais importantes, e exerce grande influência sobre a atratividade do produto. Segundo Hirsch *et al.* (2012), os consumidores em geral, preferem frutos fortemente coloridos e brilhantes. Assim, as análises de coloração podem ser utilizadas como indicativo de qualidade, frescor e grau de maturação dos frutos.

Os valores de L^* da casca da espécie *Hylocereus undatus* foram próximos aos relatados por Stintzing, Schieber e Carle (2003) e variaram de 30,59 a 57,05, enquanto que os valores médios de L^* , Luminosidade, neste experimento das espécies de pitaias Orejona, Amarela, Branca e Cebra são 39,53; 57,98; 40,30; 41,89 respectivamente.

Sarmento (2017) encontrou nos seus experimentos de análises colorimétricas com pitaiá (*Hylocereus polyrhizus*), que, em média, os frutos apresentaram valores de cromaticidade C^* , ângulo Hue e Luminosidade L^* de 36,01; °24,71 e 48,02, respectivamente; quanto a coloração da polpa, verificou-se para cromaticidade, ângulo Hue e luminosidade de 27,03; °1,07 e 27,26, respectivamente, características de coloração semelhantes ao observado por Cordeiro *et al.* (2015), que verificaram valores médios de cromaticidade, ângulo hue e luminosidade para casca de 42,72; °15,73 e 42,41 e para polpa valores de 38,89; °172,00 e 14,25, respectivamente.

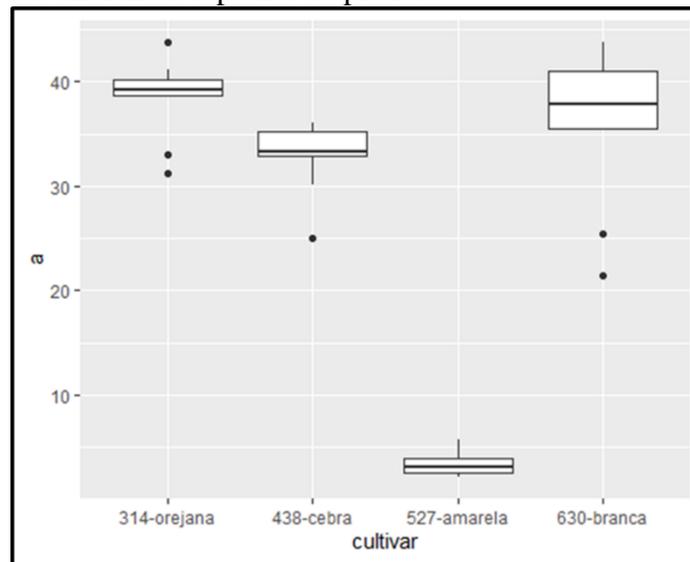
Na fase imatura dos frutos de pitaias apresentam coloração verde, logo após ocorre mudança de verde para o vermelho, quando se aproxima do período ótimo de colheita que representa 30 dias após a antese (MARQUES *et al.*, 2011; MENEZES *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015). As brácteas (escamas) mantêm-se com coloração verde até sua colheita, após esse

período provavelmente ocorre degradação da clorofila e a síntese de betacianinas (MENEZES *et al.*, 2015). Desta forma, os produtores levam em consideração as características de mudança de coloração da casca para realizar a colheita (GARCÍA-CRUZ *et al.*, 2016).

4.1.15 Casca das pitaias: coloração a^* (tonalidade Vermelha ou Verde)

O valor da coordenada de cromaticidade a^* representa uma variação de cores de verde (-a) ao vermelho (+a). Os maiores resultados foram das cultivares Orejana, Branca, e, em seguida, Cebra (FIGURA 15). Assim, as pitaias que apresentaram valores mais altos de a^* são as que possui casca vermelha, enquanto que a pitia Amarela, que possui casca amarela, apresentou um valor da coordenada a^* inferior.

Figura 15 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração a^* casca dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

A coordenada a^* é um parâmetro que indica o aparecimento de pigmentos vermelhos como os carotenóides e flavonóides, os quais são indicativos do aumento da maturação do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005; PEREIRA *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2010). Segundo Nerd e Mizrahi (1999), o estágio ótimo de colheita para a pitia vermelha (*Hylocereus undatus*) ocorre quando a casca se encontra totalmente vermelha, podendo ser indicada por meio da coordenada a^* .

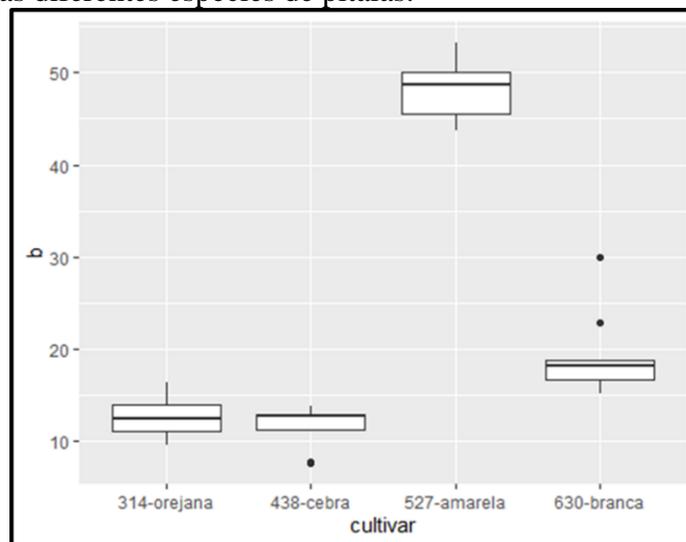
Assim, a coordenada a^* , que representa a variação de cores de verde (-a) ao vermelho (+a), na avaliação das quatro espécies de pitaias, não houve valores negativos, mas valores

positivos indicando que as cores Vermelha e Amarela prevaleceram, ou seja, os frutos já estavam maduros. Esses resultados mostram que os frutos apresentam características organolépticas mais propícias ao consumo. Os valores da coordenada a^* das espécies Orejona, Branca e Cebra foram maiores em relação aos valores da espécie Amarela. Rodrigues (2010) atribuiu a mudança de cor da pitiaia nativa à degradação das clorofilas e síntese de betacianinas, uma vez que verificou redução nos teores de clorofila e aumento de betacianinas na casca dos frutos com a maturação. Segundo Mello *et al.* (2015), a coloração característica da pitiaia é devido principalmente à síntese de pigmentos betalaína.

4.1.16 Casca das pitaias: coloração b^* (tonalidade Amarela ou Azul)

O valor coordenada de cromaticidade b^* representa variação da cor azul (- b) ao amarelo (+ b). Maior valor, mais próximo de 50, foi da cultivar Amarela (FIGURA 16). Assim, a pitiaia Amarela apresenta casca amarela e obteve valor alto da coordenada b^* em relação as espécies de pitaias de cascas vermelhas.

Figura 16 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração b^* da casca dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

Desta forma, os resultados das análises das quatro espécies de pitaias mostram que os valores da coordenada de cromaticidade b^* das espécies Orejona, Branca e Cebra, apresentaram valores bem menores em relação da espécie Amarela, que apresentou valores maiores. Assim, as cascas das pitaias Orejona, Branca e Cebra que são de coloração vermelha apresentaram

baixos valores de b^* (variação entre azul e amarelo) e altos valores de a^* (variação entre vermelho e verde) indicando a presença de cor avermelhada, característica de frutas maduras enquanto que a pitáia Amarela de coloração da casca Amarela apresentou altos valores de b^* e baixos valores de a^* .

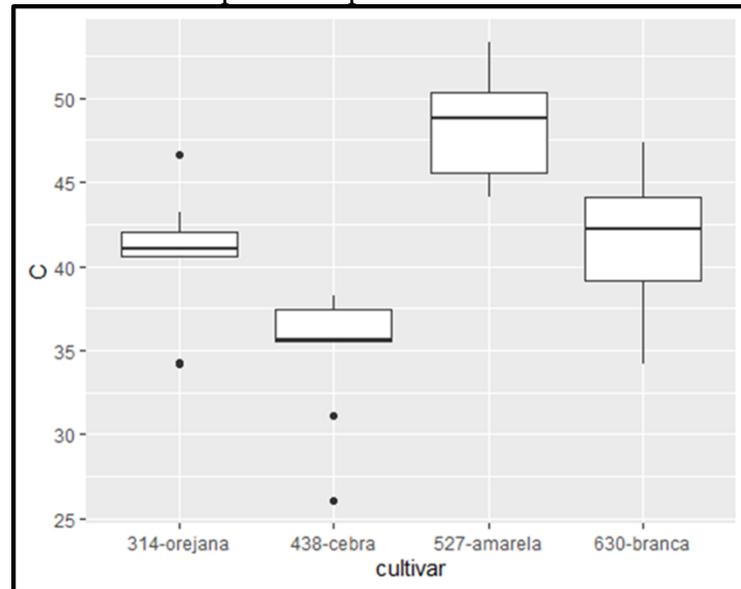
A mudança de cor da casca da pitáia durante o amadurecimento de verde para carmim está relacionada com a perda do conteúdo de clorofila seguida da síntese das betalaínas (NERD; MIZRAHI, 1997). Por isso, pode-se afirmar que existe uma correlação significativamente negativa entre o conteúdo de betalaínas totais e os valores de b^* da casca da pitáia (PHEBE *et al.*, 2009).

Quanto a intensidade da coloração Amarela, expressa pela coordenada b^* , nota-se valores decrescentes com o avançar da maturação, variando de 27,31 a 11,18 na casca e 27,43 a 16,94 nas escamas do fruto. Juntamente com a redução de luminosidade (L^*), indica um escurecimento da cor Amarela. Resultados similares foram reportados por Ortiz e Takahashi (2015), que encontraram variações na casca de 30,6 a 7,6 dos 21 aos 32 dias de avaliação. É possível que esse comportamento esteja relacionado à degradação de pigmentos como carotenóides e clorofilas, em conjunto com o surgimento dos pigmentos azulados e arroxeados, pela síntese das betalaínas.

4.1.17 Casca das pitaias: coloração C^* o índice de saturação cromática

O parâmetro C^* indica a cromaticidade, onde representa a intensidade das cores, ao qual valores próximos de 0, indicam cores neutras e valores próximos de 60, cores vívidas. Os resultados encontrados nesta avaliação demonstraram que a coloração da casca da pitáia exibem cores vívidas e intensas. Na Figura 17 observa-se que os valores mais próximos de 50 são da cultivar Amarela.

Figura 17 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração C* da casca dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

A saturação C*, é definida como a distância radial do centro do espaço até o ponto da cor. A saturação está ligada diretamente à concentração do elemento corante e representa um tributo quantitativo para a intensidade. Quanto maior o croma, maior a saturação das cores perceptíveis aos humanos. Cores neutras possuem baixa saturação, enquanto cores puras possuem alta saturação e, portanto, mais brilhantes na percepção humana (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013).

Cordeiro *et al.* (2015) verificaram para a coloração da casca, para a cromaticidade, valor médio de 42,72 para pitaias de polpa vermelha. E também Chik *et al.* (2011) encontraram valores de cromaticidade e ângulo hue, respectivamente, de 40 e 10,70° para coloração de casca de pitaias de polpa vermelha. Esses valores de C* para a coloração da casca de pitaias estão semelhantes aos encontrados nos resultados do experimento. Assim, os valores médios da saturação das pitaias Orejona, Amarela, Branca e Cebra são 40,45 ;48,36 ;41,67 e 34,90, respectivamente. Nos trabalhos citados por Sarmento (2017) os valores de cromaticidade 36,01, para pitaias (*Hylocereus polyrhizus*), na casca do fruto possui saturação menor, tendendo para um vermelho menos intenso. Assim, a polpa, *Hylocereus polyrhizus*, apresenta tonalidade vermelha tendendo à cor purpura(rosa), que são cores atribuídas a um leque de tons entre o vermelho e o azul (OBENLAND *et al.*, 2016).

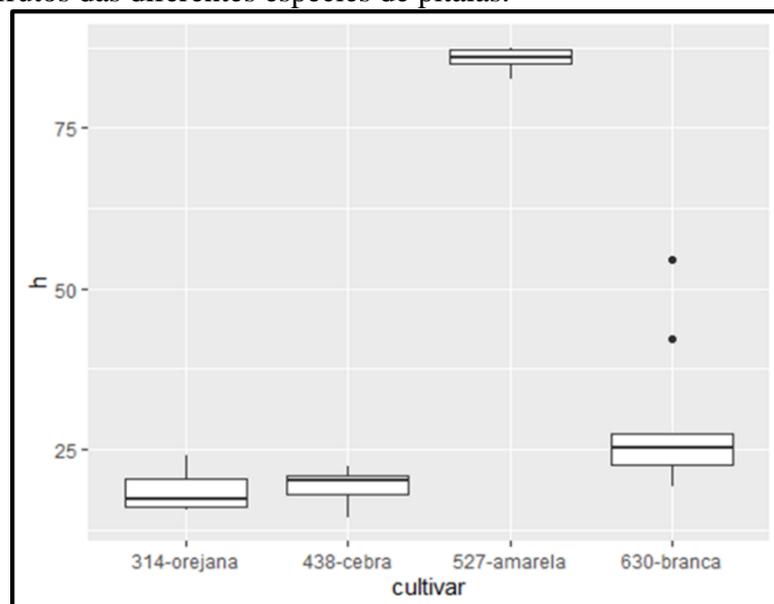
A coordenada Croma, indica a saturação ou pureza da cor. Para essa coordenada, na casca, observou-se um leve decréscimo quando os frutos se apresentavam completamente verdes e, posteriormente, quando do início da pigmentação avermelhada nota-se uma elevação

linear em seus valores. Segundo Awad (1993), com o avançar do desenvolvimento, o fruto passa de verde-escuro a verde-claro, em seguida, ocorre o surgimento dos pigmentos característicos da casca, que poderiam estar presentes junto à cor verde, porém, mascarados, sendo revelados apenas após o início da degradação das clorofilas, ou serem sintetizados durante a maturação.

4.1.18 Casca das pitaias: coloração ângulo hue (h°) tonalidade

O parâmetro ângulo hue (h°) representa a tonalidade, e conforme a Figura 18, a cultivar Amarela apresentou valores acima do ângulo 75°. No parâmetro *Hue*° que representa o ângulo de coloração de 0° a 360°, os resultados encontrados para frutos de pitaias Amarela foram valores maiores em relação aos valores das outras espécies de pitaias que apresentaram médias mais próximas de 0°. Isso ocorre porque o ângulo (h°) varia 0° a 360° e graficamente considera-se o ângulo de 0° como a cor vermelha, o ângulo de 90°, amarelo, o ângulo de 180°, verde, e o ângulo de 270°, azul. Desta forma, a pitaias amarela por possuir coloração da casca amarela aproximou-se do ângulo de 90°. Enquanto que as outras espécies de pitaias, por possuírem casca vermelha, aproximaram mais do ângulo de 0°. O parâmetro ângulo Hue, os resultados encontrados para as pitaias vermelhas e pitaias branca foram valores próximo de 0, desta forma, confirmam a coloração avermelhada na casca dos frutos.

Figura 18 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração ângulo Hue casca dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

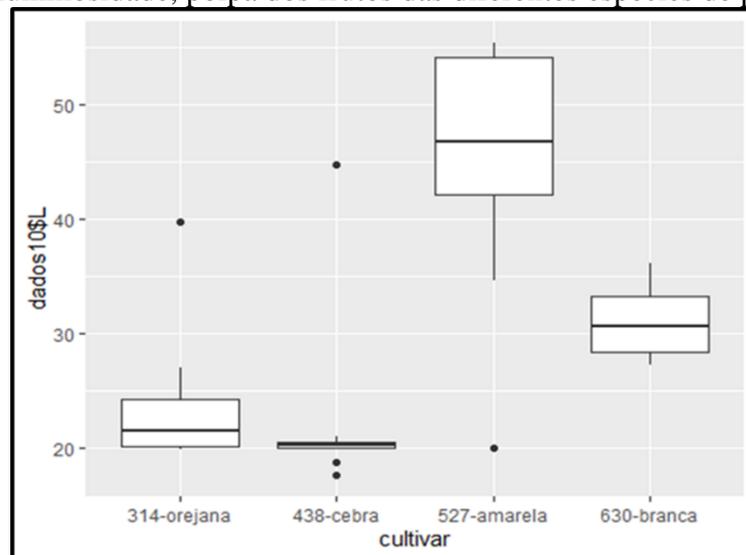
Cordeiro *et al.* (2015) verificaram para a coloração da casca, para ângulo Hue, valor médio de $15,73^\circ$ para pitaias de polpa vermelha. Já nos resultados do presente trabalho, os valores médios da coloração da casca para hue das pitaias Orejona, Amarela Colombiana, Branca e Cebra foram $18,28^\circ$; $85,91^\circ$; $29,07^\circ$; $19,23^\circ$, respectivamente.

Na tonalidade ($^\circ$ hue) observa-se comportamento decrescente com o tempo, indicando uma coloração inicial de verdes amarelado a tons vermelho intenso nos estádios finais de maturação. Segundo To *et al.* (2002), a colheita de pitaias no México deve ser efetuada quando o valor de hue for inferior a 30° , faixa angular em que o tom vermelho se sobressai e se intensifica. Assim, aqui estariam aptos para colheita a partir dos 34 dias.

4.1.19 Polpa das pitaias: coloração L* Luminosidade-brilho, claridade

A coordenada L* está relacionada à luminosidade da coloração da polpa das quatro espécies de pitaias. Então, os maiores valores apresentados são da cultivar Amarela (FIGURA 19). A luminosidade é a escala que varia do preto (0) ao branco (100). Observa-se no gráfico, que a pitaias Amarela seguida da pitaias Branca apresentaram valores mais próximos de 100 em relação as outras pitaias vermelhas. Isso ocorre porque as pitaias Amarela e Branca possuem polpa de coloração mais clara, enquanto que as pitaias Orejona e Cebra possuem polpa de cor vermelha, que são cores mais escuras próximas de 0 na escala da Luminosidade. Altos valores de L* representam cores mais claras, e o oposto indica cores mais escuras.

Figura 19 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração L*, Luminosidade, polpa dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

Cordeiro *et al.* (2017) verificaram que, quanto à coloração da polpa, foram observados valores de 14,25 para Luminosidade para pitaias da espécie vermelha. Valor bem inferior se comparado com os valores médios encontrados nas quatro espécies de pitaias avaliadas Orejona, Amarela, Branca e Cebra são 23,94, 44,78, 31,09 e 22,66, respectivamente. Então, os valores de L* observados no experimento dos autores, indicam cores mais escuras nas polpas das pitaias vermelhas porque os valores encontrados são mais baixos, aproximando mais de 0 na escala.

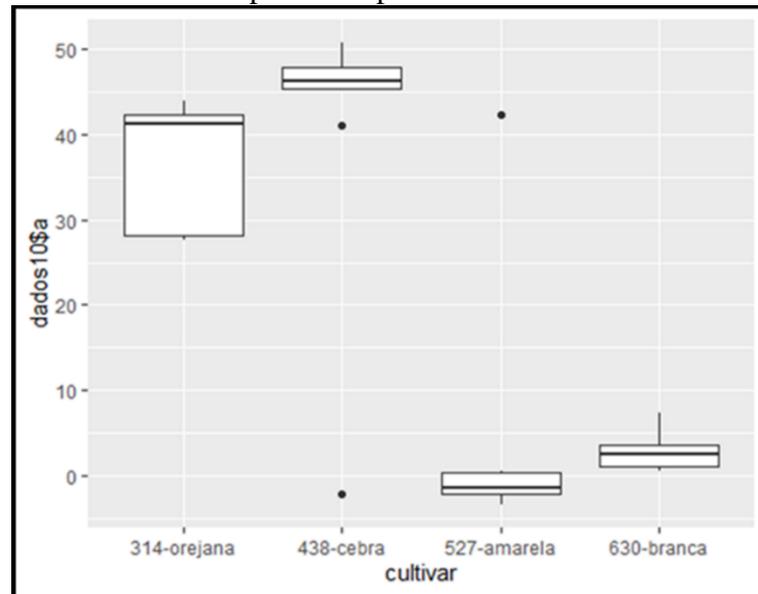
Quanto à luminosidade da polpa, Phebe *et al.* (2009) verificaram para *H. polyrhizus*, espécie de pitaiá vermelha, valor de 33,75, resultado superior ao observado no presente trabalho para as pitaias Orejona e Cebra. Então, a luminosidade é a escala que varia do preto (0) ao branco (100). As pitaias vermelhas do experimento dos autores possuem coloração avermelhada mais clara na polpa em relação as pitaias vermelhas de polpa escura Orejona e Cebra. Os altos valores de L* encontrados na polpa das pitaias Amarela e Branca se justificam por possuírem coloração clara, translúcida.

A coloração do fruto é importante atributo de qualidade. A cor vermelha encontrada nas polpas de pitaias é um atrativo para processamento de alimentos (SATO *et al.*, 2014). Para *H. polyrhizus*, que tem uma polpa vermelho-púrpura (vermelho-roxo), a acumulação de pigmentos de polpa é semelhante com o desenvolvimento da coloração da casca (NERD *et al.*, 2002), o que torna o fruto da pitaiá muito atraente na aparência quando fresco.

4.1.20 Polpa das pitaias: coloração a* (tonalidade vermelha ou verde)

O maior valor da coordenada a* foi da cultivar Cebra, seguida da cultivar Orejona, ambas pitaias de cascas vermelhas de polpas vermelhas (FIGURA 20). A coordenada a* varia (verde (-) ao vermelho (+)).

Figura 20 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração a* polpa dos frutos das diferentes espécies de pitaias



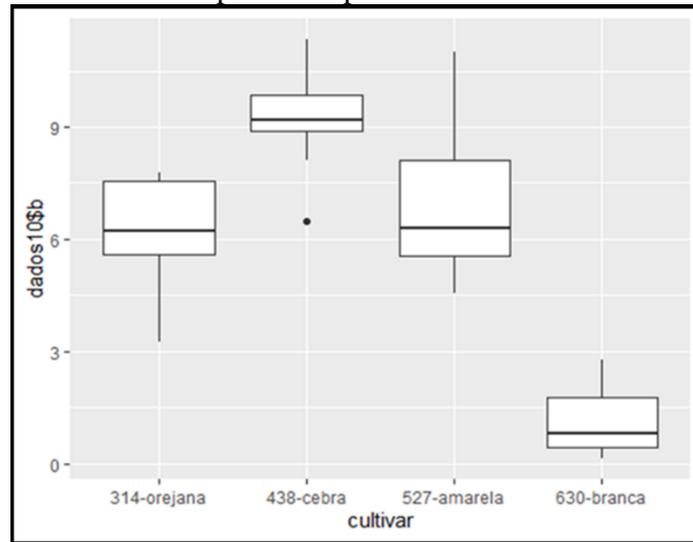
Fonte: Da autora (2021).

O parâmetro a*, varia de verde (-) para vermelho (+), então as pitaias que apresentaram maiores valores do parâmetro a* para coloração polpa foram de espécies de casca vermelha com polpa vermelha Cebra e Orejona. Já a espécie da pitia Branca, *Hylocereus undatus*, com polpa branca, os valores de coloração polpa a* são valores inferiores em relação aos valores das espécies de pitaias vermelhas. Enquanto que para a espécie de pitia Amarela com polpa branca translúcida, os valores da coloração da polpa a* são bem menores em relação aos demais apresentados.

4.1.21 Polpa das Pitaias: coloração b* (tonalidade amarela ou azul)

Os resultados foram da cultivar Cebra seguida da cultivar Amarela e Orejona (FIGURA 21).

Figura 21 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração b^* polpa dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

A coordenada b^* , varia de azul (-) ao amarelo (+), então as pitaias que apresentaram maiores valores médios do parâmetro b^* para coloração polpa foram de espécies Cebra e Amarela.

Segundo Silva e Pinedo, (2016), quanto a cor da polpa do fruto de buriti apresenta valores de luminosidade L^* de 45,17, a^* de 9,52 (vermelho) e b^* de 37,50 (amarelo), estes valores mostram que a polpa de buriti é um produto pouco claro com coloração predominantemente amarelo avermelhado, devido à concentração de carotenoides presentes como β -caroteno e licopeno de 703,466 $\mu\text{g}/100\text{g}$ e 9,423 $\mu\text{g}/100\text{g}$ respectivamente. Os valores de β -caroteno são maiores aos encontrado por Rosso e Mercadante (2007) para a polpa de buriti do Amazonas (Brasil).

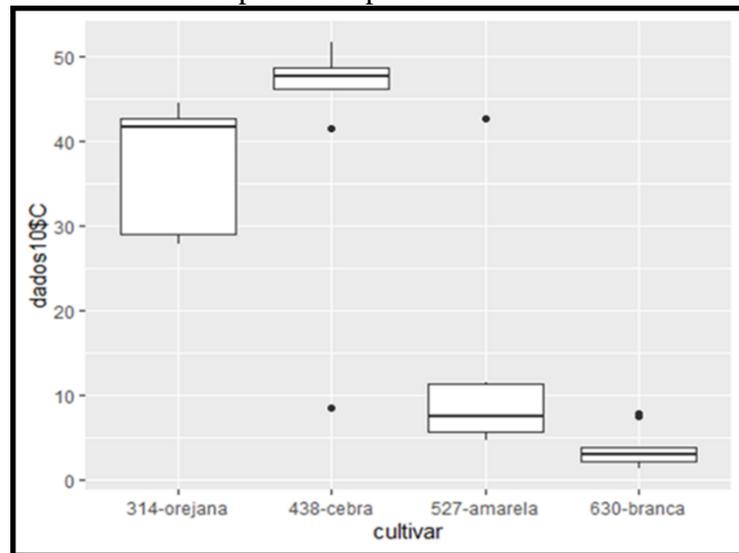
4.1.22 Polpa das pitaias: coloração C^* o índice de saturação cromática ou intensidade da cor

Conforme os resultados registrados na Figura 22, as cultivares Cebra e Orejona apresentaram maiores valores da coloração C^* . A polpa dos frutos das pitaias vermelhas, por sua vez, apresentam tonalidade vermelha, tendendo à cor púrpura (roxa), que são as cores atribuídas a um leque de tons entre o vermelho e o azul, corroborando com dados da literatura para essa espécie (OBENLAND *et al.*, 2016), característica importante para o estabelecimento do ponto de colheita e qualidade do fruto.

Conforme os resultados encontrados para o parâmetro C^* da polpa, os frutos das pitaias de polpa vermelha das variedades Cebra e Orejona tiveram maiores valores da coloração C^*

indicando a intensificação das cores mais vivas, enquanto que os frutos das pitaias de polpa mais clara, como a pitia Amarela e a pitia Branca, apresentaram valores próximos de 0, e demonstram cores neutras na polpa da pitia.

Figura 22 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração C* polpa dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

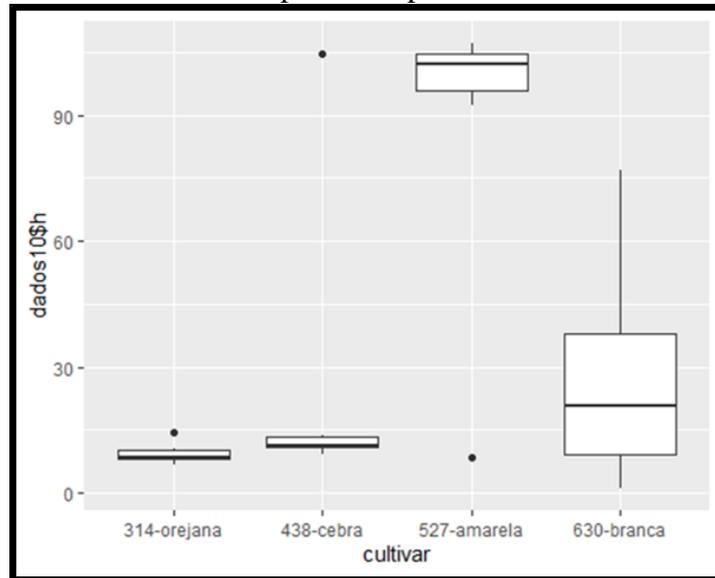
Cordeiro *et al.* (2017) verificaram em seus experimentos, que quanto à coloração da polpa, foram observados valores de 38,89 para cromaticidade C* para pitaias da espécie vermelha. Valor semelhante se comparado com os valores médios encontrados neste experimento nas espécies de pitaias vermelhas. As espécies avaliadas Orejona, Amarela, Branca e Cebra apresentaram valores médios de 37,78, 11,41, 3,65, 43,29, respectivamente.

4.1.23 Polpa das pitaias: coloração ângulo hue (°h*) – tonalidade

A espécie de pitia com valor do ângulo hue (h°) próximo 90° foi a pitia Amarela (FIGURA 23). Nos valores do Hue°, foi observado uma grande diferença entre os frutos das espécies de pitaias avaliadas. Os frutos de pitaias da variedade Amarela obtiveram valores acima do ângulo de 90°, assim, apresentaram uma intensificação da coloração amarela na polpa do fruto. O ângulo hue (h°) é considerado o atributo qualitativo de cor, com as cores que definidas tradicionalmente como avermelhada, esverdeada etc. (PATHARE *et al.*, 2013). Graficamente considera-se o ângulo de 0° como a cor vermelha, o ângulo de 90°, amarelo, o ângulo de 180°, verde, e o ângulo de 270°, azul. Então, observa-se no gráfico, a pitia Amarela

com polpa clara, translúcida, próxima ao ângulo de 90° e., em seguida a pitiaia Branca de polpa branca. As pitaias de polpa vermelha e roxa obtiveram valores próximos ao ângulo de 0°.

Figura 23 - Resultado das análises no gráfico box-plot da variável Coloração hue (h°) polpa dos frutos das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

Os valores do ângulo hue das polpas das quatro espécies de pitaias se apresentaram extremamente superiores aos observados por Chik *et al.* (2011), com valor respectivo de 3,10° para *H. polyrhizus*. Então, a pitiaia apresentada pelos autores apresenta tonalidade de polpa mais avermelhada, mais intensa, em relação as quatro espécies de pitaias. Assim, os valores médios da coloração polpa, o ângulo hue(h°), das pitaias Orejona, Amarela, Branca e Cebra são 9,22°, 90,62°, 28,32° e 21,75°, respectivamente.

4.2 Análises sensoriais sucos pitaias (batidas de frutas com água)

4.2.1 Sucos: análises cor

O teste de Friedman foi utilizado devido à falta de normalidade dos dados. Na análise cor, os sucos de pitaias da polpa roxa, Orejona, e polpa vermelha Cebra, tiveram maior aceitação dos julgadores em comparação com os sucos da pitiaia branca (FIGURA 24).

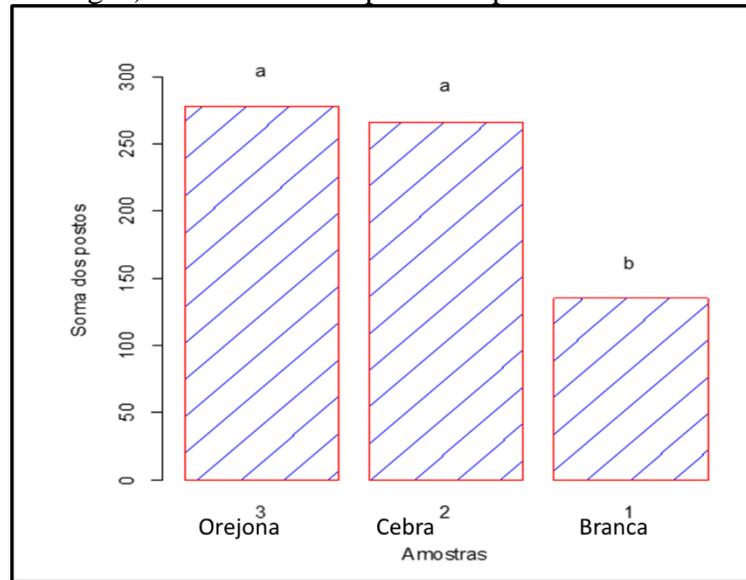
Os sucos de frutas são populares em todo o mundo como uma fonte de açúcares, vitaminas, polifenóis, flavonóides e minerais. A pitiaia Vermelha é uma espécie de fruta tropical de cor vermelho-púrpura brilhante, uma característica para atrair consumidores, assim, procedência das betacianinas, um antioxidante benéfico à saúde (HERBACH *et al.*, 2006). O

suco de pitaita Vermelha atrai cada vez mais atenção devido suas funcionalidades nutricionais, cor vermelho-púrpuro especial e sabor suave, brilhante e frescor. Essas características desejáveis da pitaita vermelha com rico conteúdo de sólidos solúveis naturais são a preferência dos consumidores para sucos de frutas de alta qualidade.

A fruta do dragão de polpa Vermelha, *Hylocereus polyrhizus*, contém compostos fenólicos e betacianina que contribuem para a atividade antioxidante (JAAFAR *et al.*, 2009; NURLIYANA *et al.*, 2010). De acordo com Jaafar *et al.* (2009), a fruta do dragão de polpa vermelha possui proteínas, carboidratos, gordura, vitamina B1(tiamina), vitamina B2(riboflavina), vitamina B3(niacina), vitamina B6(piridoxina), vitamina B12 (cobalamina), vitamina C, caroteno, flavonóide, fósforo, ferro e fitoalbumina. A fruta do dragão auxilia na digestão, reduz os níveis de colesterol e pressão alta, previne diabetes e câncer de cólon, bem como combate a tosse e asma. A betacianina contribui para a cor vermelha-púrpura da fruta do dragão de polpa vermelha.

Os autores Lee-Fong Siow e Yen-Ming Wong (2017) avaliaram experimentos de aceitação sensorial (suco X bebida reconstituída a partir do concentrado) da fruta do dragão (*Hylocereus polyrhizus*) para testar a preferência do consumidor. Assim, quanto à cor, a amostra de suco apresentou tonalidade mais avermelhada em comparação à bebida reconstituída a partir de amostra de concentrado que apresentava coloração vermelho-violeta. Os avaliadores aceitaram a cor de ambas as amostras. Além disso, os resultados mostraram que os consumidores preferiram a doçura e o sabor da bebida reconstituída a partir do concentrado em comparação com a amostra de suco. Portanto, a bebida reconstituída a partir do concentrado de fruta do dragão de polpa vermelha foi mais apreciada em comparação com o suco de fruta do dragão de polpa vermelha.

Figura 24 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Cor dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

A cor é um atributo fundamental no julgamento da qualidade de um alimento, assim, um dos primeiros sentidos a ser usado é a apreciação visual, contribuindo para uma decisiva escolha e aceitação do produto. Segundo Lima (2008), o suco é um líquido turvo originado da fruta, por meio de processo tecnológico propício, não fermentado, de cor, aroma e sabor próprios, sujeitos a tratamento que proporcione a sua apresentação e conservação até o momento do consumo.

A avaliação de coloração do suco da polpa é importante quando se refere sobre a comercialização dos produtos ou para industrialização dos mesmos. Um alimento ou produto com cor desejável e agradável na visão dos consumidores garante a qualidade do mesmo. A avaliação da coloração dos frutos é um importante parâmetro para o produtor rural e o consumidor, porque é através da avaliação que se sabe se o fruto atingiu ou não condições ideais de comercialização (REIS *et al.*, 2008).

4.2.2 Sucos: análises sabor

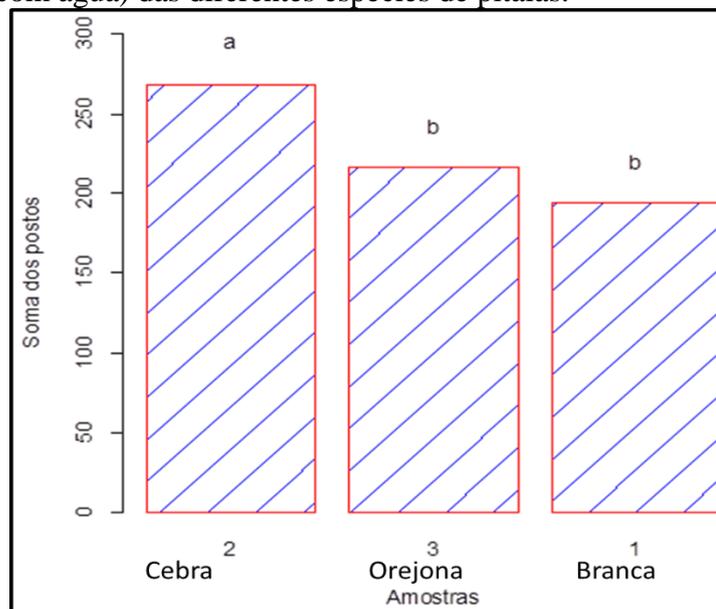
Na análise sabor, o suco da pitaiia de polpa vermelha variedade Ceبرا obteve maior aceitação dos julgadores em relação aos outros sucos das outras espécies de pitaias (FIGURA 25).

Uma vez que não foram encontrados na literatura estudos com sucos de pitaiia, determinou-se por meio de pré-testes o uso das concentrações de sacarose. O fato dos sucos das

pitaias serem um produto novo, o qual nunca haviam sido experimentados por grande parte dos provadores, pode ter influenciado sua aceitação.

A legislação brasileira define suco ou sumo de frutas como a bebida não fermentada, não concentrada e não diluída, obtida da fruta madura e sã, ou parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, submetida a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo (BRASIL, 2009).

Figura 25 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Sabor dos sucos (batida de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

Os sucos de frutas tropicais são consumidos e apreciados em todo o mundo, não só pelo seu sabor, mas também por serem fontes naturais de carboidratos, carotenóides, vitaminas, minerais e outros componentes importantes. Uma mudança apropriada na dieta em relação à inclusão de componentes encontrados em frutas e suco de frutas pode ser importante na prevenção de doenças e para uma vida mais saudável (BROEK, 1993; SHILS *et al.*, 1994).

Uma variedade de frutas é utilizada para elaboração de sucos naturais integrais, pois é uma forma de oferecer produtos com sabores diversos. Suco tropical é uma bebida não fermentada obtida pela dissolução da polpa de frutas em água potável ou em suco de fruta tropical clarificado por meio de um processo adequado, o qual deve ter a cor, aroma e sabor característico da fruta para garantir, através da técnica de tratamento, a aparência e conservação conforme Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009 (BRASIL, 2009).

De acordo com dados divulgados pela Associação Nacional da Agricultura (SNA, 2017), o mercado de sucos no Brasil continua em crescimento, evidenciando o enorme potencial

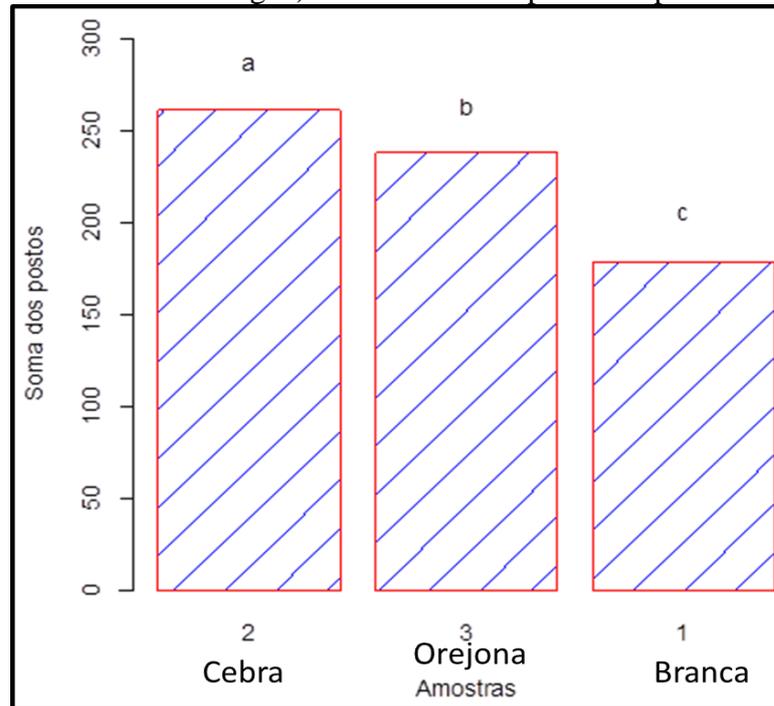
de crescimento nos próximos anos. Diante disso a industrialização de frutas tem como objetivo diversificar as possibilidades de comercialização, aumentando sua vida útil e reduzindo perdas pós-colheita (REIS *et al.*, 2017).

Pesquisas divulgadas no *Journal of Pharmacognosy Research* (Jornal da Pesquisa em Farmacognosia) indicou que o suco de pitaita pode contribuir com a diminuição dos níveis do colesterol ruim e, ao mesmo tempo, aumentar as taxas do colesterol bom. Assim, as sementinhas pretas das pitaitas nos sucos devem ser preservadas, porque elas são boas fontes de ácidos graxos ômega 3 e ômega 6. Estes ácidos graxos podem auxiliar a diminuição dos níveis de triglicerídeos e, conseqüentemente, contribuir com a redução dos riscos de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. A pitaita ajuda na produção do colágeno, proteína para formação da pele, a cartilagem, os tendões, os ligamentos e os vasos sanguíneos. Além disso, os frutos de pitaita apresentam fósforo, um mineral presente em todas as células do organismo humano, contribuindo para prevenção do envelhecimento precoce. O suco fresco pode oferecer quantidades de ferro e vitamina C que o corpo necessita.

4.2.3 Sucos: análises consistência

De acordo com a análise de variância houve diferenças estatísticas entre os tratamentos para todas as variáveis avaliadas em relação a consistência dos sucos de pitaitas. Na análise de consistência os sucos de pitaitas de polpa vermelha variedade Cebra, se destacaram na preferência dos consumidores em comparação aos sucos das outras espécies de pitaitas (FIGURA 26).

Figura 26 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Consistência dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

A obtenção de consistência ideal pelos doces, geleias e sucos, comumente é alcançada na presença de agentes naturais presentes na própria matéria-prima, como carboidratos, pectinas e açúcares, ou por adição intencional de produtos comerciais, como gomas, amidos e pectinas. Estes são desenvolvidos para conferir estabilidade aos produtos alimentícios, condicionando sua adição ao tipo de produto processado e as características sensoriais de consistência e aparência desejadas no produto final. Aos sucos podem ser adicionados açúcares, água e outros ingredientes que não descaracterizem a homogeneidade e uniformidade do produto.

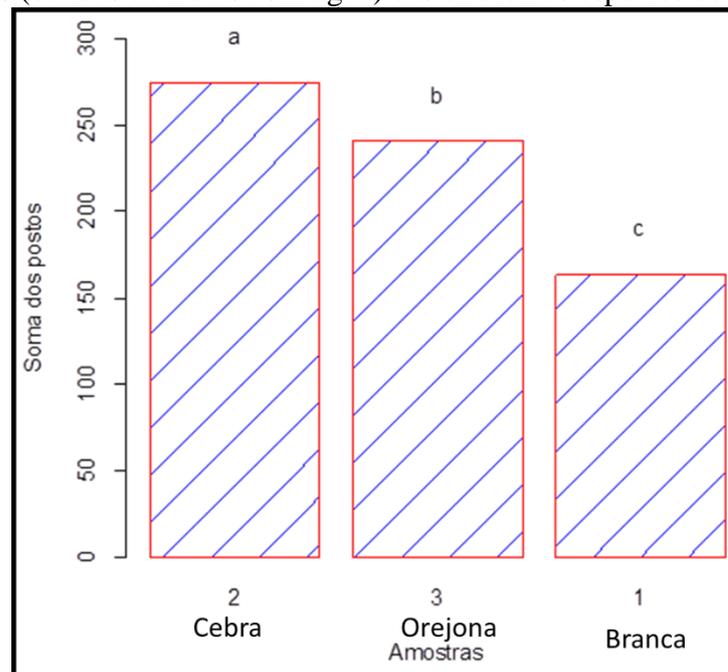
O teor de sólidos solúveis totais dissolvidos (°Brix) é utilizado na indústria de alimentos para medir a quantidade aproximada de açúcares em sucos de fruta. Assim, os maiores valores de sólidos solúveis dos sucos foram da pitáia de polpa vermelha e, conforme os resultados da Figura 26, o suco com maior consistência foi o da pitáia de polpa vermelha Cebra. A consistência dos sucos tem relação direta com o maior teor de sólidos solúveis nos sucos.

A pitáia é uma fruta que apresenta grande quantidade de polpa, teor de sólidos solúveis ideal, e para fabricação dos sucos foi adicionado açúcar, sendo necessário para que alcance a consistência uniforme e cremosa com o objetivo de obter boa qualidade e aceitabilidade do produto.

4.2.4 Sucos: análises impressão global

Na análise de impressão global o suco da pitiaia de polpa vermelha variedade Cebra obteve maior aceitação dos julgadores em relação aos outros sucos das outras espécies de pitaias (FIGURA 27).

Figura 27 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Impressão Global dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

Os diferentes atributos que compõem a qualidade sensorial dos alimentos são integrados no cérebro, na forma de uma impressão global de qualidade, mesmo sendo eles percebidos individualmente pelos sentidos humanos.

A impressão global está relacionada na avaliação sensorial e aceitabilidade das características dos sucos e a preferência e atitude de compra dos julgadores em relação aos sucos formulados das diferentes pitaias. Os julgadores avaliaram várias características dos sucos simultaneamente, e a melhor impressão global foi o resultado do suco da pitiaia de polpa vermelha variedade Cebra.

Nos experimentos com frutos de buritis os autores Silva e Pinedo (2016), trabalhando com análises sensoriais, avaliaram o índice de aceitabilidade IA (%) dos sucos probióticos de buriti. Em relação aos atributos sensoriais avaliados sabor, consistência, aroma e impressão global pode-se observar que todas as amostras foram aceitas pelos consumidores com notas de

índice de aceitabilidade maiores que 60%, entretanto, conforme Dutcosky (2009), para que um produto seja considerado como aceito comercialmente, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que este obtenha um índice de aceitabilidade de no mínimo 70%.

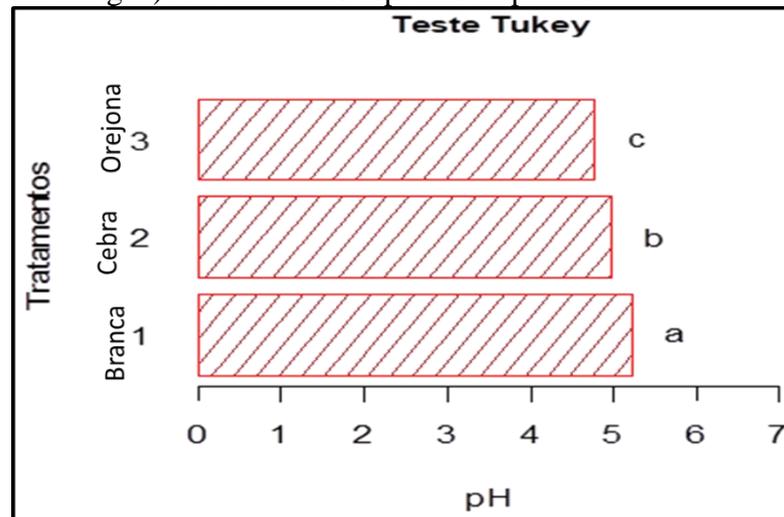
A legislação brasileira define que suco ou sumo é bebida não fermentada, não concentrada, e não diluída, destinada ao consumo, obtida da fruta madura e sã, ou parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, submetida a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo. Em sua composição há exclusivamente ingredientes naturais, e pode ser adicionado açúcar até o percentual máximo de 10% (m/m), recebendo a denominação de suco adoçado. A designação 'integral' será privativa do suco sem adição de açúcar, aromas e corantes, e na sua concentração natural. Por sua vez, o suco misto é aquele obtido pela mistura de frutas, combinação de fruta e vegetal, combinação das partes comestíveis de vegetais ou mistura de suco de fruta e vegetal (BRASIL, 2009).

4.2.5 Sucos: análises pH

Na avaliação de pH dos sucos de pitaiia, o maior valor foi o do suco do fruto da espécie de pitaiia da polpa branca, em comparação aos sucos das outras espécies de pitaiias (FIGURA 28). Mas observa-se no gráfico, que os valores de pH dos sucos estão bem próximos de 5,0. Então, pode-se concluir que o suco de fruta da pitaiia da polpa branca é menos ácido, ou seja apresentou um valor de pH maior em relação aos demais sucos de pitaiias. Os sucos de pitaiias são batidas de frutas com água e açúcar e pode ter interferência nas análises de pH.

O valor de pH das bebidas fabricadas com a variedade maçã Gala, foi maior que as bebidas obtidas com a variedade maçã Fuji. Esse resultado era esperado, pois o pH está inversamente relacionado à concentração de ácidos orgânicos das bebidas. Normalmente, os sucos de frutas apresentam pH ácido. Essa característica, aliada à baixa temperatura em que são armazenados, os torna praticamente estáveis sob o ponto de vista químico e microbiológico (EISELE; DRAKE, 2005). Paganini *et al.* (2005), relataram valores de pH de 4,26 e 4,33 para os sucos produzidos com maçã Fuji e Gala, respectivamente. Então, para os sucos de diferentes espécies de pitaiia do presente estudo, observa-se pH dos sucos, próximos a pH 5,0. Desta forma, valor de pH mais alto em relação ao pH dos sucos de maçãs.

Figura 28 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável pH dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

Segundo Franco (1996), nos sucos naturais ou concentrados, o pH depende do tipo do produto, ou seja, variando de fruta a fruta, como exemplo, o suco de limão, que contém pH de 2,4, e o suco de tomate, com pH de 4,2. O pH está relacionado às características gustativas dos sucos e pode ser influenciado principalmente pela variabilidade genética das diferentes cultivares utilizadas e pelo processamento.

De acordo com Neris *et al.* (2017), o pH afeta diretamente as características sensoriais e nutricionais do produto, com isso, é importante a adição de açúcares em quantidades adequadas para mascarar o gosto ácido de sucos obtidos de frutas com elevada acidez.

De acordo com Bender *et al.* (2019) avaliaram o perfil físico-químico de sucos elaborados com uvas das variedades *Vitis rotundifolia* Regale, Noble, Summit e Carlos. Foram verificadas diferenças significativas dos sucos para o pH entre as safras dentro de cada variedade, exceto para a 'Carlos', nas safras 2016 e 2017. 'Regale' e 'Carlos' apresentaram valores que se mantiveram na faixa de 2,82 a 2,98, e para 'Noble' e 'Summit', os valores foram superiores, chegando a 3,30. Rizzon e Meneguzzo (2007) alegam que quanto menor o valor do pH, mais fácil se torna a destruição térmica dos microrganismos, sendo que o valor mínimo do pH em sucos de uva varia de 3,00 a 3,10, valores superiores aos verificados no presente estudo para as variedades 'Regale' e 'Carlos'. Segundo Santana *et al.* (2008), o pH está relacionado às características gustativas dos sucos e pode ser influenciado principalmente pela característica genética das diferentes cultivares utilizadas e pelo processamento. Desta forma, o pH dos sucos de uvas das diferentes variedades está bem menor, ou seja, mais ácido do que os sucos das pitaias.

De acordo com Braga *et al.* (2020), em experimentos físico-químicos das quatro formulações de néctar misto de pitaita e maracujá, os valores encontrados para o pH nas quatro formulações variaram de 4,30 a 4,40. Fonseca (2014) encontrou valores próximos aos referentes a este estudo. Com valores variando de 3,16 a 3,78 para néctares mistos com 17,5g de cada polpa de abacaxi, acerola, cajá, caju, goiaba e manga, totalizando um percentual de 35% de polpa em cada uma das formulações. Braga *et al.* (2012), em estudo das características físico-químicas de néctar de maracujá amarelo, encontrou valores na faixa de 2,78 a 3,03.

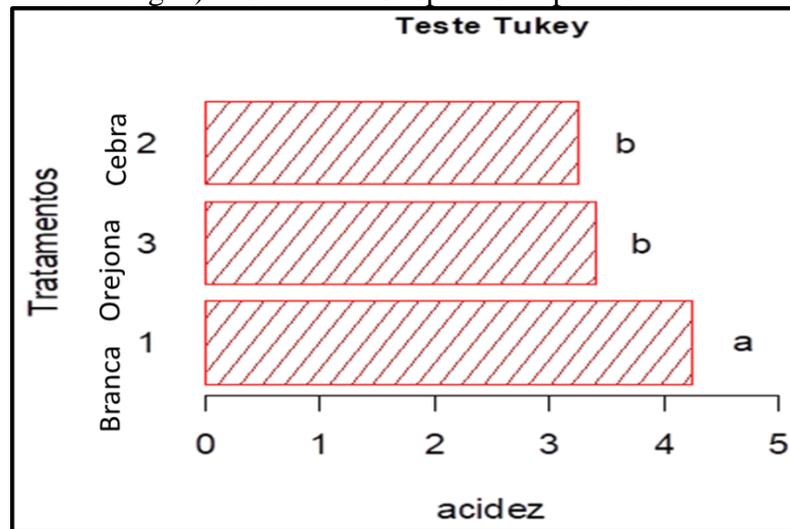
Os valores de sólidos solúveis do presente estudo das formulações de néctar misto de pitaita e maracujá variaram de 11,17 a 13,2 °Brix. Braga *et al.* (2020) e Fonseca (2014), em seus estudos, obtiveram valores semelhantes ao presente trabalho, onde os valores de sólidos solúveis estavam na faixa de 11,10 a 11,53 °Brix em suas formulações de néctar misto de manga com abacaxi, manga com cajá, manga com acerola, manga com caju e manga com goiaba.

Os valores de acidez total titulável encontrados no presente estudo sobre formulações de néctar misto de pitaita e maracujá, onde os valores variaram de 0,38 a 0,62, nas quatro formulações elaboradas, estão dentro do que a legislação estabelece para néctar de maracujá (BRAGA *et al.*, 2020).

4.2.6 Sucos: análises acidez

Na análise de acidez o maior valor foi do suco do fruto de pitaita de polpa branca em relação aos sucos dos outros frutos de pitaitas (FIGURA 29). O suco de pitaita de polpa branca foi mais ácido em relação aos demais. Os sucos, batidas de frutas com água, são acrescentados teores de açúcar que interferem nas análises avaliadas e os frutos de pitaitas são considerados poucos ácidos.

Figura 29 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Acidez dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

A acidez titulável em muitos frutos é utilizada como critério para a classificação dos mesmos quanto ao sabor, juntamente com os teores de sólidos solúveis, sendo, portanto, um importante fator de qualidade. A acidez total decresce com o amadurecimento dos frutos em decorrência do processo respiratório e da utilização de ácidos orgânicos, como substratos nas reações metabólicas (BRUNINI; CARDOSO, 2011).

A acidez da polpa dos frutos geralmente é baixa, entre (2.4 e 3.4) g L⁻¹, o que resulta uma baixa qualidade sensorial de suco, quando é consumido sozinho. Os principais ácidos orgânicos presentes no suco de pitaiá são o ácido cítrico e ácido láctico (STINTZING *et al.*, 2003). A concentração encontrada de vitamina C é baixa, a maioria das espécies apresentam o teor menor que 11 mg L⁻¹.

Os sucos de frutas contêm diferentes ácidos que contribuem para o seu sabor e aroma. Cada suco tem um sabor específico e um alto teor de ácido que causa um sabor amargo. As frutas cítricas têm um teor de ácido que é constituído principalmente de ácido cítrico, enquanto as maçãs têm um teor predominante de ácido málico. Esses ácidos podem trazer benefícios à saúde para quem os consome.

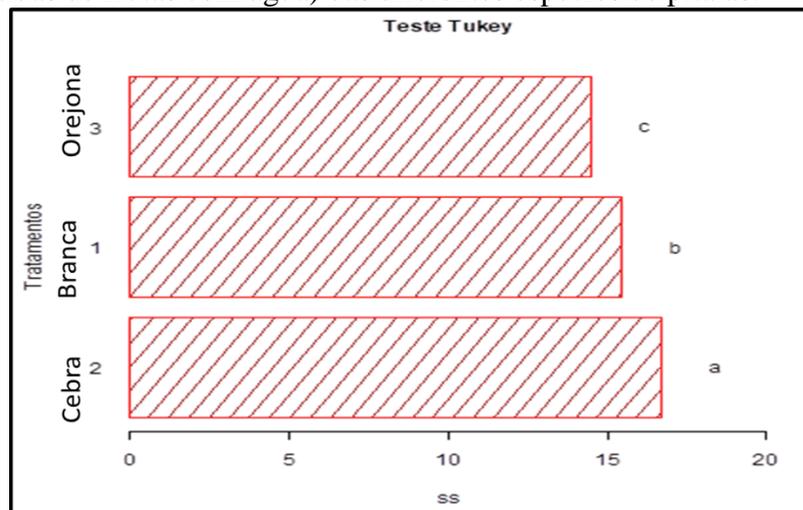
Segundo Figueiras *et al.* (2018), as bebidas de maçã produzidas a partir da variedade Gala, apresentaram teor de acidez superior às bebidas produzidas com a variedade Fuji. O teor de acidez foi diretamente influenciado pela concentração de suco de maçã em cada bebida. Quanto maior a concentração de suco, maior a acidez da bebida. A acidez total mensurada para sucos produzidos com maçãs Gala e Fuji, foi de 0,27 e 0,23 g de ácido málico 100ml suco⁻¹, respectivamente (PAGANINI *et al.*, 2005). A acidez total pode variar conforme o local de

plântio, estágios de maturaco, além das características intrínsecas  variedade da maça (WOZIACKI *et al.*, 2004; EISELE; DRAKE, 2005). Em comparao aos estudos sobre sucos de pitaias, os sucos de maça das variedades Gala e Fuji apresentam teores de acidez menores.

4.2.7 Sucos: sólidos solúveis (Brix)

Na análise de sólidos solúveis, o suco do fruto da pitia de polpa vermelha variedade Cebra obteve melhor aceitao entre os julgadores em comparao aos outros sucos dos frutos de pitaias (FIGURA 30). O teor de sólidos solúveis totais do suco da pitia de polpa vermelha Cebra obteve maior valor superior a 15 Brix.

Figura 30 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Sólidos Solúveis dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

O teor de sólidos solúveis totais dissolvidos (Brix)  utilizado na indústria de alimentos para medir a quantidade aproximada de acres em sucos de fruta. Os teores de sólidos solúveis ou Brix apresenta correlao positiva com o teor de acres. Eles podem variar entre cultivares ou na mesma cultivar, e entre poroes da polpa do mesmo fruto, tendo um impacto importante nas características organolépticas, tanto no consumo *in natura* como na industrializao dos frutos, visto que elevados teores desses constituintes na matéria-prima implicam menor adio de acres e maior rendimento dos produtos industrializados, como sorvetes, geleias, sucos, caldas e doces, resultando em maior economia no processamento (GUNASENA *et al.*, 2007).

Os Sólidos Solúveis compreendem principalmente, os açúcares, sendo o seu teor dependente do estágio de maturação do fruto, aumentando durante a maturação pela biossíntese de mono e dissacarídeos, ou degradação de polissacarídeos (COOMBE, 1976). Uma das principais transformações que ocorrem na maturação de frutos é o acúmulo de açúcares, podendo os mesmos serem derivados diretamente da seiva importada pelo fruto, antes ou concomitantemente à degradação do amido, tendo efeito direto no desenvolvimento da qualidade comestível plena do fruto, em especial com o aumento no grau de doçura (BIALE; YOUNG, 1964). Os açúcares ainda podem ser utilizados como substrato no processo respiratório (TUCKER, 1993).

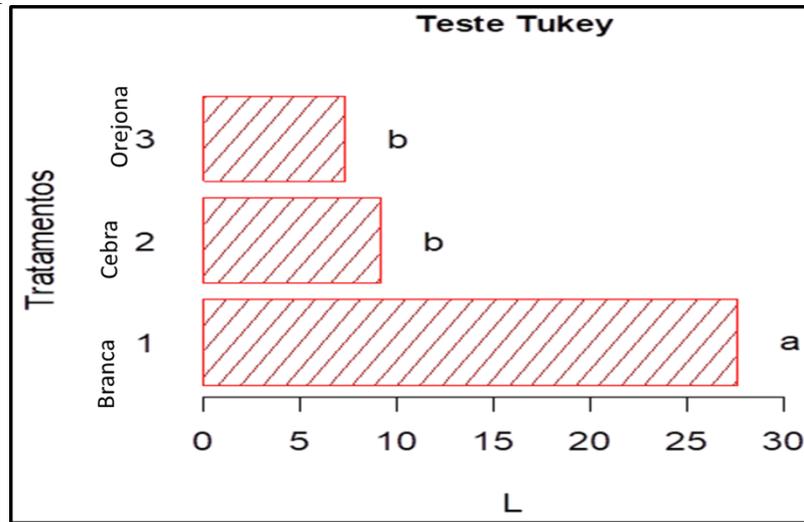
Como o teor de sólidos solúveis apresenta alta correlação positiva com o teor de açúcares, pode-se dizer que, no caso da pitaita, a porção mediana é a parte mais doce. Os açúcares constituem a maior parte dos sólidos solúveis em forma de glicose, frutose e sacarose. Segundo Santos *et al.* (2010), frutos com altos teores de sólidos solúveis são preferidos tanto para consumo *in natura* quanto para a industrialização, por propiciarem maior rendimento no processamento, em razão da maior quantidade de néctar produzida por quantidade de polpa.

Rizzon, Bernardi e Miele (2005), realizaram uma pesquisa que teve como objetivo determinar a composição físico-química de sucos de maçã produzidos a partir das variedades Gala, Golden Delicious e Fuji. Os teores de sólidos solúveis dos sucos produzidos a partir das variedades Gala e Fuji foram de 12,40 °Brix e 14,00 °Brix, respectivamente. No presente estudo, os valores de °Brix dos sucos das três espécies de pitaias obtiveram valores superiores ,15 °Brix, em comparação aos sucos de maçã. Já Figueira *et al.* (2018), sucos de maçã produzidos a partir das variedades Fuji e Gala tiveram resultados com valores de 12 °Brix.

4.2.8 Sucos: análise coloração L* (luminosidade-brilho, claridade ou refletância)

Na análise coloração L*, relacionada à luminosidade indica a variação de cor entre negro e branco (0/100), o suco do fruto da pitaita de polpa branca obteve maior valor de L* em relação aos sucos das outras espécies de pitaias (FIGURA 31).

Figura 31 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração L*, Luminosidade, dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

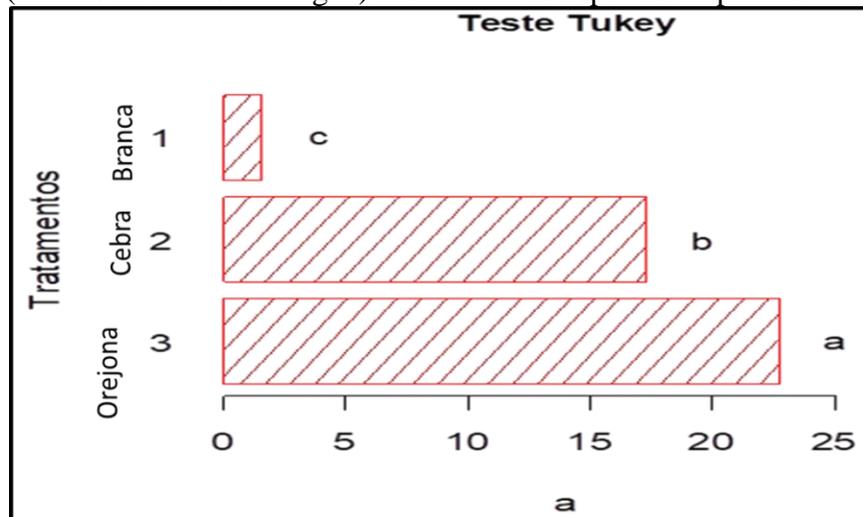
Analisou-se a coloração da polpa da pitaia. O valor da L* indica a luminosidade da amostra (clara ou escura), com valores de 0 a 100. Observa-se no gráfico valor L* do suco maior que 25 na pitaia Branca, tendência na escala aproximar a 100, cores claras.

Nos trabalhos com polpa e sucos de buritis, os autores Silva e Pinedo (2016) avaliaram a luminosidade L* variando entre 36,48 a 41,79, de 3,26 a 5,145 para o parâmetro a* e de 24,095 a 29,635 para b* que são valores menores ao apresentado pela polpa de buriti, devido, principalmente, à mistura do açúcar e pequena quantidade de água utilizada na formulação do suco. Em comparação com o suco de pitaia Branca que apresentou maior valor de L*, por ser mais claro em relação aos sucos das pitaias vermelhas, o suco de buritis apresentou maior valor de L* indicando ser claro do que o suco da pitaia Branca.

4.2.9 Sucos: coloração a* (tonalidade vermelha ou verde)

O valor da coordenada de cromaticidade a* representa uma variação de cores de verde (-a) ao vermelho (+a). Então, na análise de coloração a*, o suco do fruto da espécie de polpa roxa variedade Orejona teve o melhor resultado em relação aos outros sucos das outras espécies de pitaias (FIGURA 32). A cultivar Orejona, coloração roxa intensa, apresentou maior valor da coordenada a* porque apresenta uma tonalidade de suco mais intensa, escura em relação aos outros sucos. Em seguida, o suco de pitaia Cebra com coloração avermelhada apresentou valor maior que o suco de pitaia Branca, mais claro.

Figura 32 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração a^* dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

A coordenada a^* é um parâmetro que indica o aparecimento de pigmentos vermelhos como carotenóides e flavonoides, que são indicativos do aumento da maturação dos frutos de pitaita (CHITARRA, 2005). Segundo Nerd e Mizrahi (1999), a coordenada a^* indica o estágio ótimo de colheita para a pitaita vermelha (*Hylocereus undatus*), que ocorre quando a casca do fruto se encontra vermelha.

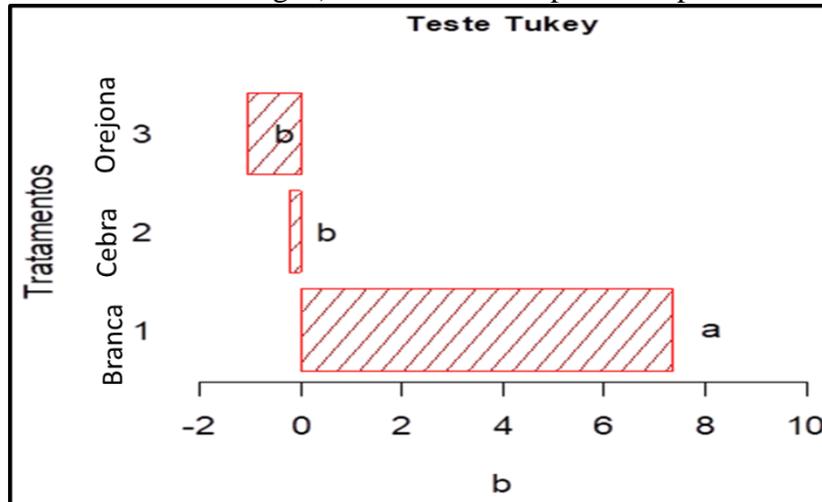
De acordo com Gurak *et al.* (2012), as respostas de cor a e b indicam as direções das cores: $+a$ para o vermelho, $-a$ para o verde, $+b$ em direção ao amarelo e $-b$, ao azul. Com o aumento dos valores de a^* e b^* , o ponto se distancia do centro e a saturação da cor aumenta, corroborando com os resultados observados, pois, os valores mais elevados obtidos para a^* dos sucos oriundos do tratamento 3 resultaram em uma maior tonalidade. Isso demonstra que esses possuem cor vermelha mais intensa, provavelmente devido a tonalidade vermelha da polpa da pitaita roxa, Orejona.

4.2.10 Sucos: coloração b^* (tonalidade amarela ou azul)

O valor da coordenada de cromaticidade b^* representa a variação da cor azul ($-b$) ao amarelo ($+b$). Na análise de coloração b^* , o suco dos frutos da espécie de polpa branca tem valor positivo (b^+), lado direito do gráfico, valor aproximando a 8,0 (FIGURA 33). Isso ocorre devido o suco da pitaita Branca ser claro, coloração aproximada da coloração amarela, coordenada $+b^*$. Enquanto que os sucos das pitaias vermelhas apresentaram tendência

aproximada para o lado negativo do gráfico, lado esquerdo, aproximando da tonalidade azul, arroxeadado da coordenada $-b^*$.

Figura 33 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração b^* dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.



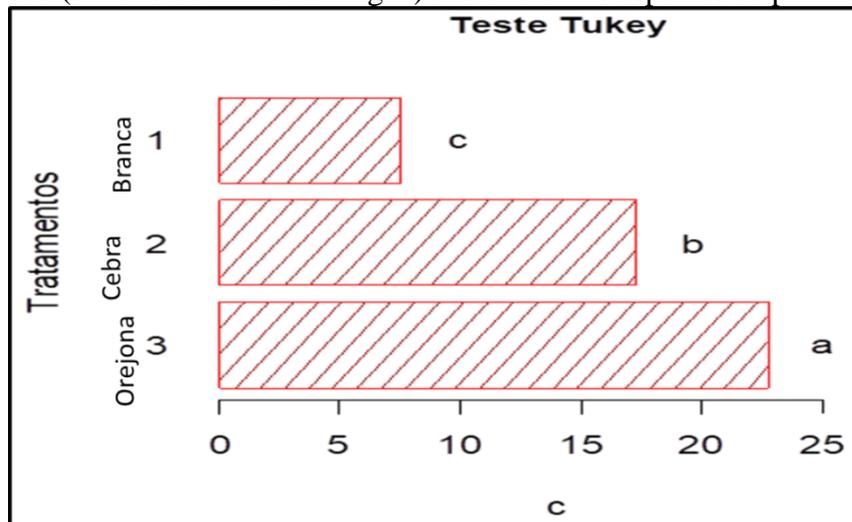
Fonte: Da autora (2021).

De acordo com Gurak *et al.* (2012), as respostas de cor a^* e b^* indicam as direções das cores: $+a$ para o vermelho, $-a$ para o verde, $+b$ em direção ao amarelo e $-b$, ao azul. Com o aumento dos valores de a e b , o ponto se distancia do centro e a saturação da cor aumenta, corroborando com os resultados observados, pois os valores mais elevados obtidos para b^* dos sucos oriundos do tratamento 1 resultaram em uma maior tonalidade. Isso demonstra que esses possuem cor em direção ao amarelo, provavelmente devido a tonalidade da polpa branca da pitaiá.

4.2.11 Sucos: coloração c^* (croma – saturação ou intensidade da cor)

Na análise de coloração C^* , o suco do fruto da espécie de pitaiá da polpa roxa variedade Orejona obteve maior valor de saturação, ou seja, intensidade da cor em comparação aos outros sucos dos frutos das espécies de pitaias (FIGURA 34).

Figura 34 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração C*, Cromo, dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.



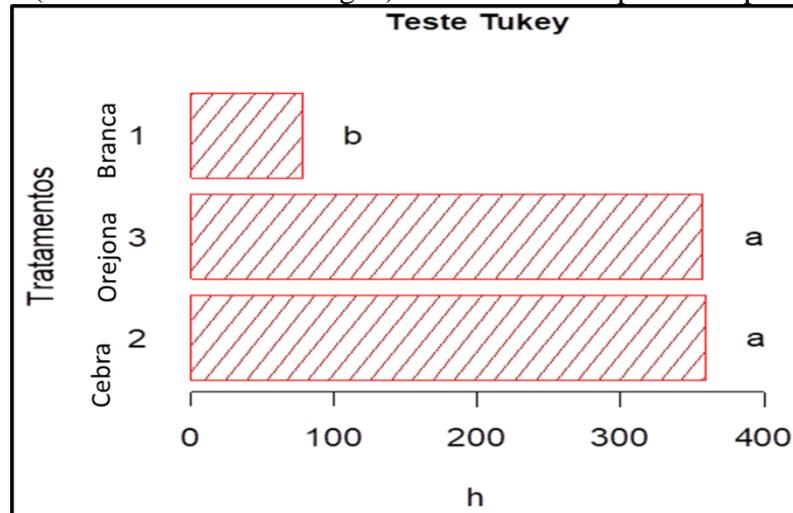
Fonte: Da autora (2021).

A saturação C*, é definida como a distância radial do centro do espaço até o ponto da cor. No centro do espaço L*C*h°, estão os valores mínimos de saturação e, à medida que se caminha para as extremidades, aumenta-se este valor. A saturação está ligada diretamente à concentração do elemento corante e representa um tributo quantitativo para intensidade. Quanto maior o croma, maior a saturação das cores perceptíveis aos humanos. Cores neutras possuem baixa saturação, enquanto cores puras possuem alta saturação e, portanto, mais brilhantes na percepção humana (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013). Então, o suco que apresentou maior saturação foi da pitaiá roxa Orejona, com cor mais brilhante e intensa na percepção humana.

4.2.12 Sucos: coloração ângulo Hue (h°) tonalidade

Na análise de coloração do ângulo hue (h°), os maiores valores foram os dos sucos dos frutos das espécies de pitaias de polpas vermelha variedade Cebrá e roxa variedade Orejona, respectivamente (FIGURA 35). Os valores de ângulo hue (h°) encontrados nesse trabalho, após os resultados, ficaram próximos aos 360° indicando a presença de tonalidade vermelha dos sucos dos frutos das pitaias de polpas vermelhas avaliadas. Observa-se no gráfico o valor do ângulo hue próximo a 360° tonalidade vermelha. Isso se deve ao fato de que a avaliação do ângulo Hue é uma circunferência e valores próximos de 360° no final do círculo e valores próximos a 0°, no início do círculo, são de tonalidades de cores rosa, vermelho intenso, roxo-púrpura.

Figura 35 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração ângulo Hue dos sucos (batidas de frutas com água) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

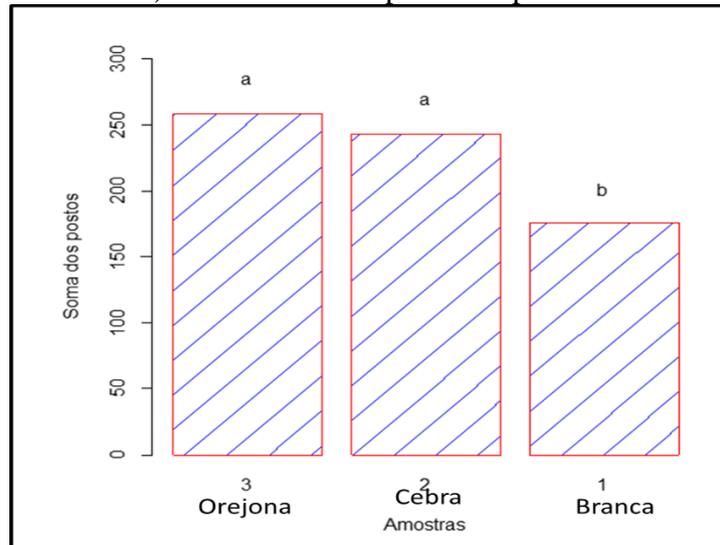
O Ângulo Hue (h°) é considerado o atributo qualitativo de cor, com as cores definidas tradicionalmente como avermelhada, esverdeada etc. (PATHARE *et al.*, 2013). Graficamente consideramos o ângulo de 0° como a cor vermelha, o ângulo de 90° , amarelo, o ângulo de 180° , verde, e o ângulo de 270° , azul (SHEWFELT *et al.* 1988; MCGUIRE, 1992).

4.3 Análises sensoriais vitaminas pitaias (batidas de frutas com leite)

4.3.1 Vitaminas: análises cor

Na análise de cor, as vitaminas dos frutos das espécies de pitaias de polpa roxa variedade Orejona e polpa vermelha variedade Cebra, tiveram os melhores resultados, ou seja, maior aprovação na preferência dos avaliadores, respectivamente (FIGURA 36).

Figura 36 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Cor das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

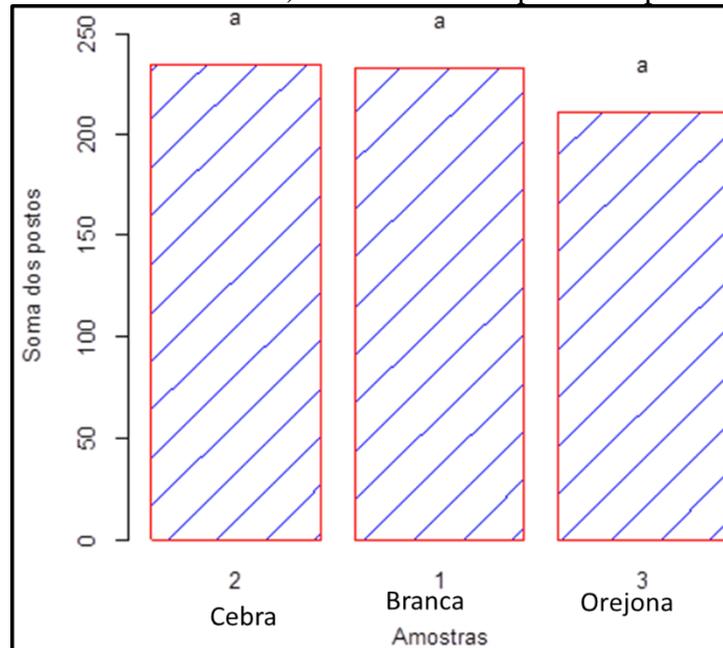
A cor é um critério utilizado pelo consumidor para aceitação ou rejeição do produto, assim, a coloração das vitaminas deve ser atraente, mais próxima da cor da fruta fresca. No atributo cor, a tonalidade, a intensidade e o brilho são necessários para perceber a cor de um alimento.

O primeiro contato do consumidor com um produto, geralmente é com a apresentação visual, onde se destacam a cor e a aparência. Todo produto possui uma aparência e uma cor esperadas que são associadas às reações pessoais de aceitação, indiferença ou rejeição. A forma geralmente está relacionada a forma natural, ou a uma forma comercial consagrada culturalmente. A cor de um objeto possui três características distintas que são o tom, determinado pelo comprimento de onda da luz refletida pelo objeto; a intensidade, que depende da concentração de substâncias corantes dentro do alimento e; o brilho, que é a quantidade da luz refletida pelo corpo em comparação com a quantidade de luz que incide sobre o mesmo (TEIXEIRA *et al.*, 1987; HUY, 1992; ANZALDÚA-MORALES, 1994).

4.3.2 Vitaminas: análises sabor

Na análise sabor, as vitaminas de todos os frutos das espécies de pitaias da polpa vermelha variedade Cebra, polpa branca e polpa roxa variedade Orejona, respectivamente, não tiveram diferenças significativas (FIGURA 37). Assim, os sabores das vitaminas das variadas espécies de pitaias foram aceitas pelos avaliadores.

Figura 37 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Sabor das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

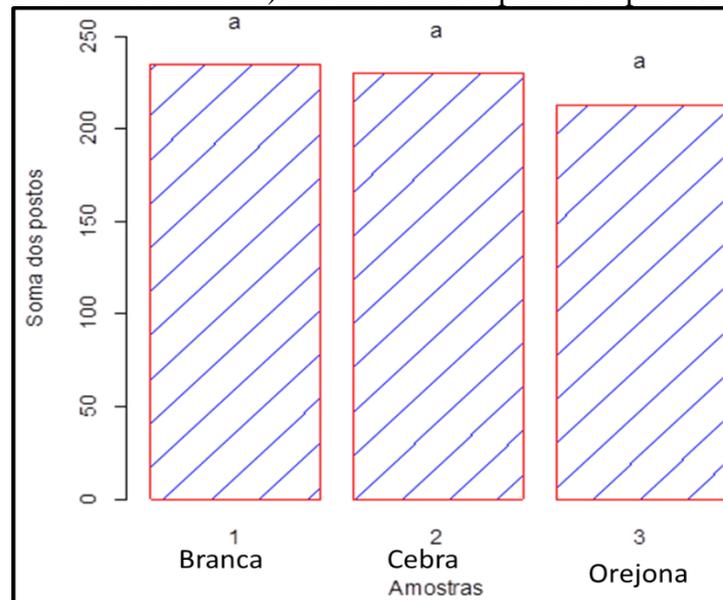
O gosto do alimento é percebido ao identificar características primárias, como doce, amargo e ácido. O paladar é responsável por identificar o sabor.

O sabor é um atributo complexo, definido como experiência mista, mas unitária, de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação. O sabor é influenciado pelos efeitos táteis, térmicos, dolorosos e/ou sinestésicos, e essa interrelação de características é o que diferencia um alimento do outro. Por meio da análise sensorial, pode-se obter o perfil do sabor do alimento, que consiste na descrição de cada componente de um produto. Algumas características devem ser levadas em consideração em alguns alimentos (ou ingredientes de alimentos) e uma delas é o tempo de percepção, ou seja, o tempo para ser percebida pelo paladar. Outra característica importante para se observar é o sabor residual, que permanece na boca algum tempo após o alimento ser deglutido (TEIXEIRA *et al.*, 1987; HUY, 1992; ABNT, 1993; ANZALDÚA MORALES, 1994).

4.3.3 Vitaminas: análises consistência

Na análise consistência, as vitaminas dos frutos das espécies de pitaias de polpas Branca, vermelha Cebra e roxa Orejona, respectivamente, não tiveram diferenças significativas (FIGURA 38). Todas as vitaminas das espécies de pitaias foram aprovadas na avaliação dos julgadores.

Figura 38 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Consistência das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.



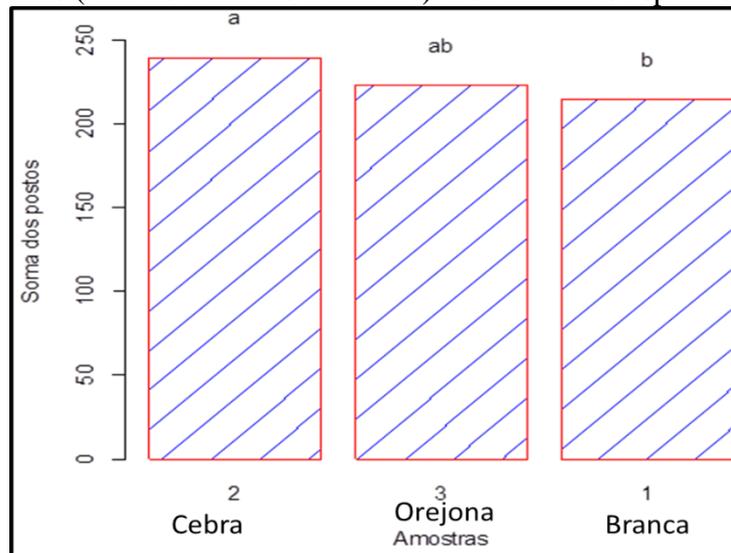
Fonte: Da autora (2021).

A textura é a principal característica percebida pelo tato. É o conjunto de todas as propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos (ABNT, 1993). A textura se manifesta quando o alimento sofre uma deformação (quando é mordido, prensado, cortado etc), e é através dessa interferência na integridade do alimento que se pode ter noção da resistência, coesividade, fibrosidade, granulabilidade, aspereza, crocância, dentre outras. As propriedades da textura podem ser classificadas em três categorias: mecânica, geométrica e de composição, que por sua vez, podem ser subdivididas em primárias e secundárias (ANZALDUA-MORALES, 1984). Para alimentos líquidos, tal deformação se chama fluidez, para alimentos semi-sólidos, ao invés de textura, denomina-se consistência (TEIXEIRA *et al.*, 1987; HUY, 1992; ANZALDÚAMORALES, 1994).

4.3.4 Vitaminas: análises impressão global

Na análise de impressão global, a vitamina do fruto da espécie de polpa vermelha variedade Cebra obteve maior aceitação pelos provadores em relação as vitaminas dos frutos das outras espécies de pitaias (FIGURA 39).

Figura 39 - Resultado das análises no gráfico de colunas da variável Impressão Global das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.



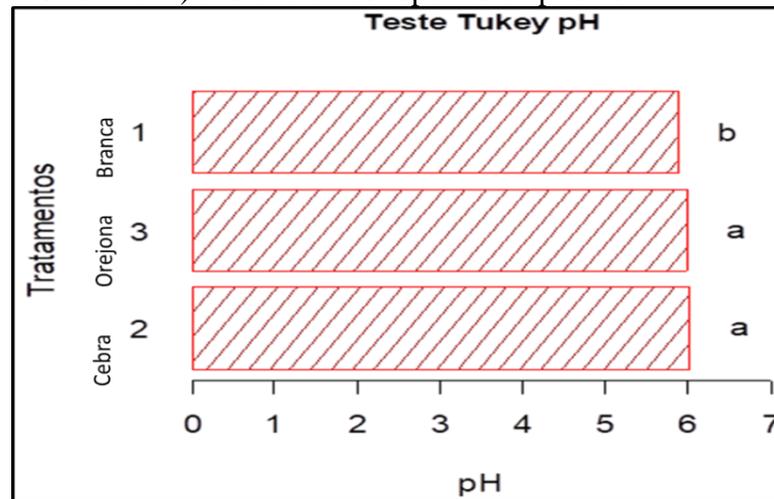
Fonte: Da autora (2021).

A vitamina feita com polpa de pitaiia vermelha demonstrou ser a amostra de maior aceitação pelos avaliadores quanto à impressão global, mostrando que nessa variedade os atributos em conjunto a torna bem apreciada e de maior aceitação em relação as outras vitaminas. Esses atributos são a aparência da vitamina, a coloração avermelhada, o sabor agradável, a consistência e o aroma do produto.

4.3.5 Vitaminas: análises pH

Na análise de pH, as vitaminas dos frutos das espécies de pitaias de polpa vermelha variedade Cebra e variedade roxa Orejona, respectivamente, obtiveram maiores valores de pH nos resultados (FIGURA 40). As vitaminas das três espécies de pitaias obtiveram valores aproximados pH 6,0. As vitaminas, batidas de frutas com leite, acrescidas de teores de açúcares apresentaram valores próximos ao pH 6,0. O leite também possui um açúcar natural, a lactose, e assim pode interferir nas análises de pH.

Figura 40 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável pH das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.



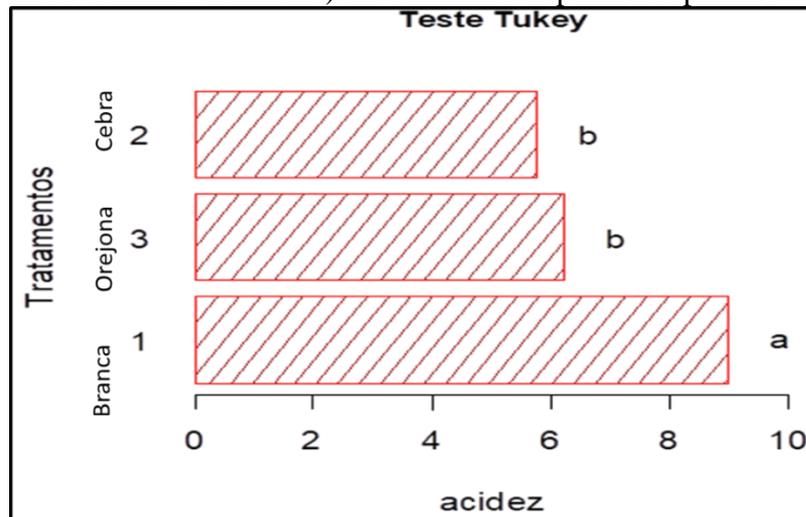
Fonte: Da autora (2021).

A medida do pH é importante na análise de alimentos industrializados à base de frutas, uma vez que está relacionada à retenção do sabor-odor, à estabilidade de corantes artificiais de produtos de frutas, e à verificação do estado de maturação de frutas (CECCHI, 2003). Quando maior o estado de maturação, menores serão os teores de pH e acidez dos frutos, pois, durante a senescência, ocorre oxidação no metabolismo respiratório (DEMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

4.3.6 Vitaminas: análises acidez

Na análise de acidez, a vitamina do fruto da espécie de pitaia da polpa branca, obteve maior valor de acidez em relação as outras vitaminas de pitaias de polpas vermelhas (FIGURA 41).

Figura 41 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Acidez das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

A acidez total refere-se aos ácidos orgânicos presentes nos frutos, os quais são indicativos do estágio de maturação, aumentando no desenvolvimento fisiológico e diminuindo durante a maturação. Assim, os ácidos orgânicos influenciam o sabor, o odor, a cor e a qualidade (CECCHI, 2003).

A acidez é um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Geralmente, um processo de decomposição do alimento, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio, e por consequência, sua acidez (IAL, 2005).

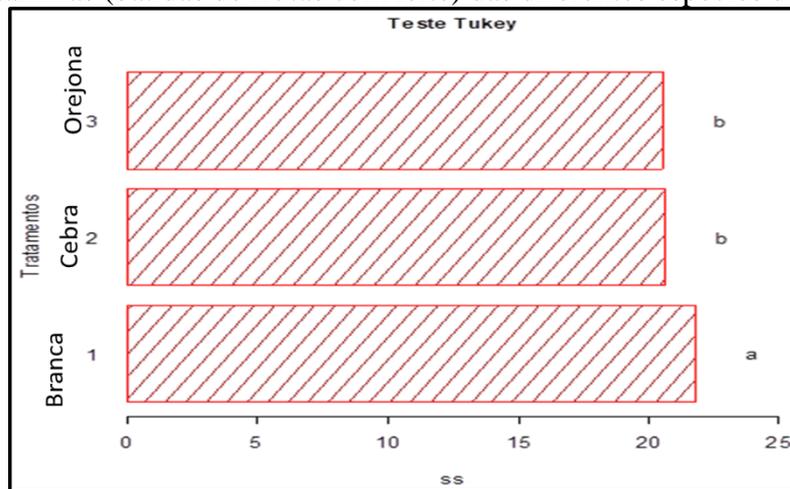
Os ácidos orgânicos são importantes para o metabolismo respiratório em frutas e hortaliças, além de agirem como fatores antimicrobianos. Essa ação antimicrobiana é ocasionada pela diminuição do pH do meio ambiente, pela interrupção do transporte e/ou permeabilidade da membrana, ou por uma redução do pH celular interno mediante a dissociação de íons hidrogênio a partir do ácido (RIVERA, 2005).

De acordo com Nielsen (1998), existem vários ácidos orgânicos em frutas, todavia, o ácido cítrico é o que está em concentrações mais elevadas em grande parte das frutas. Os frutos em estágio de maturação perdem rapidamente a acidez. O teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com a maturação em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, sendo este período considerado o de maior atividade metabólica (CHITARRA, 2005).

4.3.7 Vitaminas: análise sólidos solúveis

Na análise de Sólidos Solúveis, a vitamina do fruto de polpa branca obteve maior valor de sólidos solúveis em relação as outras vitaminas dos frutos das espécies de pitaias (FIGURA 42). As vitaminas são batidas de frutas com leite e açúcares. O leite apresenta lactose, um açúcar natural. A lactose é um carboidrato que dá o gosto adocicado ao leite de origem animal. Essa molécula é transformada em energia pelo organismo para nutrir as células, mas a lactose precisa ser quebrada em duas partes menores no intestino, que facilitam a sua absorção. Assim, a lactose é transformada em galactose e glicose, pela enzima lactase.

Figura 42 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Sólidos Solúveis das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

O teor de sólidos solúveis totais representa aos açúcares solúveis (glicose, frutose e sacarose), vitaminas, aminoácido e algumas pectinas presentes no fruto. Portanto, tem relação com o sabor e o controle do índice de maturidade dos frutos (GOMES; FIGUEIRÊDO; QUEIROS, 2002).

Os sólidos solúveis são constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias, tais como açúcares, ácidos, vitamina C e algumas pectinas (PITA, 2012). Para sucos ou polpa de frutas, Medeiros (2009) afirmou que os açúcares correspondem de 65% a 85% do teor total desses sólidos. Dessa forma, é notório que frutas e produtos derivados de frutas possuem os açúcares como o componente de maior percentual quantitativo entre os sólidos solúveis totais. De acordo com Prospero (2010), uma das principais modificações nas características das frutas durante sua maturação é o acúmulo de açúcares, principalmente glicose, frutose e sacarose, o qual ocorre simultaneamente com a redução de acidez. O teor de

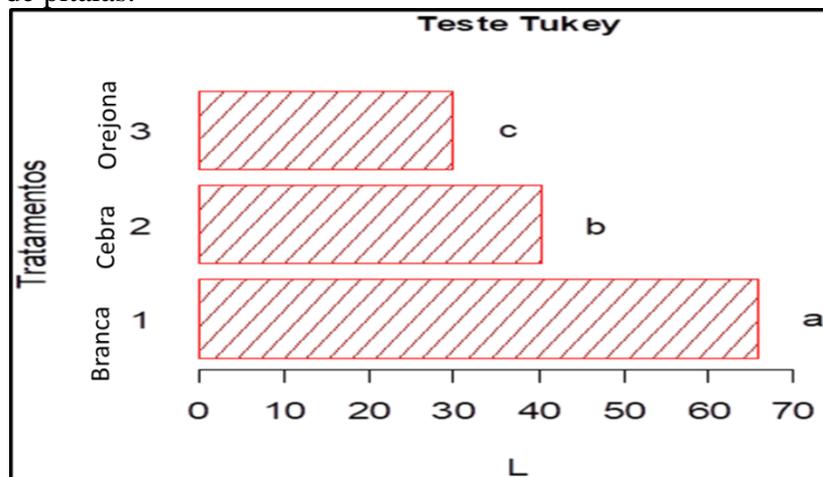
açúcares aumenta com o amadurecimento e atinge o máximo no final da maturação; isto acontece por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos.

O teor de sólidos solúveis (SS) é comumente adotado como parâmetro de quantificação de açúcares (RODRIGUES, 2016). Deste modo, se os teores de sólidos solúveis apresentarem baixo valor de °Brix, significará uma grande adição de açúcar por parte da indústria de alimentos, para o produto se manter com qualidade sensorial e sabor adequado para a comercialização e consumo, representando uma alternativa não saudável.

4.3.8 Vitaminas: análise coloração L* Luminosidade - brilho, claridade ou refletância

Na análise da coloração L*, relacionada à luminosidade indica a variação de cor entre negro e branco (0/100), a vitamina que obteve maior valor L* foi do fruto da espécie de polpa branca em comparação as outras vitaminas de pitaias de polpa vermelha (FIGURA 43).

Figura 43 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração L*, Luminosidade, das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

L* expressa a luminosidade ($L^*=0$ preto e $L^*=100$ branco). Luminosidade é o atributo de cores de superfícies, opacas e iluminadas, que varia de claras a escuras. Como este parâmetro mede luminosidade, quanto maior este valor, mais clara é a amostra. O valor traduz a luminosidade ou brilho de uma cor, isto é, se uma cor é mais clara ou mais escura, indicando a quantidade de luz que a mesma contém. O termo luminosidade está associado com a luz refletida, enquanto que o termo brilho está relacionado com a luz emitida. Em termos técnicos,

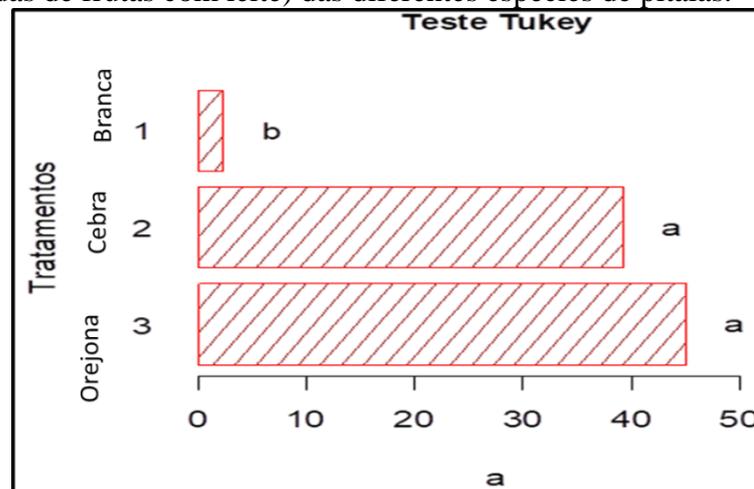
esta grandeza indica a quantidade de preto associado à cor e exprime-se num valor de 0 (cor muito escura ou preta) a 100% (cor saturada ou pura).

Em conformidade com este conceito, foi possível relacionar que as cores das vitaminas das pitaias são de tonalidades diferentes. A vitamina de pitiaia vermelha de polpa branca sendo mais clara, a coloração obteve maior valor da luminosidade em comparação às vitaminas das pitaias vermelha variedade Cebra e roxa variedade Orejona. A coloração da vitamina da pitiaia vermelha é mais clara, ou seja, apresenta um valor de luminosidade maior do que a vitamina da pitiaia Roxa, considerada com coloração mais escura.

4.3.9 Vitaminas: coloração a* (tonalidade vermelha ou verde)

Na análise coloração a*, as vitaminas que apresentaram maiores valores da coordenada a* foram os frutos das espécies de polpa roxa Orejona e polpa vermelha Cebra, em relação à vitamina de polpa branca (FIGURA 44). A coordenada a* varia de verde (-) ao vermelho (+).

Figura 44 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração a* das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

O valor a* representa a variação do verde ao vermelho, e o seu aumento com o desenvolvimento do fruto reflete a perda da intensidade da cor verde, com o surgimento e a evolução da tonalidade vermelha. Esse comportamento foi acompanhado da redução dos teores de clorofila e aumento das betacianinas, ou seja, a degradação da clorofila, e concomitante, síntese de betacianinas. A mudança característica inicial da maturação dos frutos é a perda gradual da cor verde com o surgimento de pigmentos amarelos, alaranjados e vermelhos (carotenoides e flavonoides), que podem estar presentes junto com a cor verde (COOMBE,

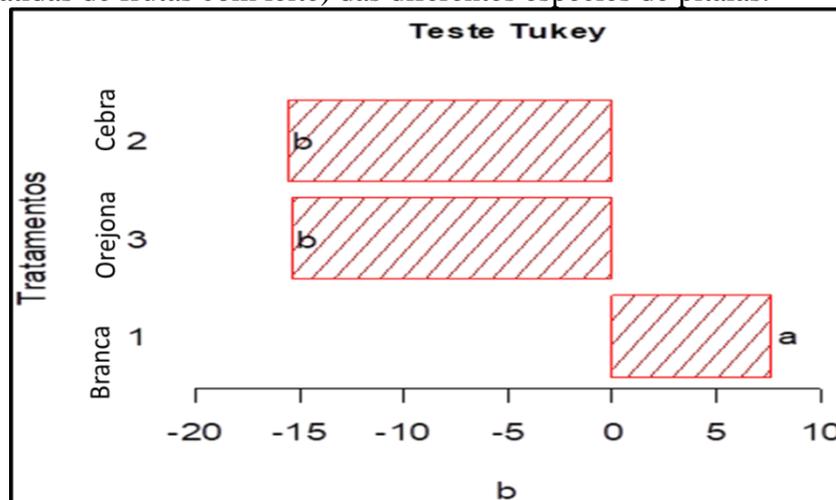
1976). Nerd *et al.* (1999) e To *et al.* (2002) reportaram que o estágio ótimo de colheita para a pitiaia vermelha (*Hylocereus undatus*) ocorre quando a casca se encontra totalmente vermelha, podendo ser indicada por meio da coordenada a^* .

Os resultados da cromaticidade a^* responsável pelas cores de verde a vermelho, apresentaram-se todos positivos, sendo que os maiores valores encontrados foram os das vitaminas de pitaias de polpa roxa, variedade Orejona e vermelha variedade Cebra respectivamente.

4.3.10 Vitaminas: coloração b^* (tonalidade amarela ou azul)

Na análise de coloração coordenada b^* , a vitamina do fruto da espécie de polpa branca obteve valor positivo maior que + 5,0, em comparação, as outras vitaminas das espécies de pitaias vermelhas apresentaram valores negativos da coordenada b^* aproximando do valor - 15,0 (FIGURA 45). A vitamina de pitiaia Branca com polpa branca é mais clara com coloração aproximando da cor amarela, então, a coordenada b^* é positiva e valores à direita no gráfico. Enquanto que as vitaminas das pitaias vermelhas Orejona e Cebra, mais escuras, com coloração vermelho arroxeada aproximando da tonalidade azul, na coloração da coordenada b^* , apresentaram valores negativos à esquerda do gráfico.

Figura 45 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração b^* das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

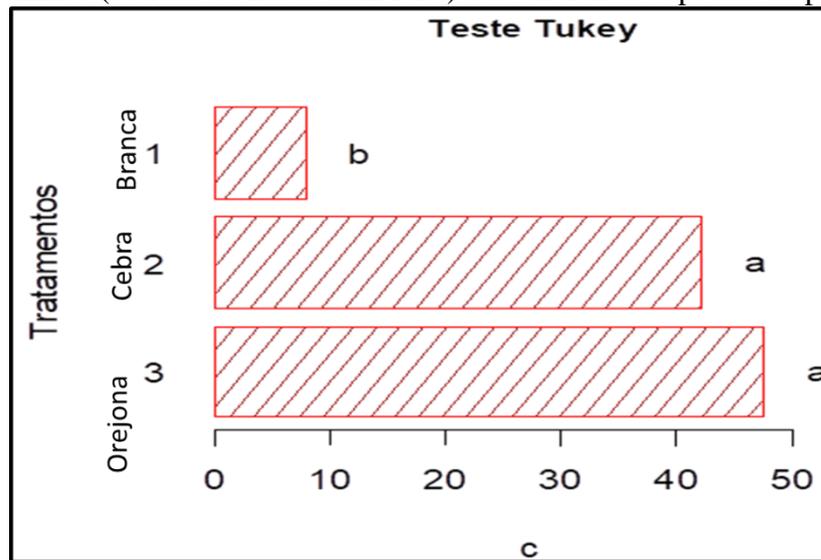
Para os valores da coordenada b^* as cores variam de (-) azul a (+) amarelo, quanto maior o valor de b^* maior a tendência de cor para o amarelo. A vitamina da pitiaia de coloração da pitiaia Branca com polpa branca, obteve valor positivo de b^* com cor aproximando-se da cor

amarela, enquanto as vitaminas de pitaias de polpa roxa variedade Orejona e vermelha variedade Cebra, obtiveram valores negativos aproximando da coloração azul, arroxeadada.

4.3.11 Vitaminas: coloração C* o índice de saturação croma ou intensidade da cor

Na análise de coloração C*, as vitaminas dos frutos de espécies de pitaias de polpa roxa Orejona e polpa vermelha Cebra, respectivamente, apresentaram maiores valores de C* em comparação à vitamina de fruto da espécie de polpa branca (FIGURA 46). A saturação está ligada diretamente à concentração do elemento corante e representa quantitativo para intensidade. Cores neutras possuem baixa saturação, enquanto cores puras possuem alta saturação, assim, mais brilhantes.

Figura 46 - Resultado das análises no gráfico de barras da variável Coloração C*, Croma, das vitaminas (batidas de frutas com leite) das diferentes espécies de pitaias.



Fonte: Da autora (2021).

O índice Chroma C* (croma ou saturação) mostrou que as vitaminas das pitaias roxa, variedade Orejona e vermelha, variedade Cebra, apresentam alta saturação ou coloração forte, enquanto que a vitamina da pitiaia branca de polpa branca, tem a menor saturação ou aspecto mais fosco.

5 CONCLUSÃO

- i. Os frutos *in natura* da pitiaia Amarela (*Selenicereus megalanthus*) com polpa branca, translúcida, são os que apresentaram melhor sabor, consistência e impressão global em relação aos outros frutos das espécies de pitaias *in natura*, pela avaliação dos julgadores.
- ii. Os sucos (batidas de frutas com água) dos frutos das pitaias de polpa vermelha variedade Cebra (*Hylocereus costaricensis*) têm maior aceitabilidade pelos consumidores em relação aos sucos dos frutos das pitaias de polpas roxa variedade Orejona (*Hylocereus polyrhizus*) e Branca (*Hylocereus undatus*), nos parâmetros avaliados.
- iii. As vitaminas (batidas de frutas com leite) dos frutos das pitaias de polpa vermelha variedade Cebra (*Hylocereus costaricensis*) têm maior aceitabilidade pelos consumidores em relação as vitaminas dos frutos das pitaias de polpas roxa variedade Orejona (*Hylocereus polyrhizus*) e Branca (*Hylocereus undatus*), nos parâmetros avaliados.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, J. A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, [s.l.], v. 15, p. 207–225, 1999.
- ABREU, W. C. de; LOPES, C. de O. PINTO, K. M.; OLIVEIRA, L. A.; CARVALHO, G. B. M. de; BARCELO, M. de F. P. Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 71, n. 4, p.656-661, 2012.
- ALVARADO, M. R. M.; CRUZ, M. A. G.; RINDERMANN, R. S. Pitahaya de México Producción y comercialización en el contexto internacional. *In*: CALUDIO, F. V. **Pitaias y Pitahayas**. CIESTAAM: Universidad Autónoma Chapingo, 2003.
- AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; ZANARDI, O. Z.; ALVES, E. O. Quantificação de clorofilas em folhas de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’ com métodos ópticos não-destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 30, n. 3, p. 590-595, 2008.
- BARQUERO, M. E. G.; MADRIGAL, O. Q. Análisis del comportamiento de mercado de La pitahaya (*Hylocereus undatus*) en Costa Rica. **Tecnología en Marcha**, Cartago, v. 23, n. 2, p.14-24, 2010.
- BENDER, A.; SOUZA, A. L. K.; CALIARI, V.; SOUZA, E. L.; MALGARIM, M. B.; CAMARGO, S. S. Physicochemical characteristics of whole grape juices elaborated from *Vitis rotundifolia* species. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s.l.], v. 22, e2018310, 2019.
- BIALE, J. B.; YOUNG, R. E. Growth, maturation and senescence in fruits. **Science**, Washington, v. 146, n. 3646, p. 164-174, 1964.
- BRAGA, L. A. C.; PENHA, F. B. da; SOUZA, L. F. A. de; BRAGA, A. C. CLANDRINI; RODRIGUES, E. C. N.; BEZERRA, T. S.; OLIVEIRA, P. D. de. Perfil sensorial e avaliação físico-química de néctar misto de Pitaya e Maracujá. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 6, p.38970-38987, jun. 2020.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 6.871, de 4 de julho de 2009**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm. Acesso em: 04 abr. 2021.
- BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S. Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, [s.l.], v. 24, n. 3, p. 78-84, 2011.
- CABIA, N. C.; DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; FUMES, J. G. F.; CARVALHO, L. R. Fenólicos totais, polifenoxididade e coloração em abacate ‘Hass’ submetido à radiação UV-C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 33, p. 314-320, 2011. (Suplemento).

CAMPOS, R. C.; DEMATTE, J. A.; QUARTAROLI, C. F. Determinação indireta do teor de hematita no solo a partir de dados de colorimetria e radiometria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 4, apr. 2003.

CANTO, A. R.; ALBARADO, J. C. G.; SANTAROSA, M. G. G.; RAMOS, C. J.; GARCÍA, M. C. M.; HERNÁNDEZ, L. J. P.; LAZO, V. R.; MEDINA, L. R.; RODRÍGUEZ, R. R.; TORRES, E. T.; GARCÍA, S. V.; ELOÍSA, E. Z. **El cultivo de pitahaya em Yucatan**. Yucatán: Universidad Autónoma Chapingo, 1993. 53 p.

CASTILLO-MARTINEZ, R.; LIBERA-MUÑOZ, M.; MARQUEZ-GUZMAN, G. J. Morphological characterization and sexual compatibility of five pitahayas (*Hylocereus undatus*) genotypes. **Agrociência**. [s.l.], v. 39, n. 2, p. 183-194, 2005.

CASTRO, J. C.; MARSOLLA, D. A.; KOHATSU, D. S.; HORA, R. C. Armazenamento e qualidade de frutos de mangueira (*Mangifera indica* L.) tratados com ácido giberélico. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 1, n. 1, p. 76-83, 2012.

CENTURIÓN, Y. A.; SOLÍS P. S.; SAUCEDO, V. C.; R. BÁEZ, S.; E. SAURI, D.; Câmbios físicos, químicos e sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v. 31, n. 1, p. 1-5, 2008.

CHAGAS, E. A.; FLORES, P. S.; PIO, R.; CHAGAS, P. C.; ARAÚJO, M. C. R.; MAGALHÃES, H. M. Pitaia. In: PASQUAL, M.; CHAGAS, E. A. (Org.). **Cultura de Tecidos em Espécies Frutíferas**. 1. ed. Boa Vista: UFRR, 2014. Cap.3. p. 237.

CHIK, C. T.; BACHOK, S.; BABA, N. Quality characteristics and acceptability of three types of pitaia fruits in a consumer acceptance test. **Journal of Tourism, Hospitality & Culinary Arts**, Shah Alam, v. 3, n. 1, 89-98, 2011.

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

CISNEROS, A.; TEL-ZUR, N. Embryo rescue and plant regeneration following interspecific crosses in the genus *Hylocereus* (Cactaceae). **Euphytica**, [s.l.], v. 174, n. 1, p. 73-82, 2010.

COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, n. 1, p. 507-528, June 1976.

CORDEIRO, M. H. M.; SILVA, J. M. da; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H.; MOTA, W. F. da. Caracterização Física, Química e Nutricional da Pitaia-Rosa de Polpa Vermelha. **Rev. Bras. Fruticultura Jaboticabal**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 020-026, março. 2015.

CRISTOFOLI, N. L.; LIMA, C. A. R.; MOTA, A. M.; PEIXOTO, N. M.; LIMA, J. S. S.; SILVA, F. M. R.; VASCONCELOS, L. B. de T.; FIGUEIREDO, R. W. Pitaia (*H. costaricensis*): um fruto com características atrativas para a indústria de processamento. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, COBEQ, 2014, 20., Florianópolis. **Anais [...]**, Florianópolis: COBEQ, 2014. p. 2974-2979.

CRUZ, J. A. M.; RODRÍGUEZ-LARRAMENDI, L.; ORTIZ-PÉREZ, R.; FONSECAFLORES, M. D. L. A.; RUÍZ HERRERA, G.; GUEVARA- ERNÁNDEZ, F. Pitahaya (*Hylocereus* spp.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. **Cultivos Tropicales**, La Habana, v. 36, p. 67-76, 2015.

DAG, A.; MIZRAHI, Y. Effect of pollination method on fruit set and fruit characteristics in the vine cactus *Selenicereus megalanthus* (“yellow pitaya”). **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, [s.l.], v. 80, n. 5, p. 618-622, 2005.

DE DIOS, H. C.; MARTÍNEZ, R. C.; CANCHÉ, H. J. C. Caracterización De La Producción De Pitahaya (*Hylocereus* spp.) En La Zona Maya De Quintana Roo, México. **Comité Editorial**, México, v. 9, n. 1y2, p. 123-132, 2014.

ENCISO, T. O.; ZAZUETA, M. E. I.; M. RANGEL, M. D. M.; TORRES, J. B. V.; ROMERO, M. V.; VERDUGO, S. H. Calidad postcosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* haw.) cosechados en tres estados de madurez. **Revista Fitotecnia Mexico**, Chapingo, v. 34, n. 1, p. 63-72, 2011.

ESQUIVEL, P.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Comparison of morphological and chemical fruit traits from different pitaya genotypes (*Hylocereus* sp.) grown in Costa Rica. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, San Pedro, v. 81, p.7-14, 2007a.

EISELE. T. A.; DRAKE, S. R. The partial compositional characteristics of apple juice from 175 apple varieties. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 18, p. 213-221, 2005.

FIGUEIRA, R.; MESSAN, C.; SARTORI, M. M. P.; VENTURINI FILHO, W. G. Avaliação Físico-Química e Sensorial de Sucos, Néctares e Refrescos de Maçã Produzidos com as Variedades Fuji e Gala. **Energia Na Agricultura**, [s.l.], v. 33, n. 1, 92–97, 2018.

FONSECA, A. V. V. **Perfil sensorial, aceitação e caracterização em compostos bioativos de néctares mistos de frutas tropicais**. 2014. 156 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

FERNANDES DA SILVA, J. H.; SOARES, S. J. L.; GOMES, G. M. S.; SOUZA, I. B. de; SILVA, M. M. da. Caracterização Físico-Química e Avaliação Sensorial de Pitaia (*Hylocereus undatus*) cultivada no agreste meridional pernambucano. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, [s.l.], v. 7, n. 2, p. 260- 265, 2017.

FERNANDES, L. M. S.; VIEITES, R. L.; CERQUEIRA, R. C.; BRAGA, C. L.; SIRTOLI, L. F.; AMARAL, J. L. Características pós-colheita em frutos de pitaia orgânica submetida a diferentes doses de irradiação. **Revista Biodiversidade**, Rondonópolis, v. 9, n. 1, p. 15-22, 2010.

FERREIRA, M. D. **Physiological responses of strawberry to handling impacts and precooling methods**.1994. 124 p. Tese (Mestrado) - University of Florida - IFAS, Gainesville, 1994.

- FERREIRA, M. D.; MINAMI, K. Qualidade de bulbos de cebola em consequência de tratamentos précolheita. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 57, n. 4, dez. 2000.
- FISCHER, I. H.; TOZZE JÚNIOR, H. J.; ARRUDA, M. C. de; MASSOLA, N. S. Pós-colheita de abacates ‘Fuerte’ e ‘Hass’: características físicas e químicas, danos e controle de doenças. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 209-220, jan./mar. 2011.
- FRANCO, B. D. G. M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182 p.
- FRÖLECH, D. B. **Evolução da maturação, análise físico-química e sensorial de uvas e sucos de videiras *Vitis labrusca* e híbridas**. 2018. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.
- GALVÃO, E. C. **Substrato e ácido indolbutírico na produção de mudas de pitaia vermelha de polpa branca**. 2015. 68 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
- GARCÍA-CRUZ, L.; VALLE-GUADARRAMA, S.; SALINAS-MORENO, Y.; LUNAMORALES, D. C. Postharvest quality, soluble phenols, betalains content, and antioxidant activity of *Stenocereus pruinosus* and *Stenocereus stellatus* fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 111, p. 69-76, 2016.
- GARCÍA-RUBIO, L. A. *et al.* Distribución geográfica de *Hylocereus* (Cactaceae) en México. **Botanical Sciences**, [s.l.], v. 93, n. 4, p. 921-939, 2015.
- GODOY, A. E.; JACOMINO, A. P.; CERQUEIRA-PEREIRA, E. C.; GUTIERREZ, A. S. D.; VIEIRA, C. E. M.; FORATO, L. A. Injúrias mecânicas e seus efeitos na qualidade de mamões ‘Golden’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 32, n. 3, p. 682-691, september. 2010.
- GOMES, P. M. de A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. de M. Caracterização e isotermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 157-165, 2002.
- GOMES, T. S.; CHIBA, H. T.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Monitoramento da qualidade da polpa de maracujá-amarelo - seleção AFRUVEC, em função do tempo de armazenamento dos frutos. **Revista Alimentos e Nutrição**, Bauru, v. 17, n. 4, p. 401-405, 2006.
- GONÇALVES, N. B.; ABREU, C. M. P.; AMARAL, C. M.; REINHARD, D. H. R. C.; SILVA, O. L. R.; CARVALHO, V. D. **Abacaxi, Pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 100. (Comunicação para Transferência de Tecnologia). p. 13-17.
- GUNASENA, H. P. M.; PUSHPAKUMARA, D. K. N. G.; KARIYAWASAM, M. Dragon Fruit *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose. In: PUSHPAKUMARA, D. K. N.; GUNASENA, H. P.M.; SINGH, V. P. (Eds.) **Underutilized fruit trees in Sri Lanka**. India: World Agroforestry Centre, South Asia Office, 2007. p. 110-142,

GURAK, P. D.; SILVA, M. C. da; MATTA, V. M. da; ROCHA-LEÃO, M. H.; CABRA, L. M. C. Avaliação de Parâmetros Físico-Químicos de Sucos de Uva Integral, Néctares de Uva e Néctares de Uva Light. **Revista de Ciências Exatas**, Rio de Janeiro, v. 27-31, n. 1, p. 7-22, 2012.

GUZMÁN-PIEDRABITA, O. A.; PÉREZ, L.; PATIÑO, A. Reconocimiento de nematodos fitoparásitos en pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* HAW). **Boletín Científico**, [s.l.], v. 16, n. 2, p. 149-161, 2012.

HERNÁNDEZ, Y. D. O. **Hacia el conocimiento y la conservación de la pitahaya**. Oaxaca: IPN-SIBEJ-CONACYT-FMCN. 2000. p.124.

HERBACH, K. M.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Betalain estabilidade e degradação - aspectos estruturais e cromáticos. **J. Food Sei.**, [s.l.], v. 71, p. R41-R50, 2006.

HIRSCH, G. E.; FACCO, E. M. P.; RODRIGUES, D. B.; EMANUELLI, M. V. T. Caracterização físico-química de variedades de amora-preta da região sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 942-947, maio. 2012.

HO, L.; LATIF, N. W. A. Nutritional composition, physical properties, and sensory evaluation of cookies prepared from wheat flour and pitaya (*Hylocereus undatus*) peel flour blends. **Cogent food & Agriculture**, v. 2, Janeiro 2016.

HOA. T. T.; CLARK, C. J.; WADDELL, B. C.; WOOLF, A. B. Postharvest quality of Dragon fruit (*Hylocereus undatus*) following disinfesting hot air treatments. **Postharvest Biology and Technology**, [s.l.], v. 41, p. 62–69, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coords.). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

JAMILAH, B.; SHU, C. E.; KHARIDAH, M.; DZULKIFLY, M. A.; NORANIZAN, A. Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. **International Food Research Journal**, v. 18, p. 279-286, 2011.

JAAFAR, R.A; ABDULRAHMAN, A.R.B.; MAHMUD, N.Z.C.; VASUDEVAN, R. Proximate Analysis of Dragon Fruit (*Hylocereus Polyrhizus*). **American Journal of Applied Sciences**, [s.l.], v. 6, p. 1341-1346. 2009.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. **Informações preliminares sobre uma espécie de Pitaia do Cerrado**. 1. ed. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2002. 18 p. (Documentos).

LAREDO, R. R. **Épocas de coleta e tipos de incisão no cladódio para propagação de pitaia vermelha de polpa branca**. Lavras: UFLA, 2016. 83 p.

LEE-FONG, S.; YEN-MING, W. Effect of juice concentration on storage stability, betacyanin degradation kinetics, and sensory acceptance of red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) juice. **International Journal of Food Properties**, [s.l.], v. 20. n. 3, p. 623-632, 2017.

- LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. Cirad/EDP Sciences. **Fruits**, Paris, v. 61, p. 237-250, 2006.
- LI, X.; LONG, Q.; GAO, F.; HAN, C.; JIN, P.; ZHENG, Y. Effect of cutting styles on quality and antioxidant activity in fresh-cut pitaya fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 124, p.1-7, 2017.
- LIAO, H.; ZHU, W.; ZHONG, K.; LIU, Y. Evaluation of colour stability of clear red pitaya juice treated by therosonication. **LWT - Food Science and Technology**, [s.l.], n. 121, p. 108-997, 2020.
- LI-CHEN, W.; HSIU-WEN, H.; YUN-CHEN, C.; CHIH-CHUNG, C.; YU-IN, L.; JA-AN, A. H. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 95, p. 319-327, 2006.
- LIMA, A. B. S.; QUEIROGA, I. M. B. N.; SILVA, G. M. S.; COSTA, J. S.; GUEDES, J. P. S.; DANTAS, C. O.; CAVALCANTI, M. T. Characterization and application of *Lippia alba* (Mill) and *Cymbopogon citratus* D.C. Stapf. essential oils as natural sanitizers in coriander. **Food Science and Technology**, [s.l.], v. 39, p. 993-998, 2019.
- LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Diversidade genética intra e interespecífica de pitaya com base nas características físico-químicas de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1066-1072, 2013.
- LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BELLON, G. Avaliação de características físico-químicas de frutos de duas espécies de pitaya. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 3, p. 377-383, mai/jun, 2014.
- LIMA, C. A. **Caracterização, propagação e melhoramento genético de pitaya comercial e nativa do Cerrado**. 2013. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2013. 124 p.
- LIMA, de C.A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COHEN, K de O.; GUIMARÃES, T. G. Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, São Paulo, v. 35, nº 2, p. 565-570, 2013.
- LIMA, U. A. Linhas de Produção e Tecnologia de Fabricação. *In*: LIMA, U. A. **Agroindustrialização de Frutas**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2008. p. 33-47.
- LIN, W. S.; HE, P. H.; CHAU, C. F.; LIOU, B. K.; LI, S.; PAN, M. H. The feasibility study of natural pigments as food colorants and seasonings pigments safety on dried tofu coloring, **Food Science and Human Wellness**, [s.l.], v. 17, p. 220-228, 2018.
- LIRA, S. M.; DIONÍSIO, A. P.; HOLANDA, M. O.; MARQUES, C. G.; SILVA, G. S. da; CORREA, L. C.; SANTOS, G. B. M.; DE ABREU, F. A. P.; MAGALHÃES, F. E. A.; REBOUÇAS, E. de L.; GUEDES, J. A. C.; OLIVEIRA, D. F. de; GUEDES, M. I. F.; ZOCOLO, G. J. **Metabolic profile of pitaya *Hylocereus polyrhizus* (F.A.C. Weber)** Food Research International, 127, 2020.

- LONE, A. B.; BELTRAME, A. B.; SILVA, D. A.; GUIMARÃES, G. G. F.; HARO, M. M.; MARTINS, R. S. **Cultivo de Pitaia**. Florianópolis: EPAMIG, 2020. 44 p. (Epagri. Boletim Técnico, 196).
- LOPES, C. A.; DIAS, G. M. G.; PIO, L. A. S.; SILVEIRA, F. A. da; RODRIGUES, F. A.; PASQUAL, M. Indução de calos, potencial embriogênico e estabilidade genética em pitaia vermelha. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, [s.l.], v. 11, n. 1, 2016.
- MAGALHÃES, D. S.; DA SILVA, D. M.; RAMOS, J. D.; SALLES PIO, L. A.; PASQUAL, M.; VILAS BOAS, E. V. B.; GALVÃO, E. C.; DE MELO, E. T. Changes in the physical and physico-chemical characteristics of red-pulp dragon fruit during its development. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 253, p. 180–186, 2019.
- MARQUES, V. B.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; SILVA, F. O. R. Fenologia reprodutiva de pitaia-vermelha no município de Lavras-MG. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 984-987, 2011.
- MARTINS, N. J.; SANTOS, L. S. D.; FERNANDES, M. N.; SOUZA, P. N. C.; BALIZA, P. X.; RIGUEIRA, L. M. B. Quantificação de antocianinas e compostos fenólicos em pitaia vermelha (*hylocereus polyrhizus*) e branca (*hylocereus undatus*) produzidas na região norte de minas gerais. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFNMG, 6., 2017, Almanera. **Anais [...]**. Almenara: IFNMG - Campus Almenara, 2017.
- MCGUIRE, R. G. Reporting of Objective Color Measurements. **HortScience**, [s.l.], v. 27, n. 12, p. 1254- 1255, 1992.
- MEDEIROS, S. A. F. *et al.* Caracterização físico-química de progênies de maracujá-roxo e maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 31, n. 2, p. 492-499, jun. 2009.
- MELLO, F. R.; BERNARDO, C.; DIAS, C. O.; GONZAGA, L.; AMANTE, E. R.; FETT, R.; CANDIDO, L. M. B. Antioxidant properties, quantification and stability of betalains from pitaya (*Hylocereus undatus*) peel. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 2, p. 323-328, 2015.
- MELLO, F. R. **Avaliação das características físico-químicas e atividade antioxidante da pitaia e determinação do potencial do mesocarpo como corante natural para alimentos**. 2014. 101 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- MENEZES, T. P. **Polinização e maturação de pitaia vermelha [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]**. 2013. 102 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.
- MENEZES, T. P.; RAMOS, J. D.; LIMA, L. C. O.; COSTA, A. C.; NASSUR, R. D. C. M. R.; RUFINI, J. C. M. Características físicas e físico-químicas de pitaia vermelha durante a maturação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 631-644, 2015.
- MERCADO-SILVA, E. M. **Hylocereus undatus (Haw)** [s.l.]: Elsevier, 2018.

MERTEN, S. A review of *Hylocereus* production in the United States. **J PACD**, [s.l.], v. 5, p. 98-105, 2003.

MIGUEL, A. C. A.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M. H. F. Cinética da degradação de gelejada de morango. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n. 1, mar. 2009.

MIZRAHI, Y.; NERD, A. Climbing and columnar cacti—new arid lands fruit crops. *In*: JANICK, J. **Perspective in new crops and new crops uses**. Alexandria: ASHS, 1999. p. 358–366.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; SITRIT, Y. New fruits for arid climates. *In*: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (Eds.). Alexandria: ASHS Press, 2002. p. 378-384

MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas: the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 36, n. 1, p. 124-138, 2014.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; MARQUES, V. B. Produção e qualidade de frutos de Pitaia-vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p.762-766, 2011. (Número especial).

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; MARQUES, V. B.; SILVA, F. O. R. Cultivo da pitaia: implantação. **Boletim técnico**, Lavras, n. 92, p. 1-16, 2012.

MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; LAMOUNIER, M. L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabioba e murici provenientes do Cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 96-103, 2015.

MOURA, S. C. S. R.; BERBARI, S.A.; GERMER, S. P. M.; ALMEIDA, M. E. M.; FEFIM, D. A. Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 141-148, 2007.

NASCIMENTO, R. S. M.; CARDOSO, J. A.; COCOZZA, F. D. M. Caracterização física e físico-química de frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) no oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 8, p. 856-860, 2014.

NERD, A.; GUTMAN, F.; MIZRAHI, Y. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactacea). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam. v. 17, n. 1, p. 39-45, jan. 1999.

NERD, A.; TEL-ZUR, N.; MIZRAHI, Y. Fruits of Vine and Columnar Cacti. *In*: NOBEL, P. S. (Org.). **Cacti: biology and uses**. University of California Press, 2002. p. 185-197.

NERIS, T. S.; LOSS, R. A.; GUEDES, S. F. Caracterização físico-química da seriguela (*Spondias purpurea* L.) colhidas no município de Barra do Bugres/MT em diferentes estágios de maturação. **Natural Resources**, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 9-18, 2017.

NUNES, E. N.; SOUSA, A. S. B.; LUCENA, C. M.; SILVA, S. M.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, C. A. B.; ALVES, R. E. Pitaia (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, Paraíba, v. 8, n. 1, p. 90-98, jan. 2014.

NUR'ALIAA, A. R.; SITI MAZLINA, N. J. M. K.; TAIP, F. S.; LIEW ABDULLAH, A. G. Response surface optimization for clarification of white pitaia juice using a commercial enzyme. **Journal of Food Process Engineering**, [s.l.], v. 33, n. 2, p. 333–347, 2010.

NURLIYANA, R.; SYED ZAHIR, I.; MUSTAPHA, SULEIMAN, K.; AISYAH, M. R.; KAMARUL, R. K. Antioxidant Study of Pulps and Peels of Dragon Fruits: A Comparative Study. **Research International Food Journal**, [s.l.], v. 17, p. 367-375, 2010.

OBENLAND, D.; CANTWELL, M.; LOBO, R.; COLLIN, S.; SIEVERT, J.; ARPAIA, M. L. Impact of storage conditions and variety on quality attributes and aroma volatiles of pitahaya (*Hylocereus* spp.). **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 199, p. 15-22, 2016.

OLIVEIRA, F. M.; OLIVEIRA, R. M.; MACIEJEWSKI, P.; RAMM, A.; MANICABERTO, R.; ZAMBIAZI, R. C. Aspectos físico-químicos de geleia de pitaia em comparação com geleias de outras frutas vermelhas. **Congrega**, Bagé, p. 1417-1423, 2017.

OLIVEIRA, M. E. B.; FEITOSA, T.; BASTOS, M. S. R.; FREITAS, M. L.; MORAIS, A. S. Qualidade de polpas congeladas de frutas, fabricadas e comercializadas nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 16, n. 1, p. 13-22, 1998.

ORTIZ, H. Y. D. Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus* sp.). México, 2000. 124 p.

ORTIZ, T. A.; TAKAHASHI, L. S. A. Physical and chemical characteristics of pitaya fruits at physiological maturity. **Genetics and Molecular Research**, [s.l.], v. 14, p. 14422–14439, 2015.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; SALAZAR, J. A. C. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, [s.l.], v. 3, n. 4, p. 220-237, 2012.

OSORIO, S.; SCOSSA, F.; FERNIE, A. Molecular regulation of fruit ripening. **Frontiers Inplant Science**, Melbourne, v. 4, p. 198, 2013.

PACHECO, C. A.; SCHINOR, E. H.; AZEVEDO, F. A.; BASTIANE, M.; CRISTOFANIYALY, M. Caracterização de frutos do tangor TMxLP 290 para mercado de fruta fresca. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 4, 2014.

PAGANINI, C.; NOGUEIRA, A.; SILVA, N. C.; WOSIACKI, G. Aproveitamento de bagaço de maçã para a produção de álcool e obtenção de fibras alimentares. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1231-1238, 2005.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technol.**, [s.l.], v. 6, p. 36–60, 2013.

PERWEEN, T.; MANDAL, K. K.; HASAN, M. A. **Dragon fruit: An exotic super future fruit of India.** *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, [s.l.], v. 7, n. 2, p. 1022-1026, 2018.

PHEBE, D.; CHEW, M. K.; SURAINI, A. A.; LAI, O. M.; JANNA, O. A. Red-fleshed pitaia (*Hylocereus polyrhizus*) fruit colour and betacyanin content depend on maturity. *International Food Research Journal*, [s.l.], v. 16, p. 233-242, 2009.

PIMIEN-TA-BARRIOS, E.; TOMAS-VEGA, M. V. Caracterización de La variación en el peso y la composición química del fruto en variedades de pitayo (*Stenocereus queretaroensis* (Weber) Buxbaum). *Revista Sociedad Mexicana Cactología*, Cidade do México, v. 38, p. 82-88, 1993.

PINTO, D. M. **Tecnologias de pós-colheita em caqui “Fuyu”.** 2010. 165 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

PITA, J. S. L. **Caracterização físico-química e nutricional das polpas e farinha da casca de maracujazeiros do mato e amarelo.** 2012. 80 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – UESB, Itapetinga, BA: UESB, 2012.

RABELO, J. M. **Adubação potássica na qualidade, composição centesimal e exportação de nutrientes minerais de pitaia.** 2018. 51 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

REIS, K. C.; SIQUEIRA, H. H.; ALVES, A. P.; SILVA, J. D.; LIMA, L. C. O. Efeito de diferentes sanificantes sobre a qualidade de morango cv. Oso Grande. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Lavras v. 32, n. 1, 2008.

REZENDE, I. F.; SOUSA, A. C. G.; SUAREZ, N. F.; ROCHA, C. C.; RUFINI, J. C. M. Boletim de Extensão: O cultivo da Pitaya. São João Del Rei: Universidade Federal de São João Del Rei, 2017. (Boletim de Extensão).

RIBEIRO, N. D.; STORCK, L.; POERSCH, N. L. Classificação de lotes comerciais de feijão por meio da claridade do tegumento dos grãos. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 7, oct. 2008.

RIVERA, E. V. **A review of chemical disinfection methods for minimally processed leafy vegetables.** 2005. Thesis (M. S) – Kansas State University, Manhattan, Kansas – U.S.A, 2005.

RIZZON, L. A.; BERNARDI, J.; MIELE, A. Características analíticas dos sucos de maçã Gala, Golden delicious e Fuji. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 25, n. 4, p. 750-756, 2005.

RODRIGUES, D. P. **Desenvolvimento e aplicação de modelo de calibração multivariada para determinação de açúcares e ácidos orgânicos em bebidas comerciais utilizando espectroscopia no infravermelho.** 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

RODRIGUES, L. J. **Caracterização do desenvolvimento e processamento mínimo de pitaia nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do cerrado brasileiro**. 2010. 155 p. Tese de (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2010.

ROMÁN, R. S. S. **Evaluación de métodos de propagación en pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (Haw.) Britt & Rose y pitahaya roja *Hylocereus polyrhizus* (Haw.) Britt & Rose**. 2011. 280 f. Tese (Curso de Ciências Agrárias) - Universidad Nacional de Colombia, Palmira, 2011.

ROMÁN, R. S. S.; CAETANO, C. M.; RAMÍREZ, H.; OSORIO, J. G. M. Multiplicación de *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) e *Hylocereus polyrhizus* (pitahaya oja) vía organogénesis somática. **Acta Agron.**, Palmira, v. 63, n. 3, july/sept. 2014

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J. *et al.* **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Brasília: EMBRAPA, 2007. (Comunicado Técnico 127) p. 1-4.

SÁ, A. S. C. **Caracterização química de bebidas fermentadas de pitaia (*H. Undatus*) cultivada no semiárido nordestino**. 2015. 50 f. Monografia (Especialização em Processamento de Derivados de Frutas e Hortaliças) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2015.

SAGARPA. Secretaria de Agricultura Ganaderia Desarrollo Rural Pesca Y Alimentacion. **El cultivo de la pitahaya**. México: Desarrollo Rural, 2000. 12 p.

SANTOS, F. S.; ARAÚJO, K. T. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. D. M.; SANTIAGO, V. M. S. **Cinética de secagem da casca da pitaya vermelha (*Hylocereus undatus*)**. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2015, Fortaleza. **Anais [...]**, Fortaleza, set. 2015.

SANTOS, G. B. M.; DIONÍSIO, A. P.; MAGALHÃES, H. C. R.; ABREU, F. A. P.; LIRA, S. M.; LIMA, A. C. V., SILVA, G. S.; GUEDES, J. A. C.; ARAUJO, I. M. S.; ARTUR, A. G.; PONTES, D. F.; ZOCOLO, G. J. Effects of processing on the chemical, physicochemical, enzymatic and volatile metabolic composition of pitaya (*Hylocereus polyrhizus* (F.A.C. Weber) Britton & Rose). **Food Research International**, [s.l.], v. 127, 108710, 2019.

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

SARMENTO, JOSÉ DARCI ABRANTES. Qualidade, compostos bioativos e conservação da pitaia (*Hylocereus polyrhizus*) no semiárido brasileiro. 145f. 2017.

SATO, S. T. A.; RIBEIRO, S. D. 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**, Macapá, v. 1, n. 2, p. 46-56, 2014.

- SHEWFELT, R. L.; THAI, C. M.; DAVIS, J. W. Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures. **J. Food Sci.**, [s.l.], v. 53, p. 1433-1437, 1988.
- SILVA, A. C. C. **Pitaia**: Melhoramento e produção de mudas. 2014. 142 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias e Veterinárias) - Universidade Estadual Paulista-UNESP, Jaboticabal, São Paulo, 2014.
- SILVA, A. C. C. Pitaya: Melhoramento e produção de mudas. 2014. 132 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014.
- SILVA, A. C. C.; CAVALLARI, L. L.; SABIÃO, R. R.; MARTINS, A. B. G. Fenologia reprodutiva da pitaya vermelha em Jaboticabal, SP. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 4, p. 585-590, 2015.
- SILVA, A. C. C.; MARTINS, A. B. G.; CAVALLARI, L. L. Qualidade de frutos de pitaia em função da época de polinização, da fonte de pólen e da coloração da cobertura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 33, p. 1162-1168, 2011.
- SILVA, A. C. C. **Pitaia**: melhoramento e produção de mudas. 2014. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2014.
- SILVA, M. J. S.; LISBÔA, J. F.; LEITE, D. D. F.; SILVA, V. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Pitaia: cactácea com características exóticas. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 2016, Campina Grande. **Anais [...]**, Campina Grande: CONASPEC, 2016, v.1.
- SILVA, N. M. P. da; PINEDO, A. A. Análises físico-químicas e colorimétricas de bebida fermentada probiótica de suco de buriti (*Mauritia flexuosa*) com *Lactobacillus casei* durante o armazenamento. In: SEMINÁRIO INTEGRADO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 3., 2016, Gurupi, Araguaína e Palmas. **Anais [...]**. Gurupi, Araguaína e Palmas, 18 de outubro a 09 de novembro de 2016.
- STINTZING, F. C.; CONRAD, J.; KLAIBER, I.; BEIFUSS, U.; CARLE, R. Structural investigations on betacyanin pigments by LC NMR and 2DNMR spectroscopy. **Phytochemistry**, France, v. 65, n. 4, p. 415-422, 2004.
- STINTZING, F. C.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. **European Food Research and Technology**, [s.l.], v. 216, p. 303–311, 2003.
- SURDO, S.; HICKMANN, F. Uso de farinha de casca da pitaya vermelha como fonte de fibras em macarrão fresco. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS, 2019, 31., Campus do Vale. **Resumos [...]**. Campus do Vale, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.
- TEL-ZUR, N. *et al.* Phenotypic and genomic characterization of vine cactus collection (Cactaceae). **Genetic Resources and Crop Evolution**, [s.l.], v. 58, n. 7, p. 1075-1085, 2011.

- TENORE, G. C.; NOVELLINO, E.; BASILE, A. Nutraceutical potential and antioxidant benefits of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) extracts. **Journal of Functional Foods**, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 129-136, 2012.
- THEN, K.H. Flower induction of red pitaya by foliar fertilizer spraying under malaysian weather conditions. **Acta Hortic.**, [s.l.], v. 1024, 193-195, 2014.
- TO, L. V.; NGU, N.; DUC, N.D.; HUONG, H.T.T. Dragon fruit quality and storage life: effect of harvesting time, use of plant growth regulators and modified atmosphere packanging. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 575, n. 1, p. 611-621, apr. 2002.
- TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B. TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman and Hall, 1993. p. 1-51.
- UTPOTT, M.; KRIGGER, S.; DIAS, C. Z.; THYS, R. C. S.; RIOS, A. O.; FLÔRES, S. H. Utilização da farinha da casca de pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) como substituto de gordura em pães de forma. In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR, 2019, 6., Gramado. **Resumos** [...]. Gramado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.
- VAILLANT, F.; PEREZ, A.; DAVILA, I.; DORNIER, M.; REYNES, M. Colourant and antioxidant properties of red-purple pitahaya (*Hylocereus sp.*) **Fruits**, [s.l.], v. 60, p. 1–10, 2005.
- WALL, M. M.; KHAN, S. A. Postharvest quality of dragon fruit (*Hylocereus spp.*) after X-ray irradiation arantine treatment. **HortScience**, Alexandria, v. 43, p. 2115-2119, 2008.
- WANITCHANG, J.; TERDWONGWORAKUL, A.; WANITCHANG, P.; NOYPITAK, S. Maturity sorting index of dragon fruit: *Hylocereus polyrhizus*. **Journal of Food Engineering, Davis**, [s.l.], v. 100, n. 3, p. 409-416, 2010.
- WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L. Comercialização e frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 023-038, mar. 2014.
- WICHIENTHOT, S.; JATUPORNPIPAT, M.; RASTALL, R. A. Oligosaccharides of pitaia (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 120, p. 850–857, 2010.
- WINKLER, L. M.; QUOIRIN, M.; AYUB, R.; ROMBALDI, C.; SILVA, J. Produção de etileno e atividade da enzima ACCoxidase em frutos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 24, n. 3, p. 634-636, 2002.
- WOSIACKI, G.; PHOLMAN, B. C.; NOGUEIRA, A. Características de qualidade de cultivares de maçã: avaliação físico-química e sensorial de quinze cultivares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 347-352, 2004.
- WU, M. C.; CHEN, C. S. Variation of sugar content in various parts of pitahaya fruit, Proc. Fla. **State Hortic. Soc.**, [s.l.], v. 110, p. 225-227, 1997.

YA, H. A. R. C.; PEREIRA, S. S.; VELOZ, C. S.; SAÑUDO, R. B.; DUCH, E. S. Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v. 31, n. 1, p. 1-5, 2008.

ZAINOLDIN, K. H.; BABA, A. S. The Effect of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* on physicochemical, proteolysis, and antioxidant activity in yogurt. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, [s.l.], v. 60, p. 361-366, 2009.

ANEXOS

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL FRUTOS *IN NATURA* DE PITAIA

Nome: _____.

Data: __/__/____.

Avalie as amostras e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou da aparência e sabor das diferentes espécies de pitaia *in natura*.

Nº Amostra	Aparência Interna	Aparência Externa	Sabor	Consistência	Impressão Global
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____

Comentários:

- 9- gostei extremamente
- 8- gostei muito
- 7- gostei moderadamente
- 6-gostei ligeiramente
- 5-nem gostei/ nem desgostei
- 4- desgostei ligeiramente
- 3-desgostei moderadamente
- 2-desgostei muito
- 1-desgostei extremamente

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DE SUCOS DE PITAIA.

Nome: _____.

Data: __/__/____.

Avalie as amostras e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou da aparência e sabor das diferentes espécies de pitaia.

Nº Amostra	Análise Cor	Análise Sabor	Análise Consistência	Análise Impressão Global
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

Comentários:

- 9- gostei extremamente
- 8- gostei muito
- 7- gostei moderadamente
- 6-gostei ligeiramente
- 5-nem gostei/ nem desgostei
- 4- desgostei ligeiramente
- 3-desgostei moderadamente
- 2-desgostei muito
- 1-desgostei extremamente

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DE VITAMINAS DE PITAIA.

Nome: _____.

Data: __/__/____.

Avalie as amostras e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou da aparência e sabor das vitaminas das espécies de pitaia.

Nº Amostra	Análise Cor	Análise Sabor	Análise Consistência	Análise Impressão Global
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

Comentários:

- 9- gostei extremamente
- 8- gostei muito
- 7- gostei moderadamente
- 6-gostei ligeiramente
- 5-nem gostei/ nem desgostei
- 4- desgostei ligeiramente
- 3-desgostei moderadamente
- 2-desgostei muito
- 1-desgostei extremamente

FICHA DE INTENÇÃO DE COMPRA

Nome: _____.

Data: __/__/____.

Avalie as amostras e indique, utilizando a escala abaixo, a sua intenção de compra para este produto, de acordo com as amostras recebidas.

Nº Amostra	Intenção de compra
------------	--------------------

_____	_____
_____	_____
_____	_____

Comentários:

- 1- Certamente não compraria
- 2- Provavelmente não compraria
- 3- Tenho dúvidas se compraria
- 4- Provavelmente compraria
- 5- Certamente compraria