

Determinação de ácido ascórbico e carotenóides totais em amostras de polpa de pitaita branca (*hylocereus undatus*) e vermelha (*hylocereus polyrhizus*) submetidas a procedimentos térmicos**Determination of ascorbic acid and total carotenoids in white (*hylocereus undatus*) and red (*hylocereus polyrhizus*) pulp samples submitted to thermal procedures**

DOI:10.34117/bjdv6n8-654

Recebimento dos originais: 21/07/2020

Aceitação para publicação: 28/08/2020

Nailma de Jesus MartinsDoutoranda em Química pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Endereço: Campus JK – Rodovia MGT 367 – Km 583, 5000. Alto da Jacuba. Diamantina – MG, Brasil.

E-mail: nailmajanauba@gmail.com

Sandra Mara Silva

Bacharel em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Endereço: BR 122, Janaúba – MG, Brasil.

E-mail: sandrinhapp2009@hotmail.com

João Paulo Sampaio Rigueira

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa

Instituição: Universidade Estadual de Montes Claros

Endereço: Avenida Reinaldo Viana, 1630, Janaúba – MG, Brasil.

E-mail: jpzootecnia@hotmail.com

Patrícia Xavier Baliza

Doutora em Química pela Universidade Federal da Bahia

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Endereço: BR 122, Janaúba – MG, Brasil.

E-mail:

Patrícia Nirlane da Costa Souza

Doutora em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Endereço: BR 122, Janaúba – MG, Brasil.

E-mail: patricia.souza@ufvjm.edu.br

Leila Moreira Bittencourt Rigueira

Doutora em Química Analítica pela Universidade Federal de Viçosa

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Endereço: BR 122, Janaúba – MG, Brasil.

E-mail: leila.bittencourt@ufvjm.edu.br

RESUMO

A pitáia é uma cactácea frutífera originária das Américas e vem se estabelecendo economicamente em diversos países, como o Brasil. É uma fruta que possui baixo teor calórico e quantidade expressiva de vitaminas, minerais e compostos antioxidantes. Neste contexto, o estudo tem com intuito determinar a concentração de ácido ascórbico (vitamina C) e carotenóides totais em amostras de polpa de pitáia branca e vermelha comercializadas na cidade de Janaúba – Minas Gerais. Empregou-se a titulometria para a determinação de ácido ascórbico e a espectrofotometria UV/visível para a determinação carotenóides totais nas polpas de duas espécies de pitaias (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*) que foram submetidas à procedimentos de aquecimento e congelamento. Os teores de ácido ascórbico nas amostras de pitaias branca e vermelha *in natura* são condizentes com a literatura. Para a maior parte das amostras houve uma correlação positiva entre a temperatura e o tempo de exposição, exceto para a pitáia de polpa vermelha. Os teores de carotenóides totais para as amostras de pitáia de polpa vermelha decresceram com o tempo de armazenamento em ambos os processos (congelamento e aquecimento). Para a pitáia de polpa branca não foi possível determinar a concentração de carotenóides totais empregando a espectrofotometria UV/visível. Baseando-se neste estudo, conclui-se que a pitáia branca e vermelha apresentaram quantidades significativas de ácido ascórbico, podendo ser agregado à alimentação devido ao seu efeito protetor para organismo, sendo seu extrato um potencial substituinte dos ingredientes artificiais utilizados na indústria.

Palavras chave: Pitáia; ácido ascórbico; carotenóides; tratamento térmico.

ABSTRACT

The pitáia is a fruitful cactus originating in the Americas and has been establishing itself economically in several countries, such as Brazil. It is a fruit that has low caloric content and a significant amount of vitamins, minerals and antioxidant compounds. In this context, the study aims to determine the concentration of ascorbic acid (vitamin C) and total carotenoids in samples of white and red pita pulp sold in the city of Janaúba - Minas Gerais. Titulometry was used to determine ascorbic acid and UV / visible spectrophotometry to determine total carotenoids in the pulps of two species of pythias (*Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*) that were submitted to heating and freezing procedures. The levels of ascorbic acid in the samples of fresh white and red pitaya are consistent with the literature. For most samples, there was a positive correlation between temperature and exposure time, except for the red pulp pitaya. The total carotenoid contents for the red pulp pitáia samples decreased with the storage time in both processes (freezing and heating). It was not possible to determine the concentration of total carotenoids for the white pulp pit using UV / visible spectrophotometry. Based on this study, it is concluded that the white and red pitaha had significant amounts of ascorbic acid, which can be added to the food due to its protective effect for the organism, its extract being a potential substitute for artificial ingredients used in the industry.

Keywords: Pitáia; Ascorbic acid; Carotenoids; Antioxidant.

1 INTRODUÇÃO

O mercado mundial tem apresentado um crescente interesse em ofertar alimentos com características bioativas, contendo substâncias que influenciam nas atividades fisiológicas ou metabólicas, contribuindo assim para uma melhor qualidade de vida da população. Tais alimentos são conhecidos atualmente como “alimentos funcionais”. Uma importante propriedade funcional

encontrada em alguns alimentos é a presença de compostos antioxidantes que apresentam papel importante para a saúde humana (CHEN & XU, 2019)

A atividade antioxidante tem-se mostrado como critério na avaliação da qualidade da fruta, as substâncias naturais responsáveis por esta propriedade estão associadas ao combate ao envelhecimento e a redução de doenças crônicas degenerativas (MOURA *et al.*, 2020), pois esses compostos são capazes de diminuir a concentração de radicais livres, que oxida os ácidos nucleicos, lipídeos, proteínas e o DNA promovendo a deformação celular (ZAINOLDIN e BABA, 2009).

A vitamina “C” ou ácido ascórbico desempenha várias funções no metabolismo humano. Atua na fase aquosa como um excelente antioxidante sobre os radicais livres, favorece o aumento da resistência orgânica, é ativador do crescimento, interfere no metabolismo do ferro, da glicose e de outros glicídios, bem como na saúde dos dentes e gengivas (CAMPELO *et al.*, 1998).

Os carotenóides são pigmentos naturais lipossolúveis, encontrados em animais, vegetais e micro-organismos. São utilizados na indústria de alimentos como corantes naturais, substituindo os sintéticos, e como compostos antioxidantes, que combatem os radicais livres. Frutas tropicais vermelhas, folhas verdes de plantas, óleo de palma, batata doce de polpa alaranjada, cenoura, abóbora, tomate e laranja são considerados fontes ricas em carotenóides (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997; CARDOSO, 1997).

As propriedades antioxidantes dos frutos e vegetais devem ser estudados e incorporados nos alimentos pela indústria alimentícia. Para avaliar a capacidade antioxidante de um fruto, faz-se necessário extrair o máximo de compostos antioxidantes. Muitos fatores, tais como: tipos de solvente, tempo de extração, temperatura, pH, proporção sólido-líquido e tamanho das partículas influenciam na extração. A polaridade do solvente é o fator mais importante, pois compostos antioxidantes apresentam polaridade diferenciada entre eles. Dessa forma, a solubilidade em um determinado solvente é característica peculiar do fitoquímico, o que explica a inexistência de um procedimento de extração universal (MELO *et al.*, 2008).

Dentre as frutíferas com potencial de comercialização, destaca-se a pitáia, uma fruta exótica, cactácea nativa das florestas tropicais da América Central e do Sul, do gênero *Hylocereus* conhecida no mundo todo como “Dragon Fruit (Frutado-Dragão)” (ABREU *et al.*, 2012; CORDEIRO *et al.*, 2015; LIRA *et al.*, 2020). É uma fruta de tamanho médio, apresenta formato globoso a elipsoide e casca que dependendo da variedade pode apresentar coloração amarela ou vermelha quando madura. A polpa é cremosa e o sabor levemente adocicado, a coloração varia do vermelho-púrpura brilhante ao branco, com inúmeras pequenas sementes pretas distribuídas por toda polpa (NUNES *et al.*, 2014; OBENLAND *et al.*, 2016). Pode ser consumida fresca ou usadas

para sucos, geleias, marmeladas, compotas, vinho e bebidas (LIAO *et. al.*, 2020; MELLO, 2014; LIRA *et al.*, 2020).

A procura por antioxidantes naturais tem crescido anualmente na indústria farmacêutica, de cosméticos e alimentícios, sendo assim, esse trabalho propõe uma metodologia simples e eficiente para a determinação de ácido ascórbico e carotenóides nas polpas de duas espécies de pitaias (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*) que foram submetidas à procedimentos de aquecimento e congelamento.

2 METODOLOGIA

2.1 AQUISIÇÃO DOS FRUTOS

Foram adquiridos pitaias brancas e vermelhas no comércio local da cidade de Janaúba - MG. As amostras coletadas foram encaminhadas ao laboratório de química da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri- Campus Janaúba-MG. Posteriormente, foram separadas as polpas e trituradas separadamente em um processador doméstico. As amostras foram analisadas logo após a sua aquisição.

2.2 PROCESSAMENTO 1: CICLO DE GELO E DEGELO

Logo após o processamento das pitaias, as polpas foram congeladas para se avaliar a influência do gelo e degelo sobre o conteúdo de ácido ascórbico e carotenóides. Foram realizados três ciclos de gelo e degelo em uma mesma amostra. Cada ciclo consiste em um congelamento de 24 horas e um descongelamento por mais 24 horas sobre refrigeração. A cada ciclo foram realizadas as extrações e quantificações de ácido ascórbico e carotenóides.

2.3 PROCESSAMENTO 2: AQUECIMENTO DAS POLPAS DE PITAIAS EM DIFERENTES TEMPOS DE EXPOSIÇÃO

Para se avaliar a influência do aquecimento (temperatura e tempo de aquecimento) sobre o conteúdo de carotenóides e ácido ascórbico empregou-se o aquecimento nas temperaturas de 40, 60 e 80 °C e nos tempos de 2, 5 e 10 minutos para cada uma dessas temperaturas. As amostras foram colocadas em um tubo falcon para serem aquecidas em um banho maria.

Decorridos esses tempos, as amostras foram resfriadas e submetidas ao procedimento de extração para a determinação de carotenóides totais (item 2.4). Para a determinação de ácido ascórbico as amostras foram resfriadas e tituladas, conforme descrito no item 2.5.

2.4 QUANTIFICAÇÃO DE CAROTENÓIDES TOTAIS

Pesou-se 2,00g da polpa das pitaias e adicionou-se 2 mL de água, agitou-se por 1 min no vórtex e deixou o extrato em repouso por 30 min na geladeira ao abrigo de luz. A partir desses extratos foram realizadas as quantificações antes (amostra *in natura*) e depois de realizar os procedimentos de aquecimento e congelamento. Após a simulação as amostras foram acrescidas de 2 mL de solvente extrator. O solvente utilizado foi água deionizada (pH 7). Depois de homogeneizada deixou-se a amostra com solvente extrator em repouso por 1h na geladeira ao abrigo de luz. Logo, a amostra foi centrifugada por 15 minutos à 3000 rpm, filtrada a vácuo e lavado 3 vezes com o mesmo solvente e o volume completado para 10 mL. O extrato final foi mantido em repouso por 2h na geladeira e em seguida foi realizada a quantificação por espectrofotometria UV/visível no comprimento de onda de 450 nm. O teor de carotenóides foi calculado através da Equação 1 adaptada de Pereira (2002).

$$\text{Carotenóides Totais } (\mu\text{g} / 100 \text{ g}) = \frac{\text{ABS} \times \text{Vf} \times 1.000.000}{\text{M} \times \varepsilon}$$

Onde,

ABS= Absorbância da solução;

Vf= Volume final;

M= Massa da amostra;

ε = 2592 (Coeficiente de absorvidade).

2.5 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO

O teor de vitamina C (ácido ascórbico) foi determinado pelo método de Balentine, de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Inicialmente pesou-se 2,00 g da polpa das pitaias, transferiu-se o conteúdo para um erlenmeyer de 250 mL, juntamente com 50 mL de água deionizada. Em seguida, adicionou-se 10 mL de ácido sulfúrico 20 % (v/v). Após a homogeneização, adicionou-se 1 mL de solução de iodeto de potássio 10 % (m/v) e 1 mL de solução de amido 1 % (m/v). As amostras foram tituladas com solução de iodato de potássio 0,0002 M, até a coloração azul intenso (Figura 7). O teor de ácido ascórbico foi calculado através da Equação 1:

$$\text{Vitamina C (mg/100g)} = \frac{100 \times \text{Vx} \times \text{F}}{\text{P}}$$

Onde,

V= Volume de iodato de potássio gasto na titulação

F= 0,08806 (iodato de potássio 0,0002 M)

P= número de gramas da amostra

As quantificações foram realizadas antes (amostra *in natura*) e depois dos procedimentos de congelamento e aquecimento.

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

As quantificações de ácido ascórbico e carotenóides totais foram realizadas em triplicata e os resultados analisados estatisticamente utilizando o software Sisvar 5.6 (Build 86), através da análise de variância (ANAVA) pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

a. Determinação do Teor de Carotenóides Totais

Foram realizadas as quantificações de carotenóides totais nas duas espécies de pitaias empregando a espectrofotometria, no entanto as absorvâncias dos extratos da pitaiia de polpa branca (*Hylocereus undatus*) nos tratamentos estabelecidos se aproximaram muito de zero, desta forma, não foi possível realizar a quantificação com a metodologia utilizada.

Na tabela 1 estão descritos os dados obtidos ao avaliar a influência de gelo e degelo sobre a concentração de carotenóides totais em amostras de polpa da pitaiia vermelha.

Tabela 1 – Concentrações, em mg.100g⁻¹, de carotenóides totais em amostras de pitaiia *in natura* (tempo zero) e sob ciclo de gelo e degelo.

Tempo de Estocagem (Dias)	Carotenóides Totais (mg.100g⁻¹)	Retenção de Carotenóides Totais (%)
0	0,62 ± 0,00 ^a	100
Ciclo 1	0,28 ± 0,01 ^b	45,16
Ciclo 2	0,25 ± 0,01 ^b	40,32
Ciclo 3	0,3 ± 0,00 ^b	48,38

*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

De acordo com a Tabela 1, observou-se que ocorreu uma diminuição significativa do teor de carotenóides totais (54,84%) comparando a amostra *in natura* com a amostra congelada por 24h (ciclo 1), no entanto para os demais ciclos não foi verificado decréscimo significativo comparado ao primeiro armazenamento. Lopes (2005) ao avaliar a concentração de carotenóides

por períodos de 0, 15, 30, 45, 60 e 90 dias a -18°C em polpa de pitanga, observou-se uma perda de 13,67% nos primeiros trinta dias e a partir deste ponto não aconteceu mais perdas substanciais. Soares & José (2013) ao determinar teores médios de carotenóides em polpas de manga espada *in natura*, congeladas e armazenadas por 60 dias, constatou-se uma redução de 11% nos primeiros vinte dias e 44% ao final do tempo de armazenamento.

Rodriguez-Amaya *et al.* (2008) afirmam que tanto o congelamento rápido como o armazenamento em temperatura de congelamento propiciam a retenção de carotenóides nos alimentos, o que pode ter ocorrido nas amostras congeladas e armazenadas sob refrigeração, no qual observou-se perda significativa no teor de carotenóides totais.

A tabela 2 apresenta os teores de carotenóides totais obtidos em amostras de pitaia vermelha aquecidas durante tempos pré-determinados.

Tabela 2 - Teor de carotenóides totais, em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, em amostra de pitaia vermelha *in natura* (tempo zero) e tratadas termicamente a 40, 60 e 80 $^{\circ}\text{C}$ durante 2, 5 e 10 minutos.

Temperatura e Tempo	Carotenóides Totais	Retenção de Carotenóides
	($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$)	Totais (%)
<i>In natura</i>	$0,62 \pm 0,00^a$	100
40 $^{\circ}\text{C}$; 2 min	$0,61 \pm 0,05^a$	98,39
40 $^{\circ}\text{C}$; 5 min	$0,61 \pm 0,02^a$	98,39
40 $^{\circ}\text{C}$; 10 min	$0,52 \pm 0,01^b$	83,87
60 $^{\circ}\text{C}$; 2 min	$0,44 \pm 0,01^c$	70,97
60 $^{\circ}\text{C}$; 5 min	$0,44 \pm 0,01^c$	70,97
60 $^{\circ}\text{C}$; 10 min	$0,36 \pm 0,01^d$	58,06
80 $^{\circ}\text{C}$; 2 min	$0,26 \pm 0,03^e$	41,94
80 $^{\circ}\text{C}$; 5 min	$0,24 \pm 0,02^e$	38,70
80 $^{\circ}\text{C}$; 10 min	$0,25 \pm 0,00^e$	40,32

*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Os resultados demonstram que as amostras submetidas ao aquecimento de 40 $^{\circ}\text{C}$ durante 2 e 5 minutos não apresentaram perdas significativas no teor de carotenóides totais em relação às amostras *in natura*, entretanto a partir de 10 minutos de aquecimento na mesma temperatura os teores apresentaram tendência à diminuição, permanecendo assim até o final do tratamento térmico. Segundo Rodriguez-Amaya (1997) a estabilidade dos carotenóides difere de um alimento para o outro e a sua destruição durante o processamento ou estocagem ocorre principalmente por oxidação

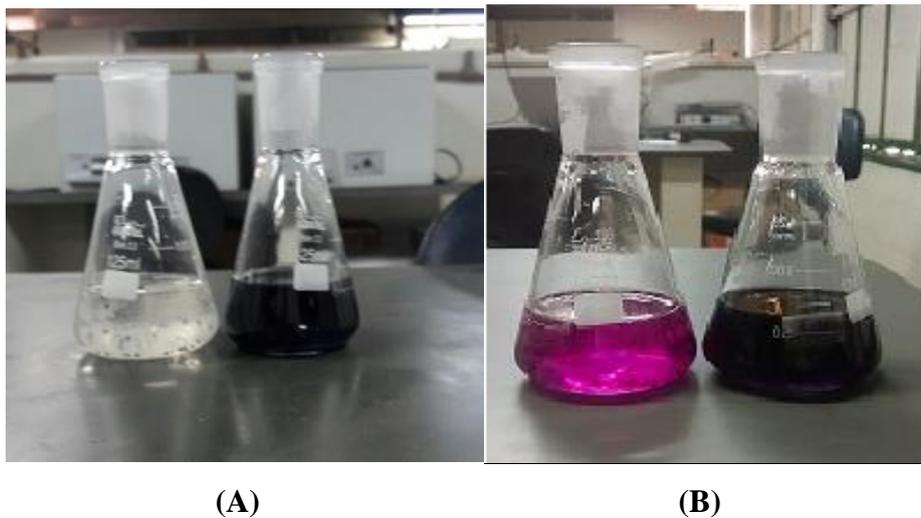
enzimática e fatores como exposição à luz e ao oxigênio, disponibilidade de água, temperatura, tempo de exposição e presença de antioxidantes e/ou pró-oxidantes podem influenciar os processos oxidativos. Assim, fatores como temperatura de aquecimento e tempo de exposição podem ter contribuído para a degradação de carotenóides totais nas amostras de polpa de pitaiia vermelha.

Todavia, Rodriguez-Amaya (1997) relata que o tratamento térmico, utilizando uma temperatura elevada em um curto período de tempo, apesar de reduzir os níveis de carotenóides presente nos alimentos na forma *in natura*, pode contribuir para evitar mais perdas desse composto durante o armazenamento.

3.2 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO

A quantificação de ácido ascórbico foi realizada através da titulometria e a Figura 1 representa os resultados colorimétricos das titulações para as amostras de pitaiia branca e vermelha antes e após o procedimento de análise.

Figura 1 - Amostras de pitaiia (A) branca e (B) vermelha antes e após a determinação de ácido ascórbico



O congelamento como técnica de conservação de alimentos é eficiente desde que sejam observados alguns cuidados a fim de minimizar as perdas nutricionais do alimento. Assim, foram realizados ensaios de congelamento e descongelamento da polpa das amostras de pitaiia a fim de avaliar a influência sob o teor de ácido ascórbico. Os resultados obtidos estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Concentrações, em mg.100g⁻¹, de ácido ascórbico em amostras de pitaiia (branca e vermelha) *in natura* (tempo zero) e sob ciclo de gelo e degelo.

Tempo (Dias)	Pitaiia Branca	Pitaiia Vermelha
0	24,22 ± 0,44 ^a	26,42 ± 0,00 ^a
Ciclo 1	26,86 ± 0,44 ^b	27,74 ± 0,44 ^b
Ciclo 2	26,64 ± 0,22 ^b	27,74 ± 0,88 ^b
Ciclo 3	26,20 ± 0,66 ^b	27,52 ± 0,22 ^b

*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O teor médio de ácido ascórbico nas amostras *in natura* (tempo zero) foi de 24,22 ± 0,44 e 26,42 ± 0,00 mg.100g⁻¹ em polpa de pitaiia branca e vermelha, respectivamente. Choo & Yong (2011) encontraram valores aproximados, sendo 31,05 ± 1,22 mg.100g⁻¹ em polpa de pitaiia branca e 32,65 ± 1,59 mg.100g⁻¹ em polpa de pitaiia vermelha. Abreu *et al.* (2012) empregaram o método colorimétrico com 2,4 dinitrofenilhidrazina para determinar a concentração de ácido ascórbico em polpas de pitaiias branca e vermelha, obtendo-se 17,73 ± 0,80 e 20,69 ± 2,02 mg.100g⁻¹, respectivamente.

O conteúdo de ácido ascórbico na polpa da pitaiia branca e vermelha submetidas ao procedimento de congelamento, apresentou aumento quando comparado com a polpa *in natura* (tempo zero). As amostras analisadas não apresentaram diferença significativa dos teores de vitamina C durante os ciclos de gelo e degelo. De acordo com Chambers *et al.* (1996) a estabilidade do ácido ascórbico pode aumentar se houver abaixamento de temperatura e diminuir caso ocorra uma temperatura de aquecimento e luminosidade. Isto indica que o congelamento dificultou a degradação da vitamina C durante o armazenamento. Apesar da pitaiia não apresentar alto teor de ácido ascórbico, o processo de congelamento manteve os valores nutricionais.

Segundo Lee e Kader (2000) a redução gradual do teor de vitamina C em frutos ocorre devido fatores como luz, presença de oxigênio, pH, ácidos, teor de água, enzimas e aumento de temperatura e do tempo de armazenamento. Assim, fatores como armazenamento, ausência de luz e abaixamento de temperatura podem ter contribuído para a estabilidade do ácido ascórbico, uma vez que as amostras foram congeladas e refrigeradas ao abrigo de luz.

De acordo com a Recommended Dietary Allowances a quantidade mínima de ácido ascórbico por dia necessária para um adulto é de 60 mg. Isso indica que, a ingestão de 100g da polpa das pitaiias estudadas, seja *in natura* ou congelada, suprem, aproximadamente, 42% da

recomendação diária. Além disso, o congelamento de sua polpa não alterou significativamente os valores dessa vitamina, o que seria uma vantagem para o consumo de suas polpas congeladas.

Neste estudo também foi avaliado a influência da temperatura e tempo de aquecimento sobre o teor de ácido ascórbico nas amostras investigadas. Os resultados obtidos para a pitáia de polpa branca (*Hylocereus undatus*) estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Teor de ácido ascórbico, em mg.100g⁻¹ de amostra, em polpa de pitáia branca *in natura* (tempo zero) e tratadas termicamente a 40, 60 e 80 °C durante 2, 5 e 10 minutos.

Temperatura e Tempo	<i>Hylocereus Undatus</i>
<i>In natura</i>	24,22 ± 0,44 ^a
40 °C; 2 min	24,22 ± 0,44 ^a
40 °C; 5 min	24,66 ± 0,44 ^a
40 °C; 10 min	23,56 ± 0,22 ^b
60 °C; 2 min	22,46 ± 0,88 ^b
60 °C; 5 min	23,78 ± 0,88 ^b
60 °C; 10 min	24,88 ± 0,22 ^a
80 °C; 2 min	23,12 ± 0,22 ^b
80 °C; 5 min	23,56 ± 0,66 ^b
80 °C; 10 min	24,00 ± 0,66 ^a

*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os resultados demonstraram que as amostras submetidas ao aquecimento de 40 °C durante 2 e 5 minutos não apresentaram perdas significativas no teor de ácido ascórbico em relação às amostras *in natura* (tempo zero), entretanto observa-se uma redução no teor desta vitamina após 10 minutos de aquecimento na mesma temperatura. Para as amostras aquecidas a 60 e 80 °C nos tempos pré-determinados não foi observadas perdas substanciais em relação as amostras aquecidas a 40 °C durante 10 minutos. Exceto para as amostras aquecidas durante 10 minutos nas temperaturas 60 e 80 °C, na qual observou-se que não houve diferença significativa em relação as amostras *in natura*. Isso provavelmente ocorreu devido a ação da temperatura sobre a enzima ácido ascórbico oxidase, acarretando sua inativação e evitando assim a degradação da vitamina C (CAMPELO *et al*, 1998).

Segundo Correia *et al.* (2008), a oxidação de ácido ascórbico pode ocorrer nos primeiros segundos antes da enzima ácido ascórbico oxidase ser inativada, o que pode ter ocorrido nas

amostras submetidas a menor temperatura e/ou menor tempo de exposição. Vários estudos têm constatado que a temperatura pode promover alterações nos teores de ácido ascórbico, assim como nas propriedades físico-químicas (MELÉNDEZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2007; FARNWORTH *et al.*, 2001).

Diferentemente da pitáia de polpa branca, as amostras da pitáia de polpa vermelha apresentaram aumento na concentração de ácido ascórbico durante o tratamento térmico, exceto as amostras aquecidas à 40 e 80 °C durante 10 e 2 minutos, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5 - Teor de Ácido ascórbico, em mg.100g⁻¹ de amostra, em polpa de pitáia vermelha *in natura* (tempo zero) e tratadas termicamente a 40, 60 e 80 °C durante 2, 5 e 10 minutos

Temperatura e Tempo	<i>Hylocereus Polyrhizus</i>
<i>In natura</i>	26,42 ± 0,00 ^a
40 °C; 2 min	32,58 ± 0,88 ^e
40 °C; 5 min	28,84 ± 0,66 ^b
40 °C; 10 min	27,08 ± 0,31 ^a
60 °C; 2 min	28,18 ± 0,88 ^b
60 °C; 5 min	28,84 ± 1,10 ^b
60 °C; 10 min	29,94 ± 0,44 ^c
80 °C; 2 min	27,52 ± 0,66 ^a
80 °C; 5 min	28,40 ± 0,66 ^b
80 °C; 10 min	31,26 ± 0,44 ^d

*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Este fato pode ser justificado pela dificuldade da visualização do ponto final da reação, devido à coloração vermelho intenso da pitáia vermelha (Figura 1). A mudança na cor natural da amostra para uma coloração azul foi, por muitas vezes, sutil, sendo que, quanto maior era a intensidade da cor natural da amostra, maior também era a dificuldade na análise. Provavelmente, excesso de iodato de potássio foi necessário para que o ponto de viragem pudesse ser detectado visualmente, o que pode ter acarretado em maior teor de ácido ascórbico nessas amostras.

Em relação as amostras aquecidas durante 2 e 10 minutos à 80 e 40 °C, respectivamente, observou-se que não houve diferença significativa no conteúdo de vitamina C em relação as amostras *in natura*. Essa estabilidade do ácido ascórbico pode estar associada a inativação da enzima ácido ascórbico oxidase, evitando a degradação dessa vitamina nas amostras durante o tratamento térmico.

4 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que o congelamento não alterou significativamente os teores de ácido ascórbico nas amostras de pitaiia branca e vermelha durante o armazenamento, o que seria uma vantagem para o consumo de suas polpas congeladas. Em relação a temperatura e tempo de aquecimento, a redução da concentração de ácido ascórbico foi significativa para as amostras de pitaiia branca. Isto indica que o aquecimento da polpa para elaboração de outros produtos como geleias e compotas pode resultar em uma redução nos teores desta vitamina.

O método titulométrico utilizado para a quantificação de ácido ascórbico mostrou-se eficiente, entretanto, para a pitaiia de polpa vermelha, a análise visual apresentou dificuldade.

Não foi possível determinar o teor de carotenóides para a pitaiia de polpa branca empregando a espectrofotometria UV/visível, embora alguns autores tenham realizado essa quantificação utilizando esta técnica. Desse modo, sugere-se em estudos posteriores uma avaliação detalhada desta metodologia padrão.

Os valores de carotenóides totais em amostras de pitaiia de polpa vermelha decresceram com o tempo de armazenamento em ambos os processos (aquecimento e resfriamento). Assim, o processamento da polpa desta fruta seja para sua comercialização congelada ou para a preparação de geleias ou outras preparações que necessitam de aquecimento, levam a uma perda destes compostos, sendo indicado, neste caso, seu consumo *in natura*.

REFERÊNCIAS

ABREU, W. C.; LOPES, C. O.; PINTO, K. M.; OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, G. B. M.; BARCELOS, M. F. P. Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaiias vermelha e branca. Revista do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 656-61, 2012.

CAMPELO, E. C. DE S.; MARTINS, M. H. B.; CARVALHO, I. T.; PEDROSA, E. M. R.; Teores de vitamina “c” em polpas de acerola (*malpighia glabra l.*) Congeladas. B. CEPPA, v. 16, n. 1, p. 107-113. Curitiba, 1998.

CARDOSO, L.S. Fotofísica de carotenóides e o papel antioxidante de β -caroteno. Química Nova, 20(5): 535-540, 1997.

CHAMBERS, S. J. ; LAMBERT, N. ; PLUMB, G. W. ; WILLIAMSON, G. Evaluation of the antioxidant properties of a methanolic extract from juice plus fruit and juice plus vegetable (dietary supplements). Food Chem., v.57, p.271-274, 1996.

CHEN, B; XU, M.; Natural Antioxidants in Foods. Encyclopedia of Food Chemistry, v. 1, 2019.

CHOO, W. S.; YONG, W. K. Antioxidant properties of two species of Hylocereus fruits. Advances in Applied Science Research, Tokyo, v.2 n.3, p. 418-425, Mar. 2011.

CORDEIRO, M. H. M.; SILVA, J. M.; MIZOBTSI, G. P.; MIZOBTSI, E. H.; MOTA, W. F.; Caracterização física, química e nutricional da pitáia-rosa de polpa vermelha Rev. Bras. Frutic.; V. 37; p. 020-026; 2015; <https://doi.org/10.1590/0100-2945-046/14>

CORREIA, L. F. M.; FARAONI, A. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 19, n.1, p. 83-95, 2008.

de CUNHA, C. T.; FERNANDES, V. B.; SILVA, A. C. S.; MENDES, F. N. P.; VIEIRA, I. G. P. Extração e caracterização por espectroscopia da luteína a partir de flores *Tagetes spp.* Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 7, p. 46030-46035, 2020.

FARNWORTH, E. R.; LAGACÉ, M.; COUTURE, R.; YAYLAYAN, V.; STEWART, B. Thermal processing, storage conditions, and the composition and physical properties of orange juice. Food Research International, v. 34, n. 1, p. 25-30, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do (IAL) - Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. Edição IV. 1000p. 2008.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biology and Technology, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

LIAO, H.; ZHU, W.; ZHONG, K.; LIU, Y.; Evaluation of colour stability of clear red pitáia juice treated by thermosonication; LWT - Food Science and Technology; V. 121; 108997; 2020; <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108997>;

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., & ZOCCOLO, G. J.; Metabolic profile of pitáia *Hylocereus polyrhizus*(F.A.C. Weber) Food Research International, 127, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108701>. (2020).

LOPES, A.S. Pitanga e acerola: estudo de processamento, estabilidade e formulação de néctar misto. Campinas – SP. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Tese de Doutorado. 2005. p. 193.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Provitamin A carotenoids and ascorbic acid contents of the different types of orange juices marketed in Spain. Food Chemistry, v. 101, n. 1, p. 177-184, 2007.

MELLO, F.R. Avaliação das características físico-químicas e atividade antioxidante da pitáia e determinação do potencial do mesocarpo como corante natural para alimentos. Curitiba. Universidade Federal do Paraná. Dissertação doutorado, 2014.

MELO, E.A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; ARAÚJO, C. R.; Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. Alimento e Nutrição; v.19; p. 67- 72; 2008.

MOURA, J. G. L.; PETROSKI, P. S.; de LIMA, D. L.; MOSSMANN, V.; WEIMER, P.; de CASTILHOS, J.; ZIEGLER, V.; ROSSI, R. C. Avaliação da influência do tempo de congelamento no potencial antioxidante e teor de cianidina-3-glicosídeo em frutos de amora-preta. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 3, p. 15096-15113, 2020.

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. *Revista Gaia Scientia*, v.8, n.1, p.90-98, 2014.

OBENLAND, D.; CANTWELL, M.; LOBO, R.; SIEVERT, J.; ARPAIA, M. L. Impacto f atorage conditions and variety on quality attributes and aroma volatiles of pitahaya (*Hylocereus spp.*). *Scientia Horticulturae*. v.199, p.15-22, 2016.

PEREIRA, A. S. Teores de carotenóides em cenoura (*Daucus carota* L.) e sua relação com a coloração das raízes. Minas Gerais. Universidade Federal de Viçosa. Dissertação de mestrado, 2002.

RECOMMENDED DIETARY ALLOWANCES NATIONAL. Washington : Academic Press, 1989. p. 284-286.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods. Washington, DC: OMNI, 1997- 93 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. Fontes de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos. Brasília: Ministério de Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2008. 99p.

SOARES, L. P.; JOSÉ, A. R.; Compostos bioativos em polpas de mangas ‘rosa’ e ‘espada’ submetidas ao branqueamento e congelamento. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal – SP, v. 35, n.2, p. 579-586, 2013.

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*, v.60, p. 361-366, 2009.