

Conservação de frutos de pitaia (*Hylocereus undatus* (Haw.)) com utilização de revestimentos comestíveis e refrigeração

RESUMO

A cactácea pitaia, rica em nutrientes, ácidos graxos essenciais e antioxidante, apresenta vida de prateleira entre 6 a 8 dias, ao qual dificulta sua exportação. Este estudo teve como objetivo avaliar as características químicas e bioquímicas durante o armazenamento dos frutos com aplicação de revestimentos comestíveis e refrigeração. Os frutos foram selecionados quanto a injúrias e danos físicos, lavados e higienizados. A aplicação dos tratamentos foi realizada com gelatina e fécula, seguido de refrigeração em temperaturas de 8 °C e 13 °C. Os frutos foram armazenados durante 25 dias e avaliados quanto à açúcares totais e redutores (%), compostos fenólicos (AGE/mg), atividade antioxidante (% DPPH) e coloração. Os tratamentos aplicados não demonstraram influência sob os parâmetros avaliados. As temperaturas de refrigeração influenciaram na manutenção da qualidade dos frutos durante o período armazenado. O resultado da melhor temperatura para conservação dos frutos foi à 8 °C.

PALAVRAS-CHAVE: *Hylocereus undatus*; Pós-colheita; Qualidade; Conservação.

Juliana Cristina Castro

julianacristinacastro06@gmail.com
Doutora em Ciência de Alimentos,
Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Maringá, Paraná, Brasil.

Laura Paulino Mardigan

mardiganlaura@gmail.com
Pós-Graduação em Ciência de Alimentos,
Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Maringá, Paraná, Brasil.

Rafaela Watanabe

rafaelawatanabe@gmail.com
Doutora em Agronomia, Universidade
Estadual de Maringá (UEM), Maringá,
Paraná, Brasil.

Edmar Clemente (*in memoriam*)

eclemente@uem.br
Departamento de Ciências Agrárias,
Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Maringá, Paraná, Brasil.

Benício Alves de Abreu Filho

baafilho@uem.br
Departamento de Ciências Básicas da
Saúde, Universidade Estadual de Maringá
(UEM), Maringá, Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

O consumo de frutos exóticos tem aumentado nos últimos anos, além de apresentarem características e sabores diferenciados que os tornam atrativos aos consumidores. Dentre os frutos exóticos com grande potencial de comercialização, encontra-se a cactácea pitáia. Originária das regiões tropicais do México, América Central e do Sul (FREITAS e MITCHAM, 2013), popularmente conhecida como fruto dragão, apresenta caule segmentado, raízes aéreas e epífita (LIM *et al.*, 2010). Pertencente à família *Cactaceae*, existem diferentes espécies, sendo algumas comerciais ou nativas, além disso, as espécies apresentam entre si diferenças entre características físicas e químicas, tais como, formato, cor da casca e da polpa, presença de espinhos, teores de açúcares e ácidos orgânicos (LIMA *et al.*, 2013; ARIFFIN *et al.*, 2009).

A espécie *Hylocereus undatus* (Haw.), pitáia com casca de coloração vermelha e polpa branca, tem demonstrado atenção mundialmente por apresentar considerável atividade antioxidante (REBECCA; BOYCE; CHANDRAN, 2010; NURLIYANA *et al.*, 2010). Em sua composição o fruto ainda apresenta ótimas características, sendo rico em micronutrientes encontrados na casca, polpa e sementes, além de estar relacionado com a redução de risco a doenças cardíacas (WU *et al.*, 2006; ARIFFIN *et al.*, 2009; JAAFAR *et al.*, 2009).

A pitáia é um fruto não climatérico e é considerado adequado para consumo quando colhido maduro, apresentando excelente qualidade, ao qual decresce durante o armazenamento (NERD *et al.*, 1999; CHIEN *et al.*, 2007; ZEE *et al.*, 2004). Há algumas décadas, essas plantas não eram conhecidas e atualmente ocupam um nicho crescente no mercado de frutas exóticas da Europa e vêm sendo procuradas não só pelo exotismo da aparência, como também por suas características sensoriais (LE BELLEC *et al.*, 2006).

Entretanto, a mesma apresenta na pós-colheita desvantagens que estão relacionados com as injúrias mecânicas, injúria por *Chilling*, perda de água, aparecimento de podridões pós-colheita e conseqüentemente diminuição da qualidade e menor tempo de vida útil do fruto (NERD *et al.*, 1999; WALL e KHAN, 2008; CASTRO *et al.*, 2014; CHANDRAN, 2010).

Diante deste exposto, tecnologias e inovações para a conservação da qualidade de frutos no período pós-colheita são empregados para a manutenção dos frutos. Ainda pode-se ressaltar que as principais causas pelas aplicações dos métodos de conservação dos alimentos também estão relacionadas a perecibilidade dos alimentos, sazonalidade das produções e distribuições geográficas das produções e do centro de consumo (VASCONCELOS e MELO FILHO, 2010).

Entre os métodos de conservação, pode-se citar a conservação pelo frio, controle de umidade, adição de solutos, aditivos químicos, e outros (SILVA JUNIOR, 2002). Relacionado a estes fatores, o objetivo deste estudo foi avaliar características químicas e bioativas durante o armazenamento de frutos de pitáia submetidos a diferentes tratamentos, como refrigeração e revestimentos comestíveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

PREPARO DAS AMOSTRAS

O experimento foi realizado com frutos de pitaiá, colhidos no município de Marialva, Paraná (23°46'35.51"S, 51°79'71.10"O), no mês de janeiro de 2013. Os frutos foram selecionados quanto a injúrias e danos mecânicos, lavados e sanitizados com hipoclorito de sódio a 1%.

APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO

Os tratamentos foram realizados com a aplicação de revestimento comestível de fécula de mandioca a 2 %; solução de gelatina à 2 % e grupo testemunha, sem aplicação de revestimentos. Desta forma, os tratamentos foram divididos em: 1) Controle (testemunha), 2) Solução de fécula de mandioca à 2 % e 3) Solução de gelatina à 2 %. Os revestimentos de fécula e gelatina foram dissolvidos em água sob agitação, aquecendo-se a suspensão até 70 °C até completa homogeneização e diluição, conforme Pereira *et al.*, (2006). A imersão dos revestimentos foi realizada por 2 minutos, secos naturalmente e armazenados em condições diferentes.

ARMAZENAMENTO DAS AMOSTRAS

Todos os frutos tratados foram divididos em dois grupos, onde o primeiro foi armazenado em temperatura refrigerada, 8 °C (Umidade Relativa (UR) 65%) (T1) e o segundo, 13 °C (UR 65%) (T2), totalizando 15 frutos por tratamento e temperatura. O armazenamento foi realizado durante 25 dias. Durante o armazenamento dos frutos, realizou-se análises físico-químicas e bioquímicas em intervalos de 5 a 5 dias. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES TOTAIS E REDUTOR EM GLICOSE

A metodologia consiste da reação do cobre reativo da solução de Fehling que é reduzido para óxido cuproso, com formação de resíduo vermelho por titulação volumétrica, conforme metodologia do IAL (2008). A determinação para os glicídios totais e redutor em glicose foi expressa em porcentagem.

COMPOSTOS FENÓLICOS

A determinação de compostos fenólicos foi realizada de acordo com o método de Singleton e Rossi (1965) e modificações por Pierpoint (2004), onde foi recuperado o extrato (Melo *et al.*, 2006, com modificações) e a leitura realizada em espectrofotômetro a 725 nm. A determinação da curva de polifenóis totais foi avaliada a partir da solução inicial de ácido gálico. Os resultados foram expressos em ácido gálico equivalente - AGE/100 g de polpa da fruta.

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (% DE INIBIÇÃO DO RADICAL)

A atividade antioxidante total foi avaliada através do radical DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) de acordo com o método descrito por Mensoret *al.* (2001). A curva de calibração foi realizada conforme Rufino *et al.* (2007). As absorvâncias das amostras foram registradas através do espectrofotômetro, contra um branco em 517 nm. A inibição do radical livre DPPH foi calculada e expressa em porcentagem de inibição do radical DPPH.

COLORAÇÃO

A leitura da coloração dos frutos de pitáia foi determinada através do colorímetro digital modelo CR-10, da marca KONICA MINOLTA. Foram coletadas as variáveis L* (luminosidade), C* (Croma) e H* (ângulo Hue) para a casca e polpa. A análise foi determinada conforme realizado por Castro *et al.* (2012).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância pela ANOVA e para a comparação das médias, foi utilizado o teste de Tukey ao nível de 5% probabilidade, através do programa estatístico SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2008). Os gráficos foram gerados pelo software Origin 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de açúcares totais encontrados entre os parâmetros avaliados na conservação dos frutos de pitáia encontra-se na Tabela 1. Durante o armazenamento, os valores variaram entre as médias de 8,55 à 12,25% para a temperatura de 8 °C (T1) e 8,84 à 13,07% para a temperatura de 13 °C (T2), sendo que o comportamento das médias demonstraram variações entre todos os tratamentos aplicados (temperaturas e revestimentos), com exceção do dia 0, para ambas as temperaturas e nos dias 15 e 20 para a T2.

Tabela 1. Médias dos valores de açúcares totais (%) em polpa de pitáia (*Hylocereus undatus* (Haw.)) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (T1) e 13 °C (T2).

Te*	Re†	Tempo (dias)						CV
		0	5	10	15	20	25	
(T1)±σ‡	T	9,77 ^{bcA} ±0,5	10,40 ^{bAB} ±0,8	8,55 ^{cC} ±1,0	8,59 ^{cC} ±0,8	11,28 ^{abB} ±0,6	12,25 ^{aA} ±0,7**	5,72
	F	9,77 ^{bA} ±0,5	10,78 ^{bAB} ±0,3	9,85 ^{bBC} ±0,3	13,40 ^{aA} ±0,1	12,31 ^{ab} ±0,9	9,97 ^{bC} ±0,2	
	G	9,77 ^{abA} ±0,5	9,45 ^{bB} ±0,4	10,02 ^{abB} ±0,3	10,38 ^{abB} ±0,3	11,26 ^{ab} ±0,6	10,74 ^{abBC} ±0,5	
(T2)±σ‡	T	9,77 ^{abA} ±0,5	9,39 ^{abC} ±0,2	8,84 ^{bA} ±1,1	10,21 ^{aA} ±0,5	10,00 ^{abA} ±0,4**	...	5,35
	F	9,77 ^{bcA} ±0,5	11,19 ^{abB} ±0,9	9,37 ^{cA} ±0,2	10,85 ^{abA} ±0,3	10,29 ^{abC} ±0,1**	...	
	G	9,77 ^{cA} ±0,5	13,07 ^{aA} ±0,4	7,34 ^{dB} ±0,2	11,07 ^{bA} ±0,3	10,76 ^{bcA} ±0,3	...	

NOTA: *Te = Temperaturas de armazenamento. †Re = revestimentos comestíveis, T = testemunha; F = Fécula e G = gelatina. Letras minúsculas diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV = Coeficiente de variação em porcentagem. (**) = Frutos com início da presença de desordens fisiológicas. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos. ‡σ = Desvio padrão.

Os tratamentos aplicados não apresentaram valores representativos que demonstrassem influência sobre os resultados obtidos, porém nota-se em alguns tempos de T1 valores maiores que T2, indicando conservação dos açúcares totais na polpa do fruto. Devido ao processo respiratório, onde os carboidratos são oxidados para a produção de energia para o fruto, a quantidade dos açúcares pode mudar progressivamente nas células vegetais e ainda representa um parâmetro que pode ser utilizado para o acompanhamento das condições pós-colheita dos frutos, ou seja, avaliar a doçura ou qualidade do mesmo (CHITARRA e CHITARRA, 2005). É importante citar que durante a maturação das frutas, uma das características é o acúmulo dos açúcares, como glicose, frutose e sacarose, sendo que eles atingem o máximo no final da maturação, conferindo a qualidade do mesmo. Valores de açúcares total reportados para frutos de pitáia de polpa branca, apresentaram média de 8,45%, já para a pitáia de polpa vermelha média de 7,93% (ABREU *et al.*, 2012).

Os resultados para açúcares redutores em glicose são apresentados na tabela 2. As médias variaram entre 3,38 à 7,86 % para ambas as temperaturas e revestimentos aplicados. O tratamento fécula manteve as maiores médias durante o armazenamento para T1, já para T2 o tratamento gelatina obteve valores maiores, demonstrando durante o armazenamento variações entre os dias.

Coutinho e Cantillano (2007) citam que uns dos principais processos que ocorre no fruto é a respiração, onde há degradação oxidativa de produtos mais complexos presentes nas células, tais como amido, açúcares e ácidos orgânicos e em moléculas mais simples como dióxido de carbono e água, com liberação de energia, ou seja, os frutos utilizam das reservas armazenadas obtendo energia para a manutenção do fruto e contribuindo com a queda dos valores de açúcares ou demais compostos.

Tabela 2. Médias dos valores de açúcares redutores em glicose (%) em polpa de pitiaia (*Hylocereus undatus* (Haw.)) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (T1) e 13 °C (T2).

Te [*]	Re [†]	Tempo (Dias)						CV
		0	5	10	15	20	25	
(T1) ±σ	T	7,01 ^{abA} ±0,5	8,16 ^{aA} ±1,2	5,38 ^{cdC} ±0,2	7,86 ^{aA} ±0,2	7,86 ^{aA} ±0,2	6,41 ^{bcB} ±0,6**	
	F	7,01 ^{abA} ±0,5	7,39 ^{aA} ±0,4	5,55 ^{cbC} ±0,4	4,81 ^{cc} ±0,0	5,87 ^{bcB} ±0,2	7,80 ^{aA} ±0,6	8,26
	G	7,01 ^{abA} ±0,5	6,07 ^{bcB} ±0,2	6,74 ^{abcB} ±0,7	7,27 ^{abB} ±0,5	7,73 ^{aA} ±1,0	5,62 ^{cb} ±0,3	
(T2) ±σ [‡]	T	7,01 ^{aA} ±0,5	7,41 ^{aB} ±1,5	5,53 ^{bA} ±0,1	4,56 ^{bb} ±0,2	4,83 ^{bc} ±0,2**	...	
	F	7,01 ^{aA} ±0,5	6,43 ^{ab} ±0,3	3,38 ^{bb} ±0,2	6,31 ^{aA} ±0,8	7,24 ^{aA} ±0,8**	...	8,03
	G	7,01 ^{abA} ±0,5	7,78 ^{aA} ±0,9	6,56 ^{bA} ±0,2	5,07 ^{cb} ±0,2	6,03 ^{bcB} ±0,4	...	

NOTA: *Te = Temperaturas de armazenamento. †Re = revestimentos comestíveis, T = testemunha; F = Fécula e G = gelatina. Letras minúsculas diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV = Coeficiente de variação em porcentagem. (**) = Frutos com início da presença de desordens fisiológicas. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos. ‡σ = Desvio padrão.

Nos resultados obtidos para compostos fenólicos, as médias apresentaram diminuição conforme o armazenamento dos frutos independente dos tratamentos aplicados (Figura 1). As mesmas apresentaram valores que variaram de 44,83 a 22,62 mg de AGE/100g de polpa de fruta durante toda a avaliação dos frutos.

Nota-se que em T1, o tratamento testemunha obteve menores médias ao final do armazenamento, já para T2, o mesmo comportamento não foi notado, sendo que as menores médias ao final do armazenamento foram para o tratamento gelatina. Desta forma, o tratamento fécula manteve as maiores médias em ambas as temperaturas, porém ainda não é possível afirmar influência dos revestimentos sobre as características bioquímicas dos frutos.

O estresse causado por condições ambientais adversas, baixas temperaturas, danos mecânicos e os ataques de microrganismos e até mesmo a senescência dos frutos, são condições que podem acarretar modificações no metabolismo fenólico, por meio de oxidações de compostos pré-existentes (CHITARRA e CHITARRA, 2005), considerando o decréscimo dos resultados ao decorrer da avaliação. Wu *et al.* (2006), determinaram compostos fenólicos para pitiaia vermelha e encontraram média de 42,20 mg de AGE/100g na polpa fresca. Choo e Yong (2011) estudaram duas espécies de pitiaia, encontrando valores para *Hylocereus polyhizus* de 24,22 AGE/100g para a polpa fresca e para *Hylocereus undatus*, 28,65 AGE/100g, resultados dos quais estão dentro dos encontrados neste trabalho.

A atividade antioxidante obteve médias entre 10,95 a 15,73% e a partir do 15º dia de avaliação, as médias aumentaram até o final do armazenamento, chegando a média máxima de 26,69% de inibição do radical livre por DPPH (Figura 2).

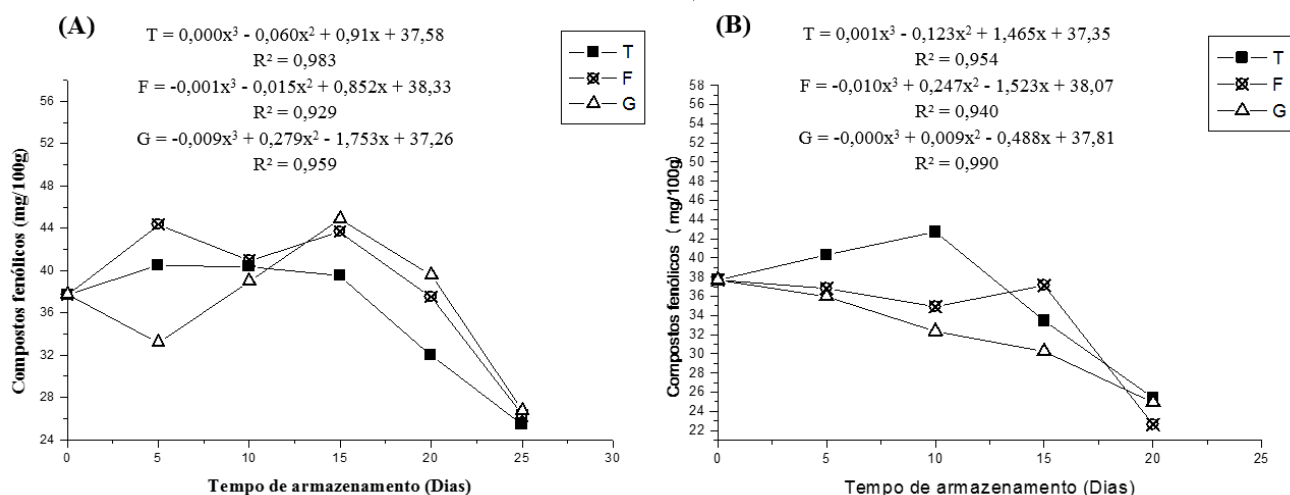


Figura 1 - Médias de valores de compostos fenólicos (mg de ácido gálico equivalente (AGE)/100g de polpa de fruta) em polpa de pitaiá (*Hylocereus undatus* (Haw.)) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 13°C (B). T = testemunha; F = Fécula e G = gelatina.

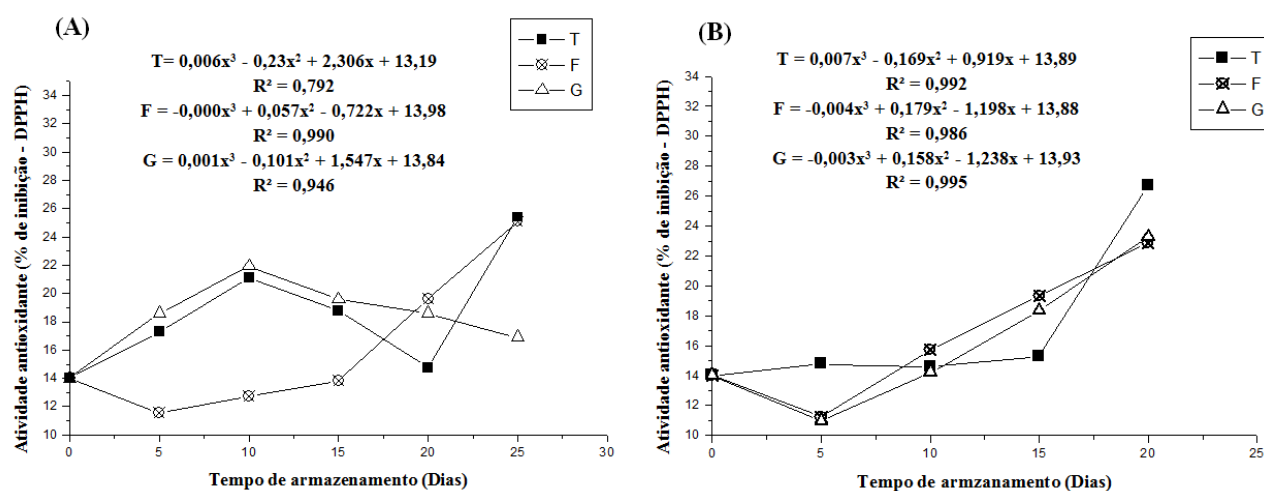


Figura 2 - Médias de valores da atividade antioxidante (% de inibição do radical livre de DPPH) em polpa de pitaiá (*Hylocereus undatus* (Haw.)) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (A) e 13 °C (B). T = testemunha; F = Fécula e G = gelatina.

Para os tratamentos aplicados, em T1 os revestimentos gelatina e testemunha apresentaram valores iniciais maiores, porém ao final do armazenamento testemunha e fécula apresentaram valores superiores em relação a gelatina. Em T2, ambos os revestimentos apresentaram comportamento semelhante, com o tratamento testemunha apresentando maior média ao final do armazenamento. O aumento desses valores pela perda de massa, contribui para o aumento da concentração dos antioxidantes (CHITARRA e CHITARRA, 2005), porém este aumento pode também estar correlacionado com as respostas fisiológicas do fruto devido ao metabolismo normal da maturação (TAIZ e ZEIGER, 2006) ou ao estresse pós-colheita, envolvendo a temperatura,

transpiração, oxigênio e patógenos (ROUSSOS *et al.*, 2007), formando desta forma compostos com caráter antioxidante ao final do armazenamento. Conforme Melo *et al.* (2008), frutos com 70% exibem boa capacidade de sequestro de radicais livres, entre 50 a 70% são considerados médios e abaixo de 50% como fraca capacidade antioxidante. Os resultados deste trabalho apresentaram baixa e média capacidade de sequestro do radical livre na polpa de pitiaia.

Para atividade antioxidante (%) em pitiaia vermelha (*Hylocereus polyhizus*), houve aumento conforme da concentração do extrato, médias das quais estão entre 10 a 80 % de inibição (WU *et al.*, 2006). Os valores encontrados neste estudo são semelhantes aos reportados acima. Estudos demonstram que a pitiaia branca apresenta menor atividade antioxidante, comparado as demais espécies de pitiaia (CHARLES, 2006).

Os resultados para a coloração da casca da pitiaia foram avaliados os parâmetros L*, C* e H*. O parâmetro L*, as médias para a casca do fruto em todas as temperaturas e revestimentos apresentaram-se semelhantes durante todo o armazenamento, valores entre 39,15 a 44,07. As médias de L* para a coloração da casca indicam que o fruto não sofreu alterações durante o armazenamento (Tabela 3).

Tabela 3. Médias de valores de coloração (L*) em polpa de pitiaia (*Hylocereus undatus* (Haw.)) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (T1) e 13 °C (T2).

Te*	Re†	Tempo (Dias)						CV
		0	5	10	15	20	25	
(T1)±σ	T	41,20 ^{ab} ±1,0	42,27 ^{ab} ±1,6	40,65 ^{ab} ±0,9	39,47 ^{ab} ±2,7	40,65 ^{ab} ±2,7	40,55 ^{ab} ±2,2**	4,55
	F	41,20 ^{ab} ±1,0	41,90 ^{ab} ±0,7	40,12 ^{ab} ±1,3	41,20 ^{ab} ±0,8	40,97 ^{ab} ±3,2	40,52 ^{ab} ±2,8**	
	G	41,20 ^{ab} ±1,0	42,07 ^{ab} ±2,4	41,22 ^{ab} ±2,1	39,15 ^{ab} ±2,1	40,30 ^{ab} ±2,4	41,02 ^{ab} ±1,8	
(T2)±σ‡	T	41,20 ^{ab} ±1,0	44,07 ^{ab} ±4,9	39,65 ^{ab} ±1,1	41,10 ^{ab} ±0,5	43,30 ^{ab} ±2,1**	...	5,98
	F	41,20 ^{ab} ±1,0	41,87 ^{ab} ±1,4	42,55 ^{ab} ±1,3	42,90 ^{ab} ±1,4	40,37 ^{ab} ±4,6**	...	
	G	41,20 ^{ab} ±1,0	42,50 ^{ab} ±1,3	43,50 ^{ab} ±2,2	40,87 ^{ab} ±1,7	40,57 ^{ab} ±2,2	...	

NOTA: *Te = Temperaturas de armazenamento. †Re = revestimentos comestíveis, T = testemunha; F = Fécula e G = gelatina. Letras minúsculas diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV = Coeficiente de variação em porcentagem. (**) = Frutos com início da presença de desordens fisiológicas. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos. ‡σ = Desvio padrão.

Os resultados encontrados para o parâmetro C* nesta avaliação, demonstraram que a coloração da casca da pitiaia exibem cores vívidas e intensas, variando as médias entre 48,30 a 38,37 (Tabela 4).

O parâmetro H*, os resultados encontrados para ambas as temperaturas foram valores próximo de 0, desta forma, confirmam a coloração avermelhada na casca dos frutos (Tabela 5).

Entretanto, as médias apresentaram uma leve diminuição conforme o armazenamento dos frutos independente do tratamento, o que indica a intensificação da coloração vermelha. Mesmo com as variações entre os

tratamentos, eles não apresentam diferença entre os demais, demonstrando médias das quais variaram entre 5,80 a 16,02.

Tabela 4. Médias dos valores de coloração (C*) em polpa de pitiaia (*Hylocereus undatus* (Haw.)) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8 °C (T1) e 13 °C (T2).

Te*	Re†	Tempo (Dias)						CV
		0	5	10	15	20	25	
(T1)±σ‡	T	43,10 ^{ba} ±1,9	45,97 ^{abA} ±1,9	48,30 ^{aA} ±0,8	45,52 ^{abA} ±1,7	44,12 ^{ba} ±1,5	46,37 ^{abA} ±2,4**	4,55
	F	43,10 ^{aA} ±1,9	44,67 ^{aA} ±1,1	44,15 ^{abC} ±1,1	41,90 ^{abB} ±1,3	38,37 ^{bb} ±3,9	44,20 ^{aA} ±1,2	
	G	43,10 ^{abA} ±1,9	40,80 ^{bB} ±2,4	45,82 ^{aAB} ±1,9	44,87 ^{aAB} ±2,0	42,25 ^{abA} ±2,5	43,57 ^{abA} ±2,5	
(T2) ±σ‡	T	43,10 ^{aA} ±1,9	44,00 ^{aA} ±2,1	44,05 ^{Aa} ±3,7	42,50 ^{ab} ±1,5	41,40 ^{aA} ±0,0**	...	5,98
	F	43,10 ^{aA} ±1,9	43,10 ^{bc} ±0,8	43,80 ^{aA} ±0,5	43,55 ^{aAB} ±0,7	42,42 ^{aA} ±2,4**	...	
	G	43,10 ^{aA} ±1,99	42,37 ^{bc} ±1,8	42,87 ^{aA} ±0,7	41,05 ^{ab} ±2,3	41,87 ^{aA} ±1,7	...	

NOTA: *Te = Temperaturas de armazenamento. †Re = revestimentos comestíveis, T = testemunha; F = Fécula e G = gelatina. Letras minúsculas diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV = Coeficiente de variação em porcentagem. (**) = Frutos com início da presença de desordens fisiológicas. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos. ‡σ = Desvio padrão.

Tabela 5. Médias dos valores de coloração (H*) em polpa de pitiaia (*Hylocereus undatus* (Haw.)) durante o armazenamento com revestimentos e refrigeração de 8°C (T1) e 13°C (T2).

Te*	Re†	Tempo (Dias)						CV
		0	5	10	15	20	25	
(T1)±σ‡	T	16,02 ^{aA} ±3,4	15,70 ^{aA} ±0,0	14,65 ^{bA} ±2,1	8,70 ^{ba} ±1,6	8,60 ^{bc} ±1,9	7,75 ^{bb} ±0,6**	4,55
	F	16,02 ^{aA} ±3,4	6,60 ^{cb} ±0,2	8,85 ^{bcB} ±1,5	11,35 ^{abcA} ±1,9	12,05 ^{abC} ±1,7	14,95 ^{aA} ±3,3	
	G	16,02 ^{ba} ±3,4	14,87 ^{abA} ±3,9	10,45 ^{cdAB} ±1,6	9,52 ^{da} ±1,8	21,35 ^{aA} ±1,2	10,92 ^{cdAB} ±2,0	
(T2) ±σ‡	T	16,02 ^{aA} ±3,4	7,45 ^{bd} ±0,4	7,60 ^{bb} ±2,1	5,80 ^{bb} ±2,8	9,80 ^{bb} ±4,8**	...	5,98
	F	16,02 ^{ba} ±3,4	14,85 ^{ab} ±0,6	12,25 ^{bcA} ±0,7	10,70 ^{ca} ±1,7	12,95 ^{bcAB} ±3,4**	...	
	G	16,02 ^{ba} ±3,4	12,15 ^{aA} ±0,8	8,85 ^{caB} ±2,0	9,00 ^{caB} ±0,9	9,32 ^{cb} ±2,0	...	

NOTA: *Te = Temperaturas de armazenamento. †Re = revestimentos comestíveis, T = testemunha; F = Fécula e G = gelatina. Letras minúsculas diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e entre a mesma temperatura apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05). CV = Coeficiente de variação em porcentagem. (**) = Frutos com início da presença de desordens fisiológicas. (...) = Tratamentos descartados por podridão dos frutos. ‡σ = Desvio padrão.

Os resultados deste estudo condizem com demais estudos que avaliaram os parâmetros de coloração em sucos de diferentes cactáceas, família da qual a pitiaia se encontra, onde para *Opuntia ficus-indica* cv. 'Rossa' e *Hylocereus poliryzus* (STINTZING; SCHIEBER; CARLE, 2003), o parâmetro L* aumentou conforme os valores de pH tornavam-se mais altos, valores dos quais variaram entre 56,40 a 61,30 e 60,90 a 67,30, respectivamente. Na mesma pesquisa os autores também avaliaram os parâmetros de C* e H* nos sucos, os mesmos não encontram valores diferentes para o parâmetro C* e H* para *Opuntia ficus-indica* cv. "Giulla", *Opuntia ficus-indica* cv. 'Rossa' e *Hylocereus polyrhizus*.

Na avaliação de qualidade pós-colheita de frutos de *Hylocereus undatus* com tratamentos em ar quente (HOA *et al.*, 2006), foi observado valores de L* com

média de 4,47, para C* de 34,12 e H* de 28,16. A avaliação de coloração da polpa também é importante quando tratamos da comercialização dos produtos ou para industrialização dos mesmos. Um alimento ou produto com cor desejável e agradável aos olhos dos consumidores garante a qualidade do mesmo. A avaliação da coloração dos frutos é um importante parâmetro para o produtor e consumidor, pois é através da mesma que pode avaliar se o fruto realmente atingiu ou não condições ideais de comercialização (REIS *et al.*, 2008). Contudo, é importante destacar que os frutos ao final do armazenamento obtiveram uma aparência externa inferior. O tratamento testemunha para T1 e testemunha e fécula para T2 já apresentaram início de desordens fisiológicas ao final do experimento, ou seja, podridões pós-colheita, tornando-os indesejáveis ao consumo.

CONCLUSÃO

As aplicações dos tratamentos influenciaram para a conservação da qualidade dos frutos, sendo 8 °C a melhor temperatura e o revestimento gelatina, devido a manutenção da qualidade e aparência dos frutos. Já para as características químicas e bioquímicas dos frutos, as mesmas não demonstraram influência aos tratamentos aplicados.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Conservation of dragon fruit (*Hylocereus undatus* (Haw.)) fruits with use of edible coatings and refrigeration

ABSTRACT

The cactaceous pitaya, which is rich in nutrients, essential fatty acids and antioxidants, has a shelf life of 6 to 8 days, making it difficult to export. The present study aimed to evaluate chemical and biochemical characteristics during the storage of the fruit through the application of edible coatings and refrigeration. The fruit was selected based on injury and physical damage, washed and sanitized. The application of treatments was performed with gelatin and manioc starch, followed by refrigeration at temperatures of 8 °C and 13 °C. The fruit was stored for 25 days and evaluated for total and reducing sugars (%), phenolic compounds (AGE/mg), antioxidant activity (DPPH%) and coloring. The treatments had no influence on the parameters evaluated. The refrigeration temperatures affected the maintenance of fruit quality during the storage period. The best temperature for fruit conservation was 8 °C.

KEYWORDS: *Hylocereus undatus*; Postharvest; Quality; Conservation.

REFERÊNCIAS

ABREU, W. C.; LOPES, C. O.; PINTO, K. M.; OLIVEIRA, L. A.; CARVALHO, G. B. M.; BARCELO, M. F. P. Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. **Revista Instituto Adolfo Lutz**.v.71, n.4, p.656-661, 2012.

ARIFFIN, A. A.; BAKAR, J.; TAN, C. P.; RAHMAN, R. A.; KARIM, R.; LOI, C. C. Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil. **Food Chemistry**. v.114, p.561-564, 2009.

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 Agromic Sciences**.n.1, p. 76-83, 2012.

CASTRO, J. C.; MOTA, V. A.; MARDIGAN, L. P.; MOLINA, R.; CLEMENTE, E. Application of coverings and storage at different temperatures on dragon fruits (*Hylocereus undatus*). **American Journal of Experimental Agriculture**. v.4, n.10, p.1197-1208, 2014.

CHANDRAN, S. Effect of film packing in extending shelf life of dragon fruit. *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. **Acta Horticulturae**. v. 875, p.389-394, 2010.

CHARLES, M. D. Total antioxidant activity and fiber content of selected Florida grown tropical fruits. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v.54, p.7355-736,2006.

CHIEN, P.; SHEU, F.; LIN, H. Quality assessment of low molecular weight chitosan coating on sliced red pitaya. **Journal of Food Engineering**. v.79, p.736-740, 2007.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças:Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. Lavras: FAEPE, 2005.

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

COUTINHO, E. F.; CANTILLANO, R. F. F. **Sistema de produção de mirtilo**. Embrapa Clima Temperado. Disponível em<<http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br>>. 2007.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, p.66, 2008.

FREITAS, S. T.; MITCHAM, E. J. Quality of pitaya fruit (*Hylocereus undatus*) as influenced by storage temperature and packaging. **Scientia Agricola**. v.70, n.4, p.257-262, 2013.

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**. v.41, p.62-69, 2006.

IAL. LUTZ, A. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1 ed. São Paulo. 2008.

JAAFAR, R. A.; RAHMAN, A. R. B. A.; MAHMOD, N. Z. C.; VASUDEVAN, R. Proximate analysis of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). **American Journal of Applied Sciences**. v.6, n.7, p.1341-1346, 2009.

LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new crop. a market with a future. **Fruits**. France. v. 61, n. 4, p. 237-250, 2006.

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

LIM, H. K.; TAN, C. P.; KARIM, R.; BAKAR, J. Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus cacti* seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. **Food Chemistry**. v.119, p.1326-1331, 2010.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.26, n.3, 2006.

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. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara. v.19, n.1, p.67-72, 2008.

MENSOR, L.L.; MENEZES, F.S.; LEITÃO, G.G.; REIS, A.S.; dos SANTOS, T.C.; COUBE, C.S.; LEITÃO, S.G. Screening of brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**. v.15,n. 2, p.127-130,2001.

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

NURLIYANA, R.; SYED ZAHIR, I.; MUSTAPHA SULEIMAN, K.; AISYAH, M. R.; KAMARUL RAHIM, K. Antioxidant study of pulps and peels of dragon fruits: a comparative study. **Internacional Food Research Journal**. v.17, p.367–375, 2010.

PEREIRA, M. E. C.; SILVA,, A. S.; BISPO, A. S. R.; SANTOS, D. B.; SANTOS, S. B.; SANTOS, V. J. Amadurecimento de mamão Formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**. v.30, n.6, p.1116-1119, 2006.

PIERPOINT, W.S. The extraction of enzymes from plant tissues rich in phenolic compounds. **Methods in Molecular Biology**. v.244, p.65-74, 2004.

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**. v.32, n.1, Lavras. 2008.

REBECCA, O. P. S.; BOYCE, A. N.; CHANDRAN, S. Pigment identification and antioxidant properties of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). **African Journal of Biotechnology**. v.9, p.1450-1454, 2010.

ROUSSOS, P. A.; MATSOUKIS, A.; PONTIKIS, C. A.; CHRONOPOULOU-SERELI, A. Relations of environmental factors with the phenol content and oxidative enzyme activities of olive explants. **Scientia Horticulturae**. v. 113, n. 1, p. 100-102, 2007.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Comunicado Técnico. Fortaleza. CE, 2007.

SILVA JUNIOR, E. O. **Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos**. 5.ed. São Paulo. Livraria Varela. p.479, 2002.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Jr. Colorimetry of total phenolics whit phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**. v.16, n.3, p.144-158, 1965.

STINTZING, F. C.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. **Europe Food Research Tecnology**. p.303-311, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4. ed. Sunderland: Sinauer Associates. 2006.

VASCONCELOS, M. A. S.; MELO FILHO, A. B. **Conservação de alimentos**. Recife: EDUFPE. 2010.

WALL, M.M.; KHAN, S.A. Postharvest quality of dragon fruit (*Hylocereus* spp.) after X-ray irradiation quarantine treatment. **Hort Science**. v. 43, p. 2115-2119, 2008.

WU, L.; HSU, H.; CHEN, Y.; CHIU, C.; LIN, Y.; HO, J. A. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**. v.95, p.319-327, 2006.

ZEE, F.; YEN, C.; NISHINA, M. Pitaya (Dragon fruit. Strawberry pear). Cooperative extension Service. **Fruits and Nuts**. 2004.

Recebido: 22 ago. 2016.

Aprovado: 17 jul. 2017.

DOI: 10.3895/rebrapa.v8n4.4544

Como citar:

CASTRO, J. C. et al. Conservação de frutos de pitaia (*Hylocereus undatus* (Haw.)) com utilização de revestimentos comestíveis e refrigeração. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 8, n.4, p. 89-103, out./dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Benício Alves de Abreu Filho

Departamento de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

