

## Características físico-químicas, compostos bioativos, atividade antioxidante e enzimática de frutos da pitaia (*Hylocereus undatus*)

### RESUMO

**Mayara Regina Pereira Vello dos Santos**

[may\\_rpv@hotmail.com](mailto:may_rpv@hotmail.com)  
[orcid.org/0000-0002-8768-4155](https://orcid.org/0000-0002-8768-4155)  
Universidade Estadual de Maringá,  
Maringá, Paraná, Brasil.

**Juliana Cristina Castro**

[julianacristinacastro06@gmail.com](mailto:julianacristinacastro06@gmail.com)  
[orcid.org/0000-0002-7888-2731](https://orcid.org/0000-0002-7888-2731)  
Universidade Estadual de Maringá,  
Maringá, Paraná, Brasil.

**Laura Paulino Mardigan**

[mardiganlaura@gmail.com](mailto:mardiganlaura@gmail.com)  
[orcid.org/0000-0002-4544-7362](https://orcid.org/0000-0002-4544-7362)  
Universidade Estadual de Maringá,  
Maringá, Paraná, Brasil.

**Rafaela Watanabe**

[rafaelawatanabe@gmail.com](mailto:rafaelawatanabe@gmail.com)  
[orcid.org/0000-0002-7242-3112](https://orcid.org/0000-0002-7242-3112)  
Universidade Estadual de Maringá,  
Maringá, Paraná, Brasil.

**Edmar Clemente**

In memoriam  
Universidade Estadual de Maringá,  
Maringá, Paraná, Brasil.

Os frutos de pitaia apresentam grande importância nutricional e economicamente vem se estabelecendo em diversos países, como o Brasil. Apesar do grande potencial comercial da pitaia, ainda são escassos os estudos de caracterização físico-química, compostos bioativos e de atividade antioxidante e enzimática dos seus frutos, principalmente considerando a espécie *Hylocereus undatus*. Neste trabalho, objetivou-se analisar as características físico-químicas, compostos bioativos, atividade antioxidante e enzimática de frutos da pitaia (*Hylocereus undatus*) em dois períodos (após a colheita = 45 dias após a antese e armazenamento por 12 dias = 57 dias após a antese), a fim de avaliar as características em dois períodos de comercialização. As análises realizadas foram: DL/DT (diâmetro longitudinal/transversal), massa fresca dos frutos, cor (casca e polpa), acidez titulável, sólidos solúveis, sólidos solúveis/acidez titulável, pH, lipídios, cinzas, açúcares redutores e totais, ácido ascórbico, compostos fenólicos, flavonoides amarelos, atividade antioxidante e enzimática. Dos parâmetros avaliados, as características físicas e lipídios não foram influenciados em decorrência ao armazenamento, entretanto as demais características químicas, atividade antioxidante e enzimática e compostos bioativos apresentaram diminuição conforme a armazenamento dos frutos decorrente a reações bioquímicas. Destacando os frutos com 45 dias, com maiores teores de antioxidantes, compostos bioativos, açúcares e acidez, ao qual indica frutos com qualidade e maior aceitabilidade dos consumidores decorrente ao maior conteúdo de compostos benéficos e essenciais ao consumo, além de ser de grande importância industrial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cactaceae. Qualidade. Alimento Funcional.

## INTRODUÇÃO

A pitia é uma planta rústica da família Cactaceae, de origem das regiões tropicais do México, América Central e do Sul (FREITAS e MITCHAM, 2013), esta é conhecida mundialmente como “Fruta-do-Dragão” e distribuída principalmente nas regiões tropicais e subtropicais (XU, ZHANG e WANG, 2016). De acordo com a espécie, seus frutos podem apresentar diferentes características, tais como: tamanho, formato e em suas características físico-químicas, além de cor atrativa, doçura e beleza das flores e frutos (JUNQUEIRA et al., 2010; PRIATNI e PRADITA, 2015). Entre as espécies estudadas, *Hylocereus undatus* é apontada atualmente com grande expressão comercial, sendo o fruto constituído de pericarpo vermelho com mesocarpo branco e sementes negras. Além disto, a planta é caracterizada como epífita, rupícola ou terrestre ramificada e apresentam flores laterais brancas, completas e perfumadas ao abrir a noite (DONADIO, 2009).

Este fruto tem sido relatado com forte aceitação nos mercados consumidores e como fonte de compostos nutricionais e funcionais, como vitaminas das quais pode-se citar B1, B2, B3; betacaroteno, licopeno, vitamina E, compostos fenólicos, ácido ascórbico, minerais como potássio, magnésio e carboidratos (ABREU et al., 2012) e alta capacidade antioxidante que estão relacionados na redução de riscos de doenças cardíacas (ARRIFIN et al., 2009; JAAFAR et al., 2009). Apresentam ácidos graxos essenciais nas sementes do fruto, como ácido linoleico com 48% e ácido linolênico com 1,5%, apresentando em média 50% de óleo essencial (ARIFFIN et al., 2009) e ainda apresentam carboidratos como glicose, frutose e alguns oligossacarídeos que auxiliam na produção de probióticos (WICHENCHOT; JATUPORNPIPAT e RASTALL, 2009). Essa planta se adapta a climas mais secos, temperatura ideal para sua produção deve ser maior que 18 °C com período de safra de dezembro a maio (LIMA et al., 2014) e é considerado um fruto não-climatérico, ao qual decresce sua qualidade durante a pós-colheita (CHIEN et al., 2007; LI et al., 2017).

A caracterização físico-química, de compostos bioativos, atividade antioxidante e enzimática é importante para os conceitos de pós-colheita, que também podem ser avaliados através do teor de compostos fenólicos totais, devido ao fato destes participarem do desenvolvimento da coloração, adstringência e aroma do fruto. Por exercer influência na escolha do consumidor, a aparência externa deve ser avaliada principalmente em frutos destinados ao consumo in natura (JERÔNIMO et al., 2007). O monitoramento da atividade enzimática também é essencial, pois as enzimas predizem o tempo em que o fruto permanecerá apto ao consumo.

Na pós-colheita de frutos altamente perecíveis como a pitia, fatores diversos como, condições ambientais, pré-colheita, manipulação, transporte e armazenamento interferem diretamente na qualidade dos frutos. Acima de 30 % da produção dos frutos é perdida durante a colheita e economicamente, esta perda interfere diretamente sobre a renda dos produtores e disponibilidade no mercado consumidor (FAO, 2011). A qualidade dos frutos de pitia apresentam aumento de deterioração durante a pós-colheita e armazenamento (LI et al., 2017), e com este processo, reações bioquímicas, oxidação e degradação de compostos de interesse ocorrem, levando a senescência dos frutos.

A manipulação e armazenamento corretos contribuem para a manutenção da qualidade dos frutos, entretanto o armazenamento dos frutos de pitia em

temperaturas acima de 20 °C conduz a leves mudanças nas características, sendo indicado a mesma ser mantida a temperaturas de 14 °C ou abaixo para retardar a ocorrências destas alterações (OBERLAND et al., 2016). Devido à escassez de estudos sobre a pitáia e fatores que interferem nas características do fruto durante o armazenamento, este trabalho objetivou-se a realizar a caracterização físico-química, compostos bioativos, atividade antioxidante e enzimática de frutos da pitáia da espécie *Hylocereus undatus* em dois diferentes períodos (após a colheita e durante o armazenamento dos frutos), sendo a segunda avaliação em temperatura refrigerada.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos da pitáia da espécie *Hylocereus undatus* foram coletados em Marialva-PR (23°46'35.51"S, 51°79'71.10"O), recepcionados no Laboratório de Bioquímica de Alimentos/Universidade Estadual de Maringá e encaminhados ao processo de seleção quanto a injúrias, danos mecânicos, limpeza e higienização. Inicialmente foram lavados com detergente neutro e introduzidos em solução de hipoclorito 1% durante 15 minutos. Após a higienização, estas foram lavados em água corrente para eliminar os resíduos de cloro e colocados em bancada previamente esterilizados para o processo de secagem.

### Análises

Os frutos foram avaliados em dois diferentes períodos para determinar as prováveis mudanças nas características química, físicas, compostos bioativos e na atividade antioxidante e enzimática. Para a avaliação dos frutos, no primeiro tempo de análise, os mesmos foram colhidos com 45 dias após a antese e imediatamente analisados. A segunda avaliação, 12 dias após a colheita (57 dias após a antese), os frutos foram mantidos sob refrigeração (5 °C ± 1 °C; 65% umidade relativa (UR) máx. e 46% UR min.), este simulando o tempo de vida de prateleira do fruto em condições de armazenamento adequado.

### Diâmetro longitudinal, transversal (DL/DT) e massa fresca

O diâmetro longitudinal e transversal foi analisado com auxílio de paquímetro manual e massa fresca dos frutos determinada por balança semi-analítica Bel (Vera et al., 2007). Foram utilizados os mesmos frutos para a determinação das medidas de diâmetro e massa nos dois tempos de armazenamento. Os resultados para os diâmetros longitudinais, transversais e massa total foram expressos em centímetros (cm) e gramas (g), respectivamente.

### Coloração

A coloração foi medida por reflectância utilizando-se um colorímetro da marca Minolta, modelo CR-300, (CASTRO et al., 2012) com fonte de luz D 65, com 8 mm de abertura no padrão C. I. E (*Commission Internationale de L'Eclairage*).

Para a caracterização objetiva da cor usou-se o sistema CIELAB ( $L^*$ ,  $C^*$  e  $H^*$ ). Os valores de  $L^*$  (luminosidade) com valor máximo de 100,  $C^*$  (cromaticidade) representa a saturação ou intensidade de cor e  $H^*$  (ângulo Hue°) representa vermelho puro; o 90°, o amarelo puro; o 180°, o verde puro e o 270°, o azul puro (HUNTERLAB, 1996), ambos foram obtidos diretamente do colorímetro.

### **Acidez titulável, sólidos solúveis e pH**

A determinação de acidez titulável foi realizada por titulometria com solução de NaOH 0,1 M padronizada e indicador fenolftaleína, conforme metodologia de IAL, (2008). Para sólidos solúveis, a mesma foi determinada por refratômetro digital (Pocket) PAL-1, da marca ATAGO, através de leitura direta, conforme A.O.A.C. (2016). Os resultados para as análises de acidez titulável e sólidos solúveis foram expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico e °Brix, respectivamente. A determinação de pH foi realizada por leitura direta da polpa macerada, pelo processo potenciométrico em pHmetro Hanna Instruments – Modelo HI 221, conforme A.O.A.C. (2016).

### **Teor de lipídios, açúcar redutor e total**

O teor de lipídios foi determinado conforme método de Bligh e Dyer (1959) por método a frio, que consiste de extração com solventes metanol e clorofórmio, separação em funil das fases oleosa e aquosa, e rota evaporação para obtenção do extrato lipídico da amostra. A determinação dos açúcares redutores e totais foi avaliada conforme IAL (2008). 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. Os resultados para lipídios, açúcares redutores e totais foram expressos em gramas (g) e porcentagem (%), respectivamente.

### **Cinzas totais**

A determinação de cinzas totais foi avaliada em mufla com massa pré-determinada a uma temperatura de 550°C até peso constante, conforme IAL (2008). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

### **Ácido ascórbico, compostos fenólicos e flavonoides amarelos**

O teor de ácido ascórbico foi determinado por titulometria com 2,6-diclorofenolindofenol de sódio padronizado, conforme metodologia de ITAL, (1990). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico  $100g^{-1}$  de polpa fresca. Os compostos fenólicos foram determinados conforme Singleton e Rossi (1965); Pierpoint (2004) e Doner et al. (1993), com solução de Folin-ciocalteau e carbonato de sódio e realizada leitura em espectrofotômetro UV/VIS da marca Cary Conc. a 725 nm. Os resultados expressos em mg de ácido gálico equivalente (AGE)  $100g^{-1}$  de polpa fresca. Os flavonoides amarelos foram determinados conforme metodologia de Francis (1982), adicionados a solução extratora (etanol 95%: HCl 1,5N-85:15-v/v), e realizada leitura em espectrofotômetro UV/VIS da

marca Cary Conc a 374 nm e os resultados expressos em mg de flavonoides 100g<sup>-1</sup> de polpa fresca.

### Atividade antioxidante e enzimática

Para a atividade antioxidante, a mesma foi avaliada através do radical livre DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) de acordo com o método descrito por Mensor et al. (2001), com modificações. A análise foi realizada em espectrofotômetro UV/VIS da marca Cary Conc, com leitura a 517 nm e o resultado expresso em porcentagem (% de inibição do radical livre DPPH). A atividade enzimática foi avaliada pelos métodos aplicados a polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) determinada com adição das soluções de tampão fosfato (0,2 M) com pH 6,0, catecol (0,2 M) e leitura de 425 nm em espectrofotômetro UV/VIS da marca Cary Conc, conforme descrito por Abreu e Faria (2007). Os resultados foram expressos para ambas em U mim mL<sup>-1</sup>.

### Análise estatística

Os resultados 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). O gráfico foi gerado pelo software SigmaPlot, Versão 11.0. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na caracterização física, verificou-se que os frutos de pitiaia não demonstraram diferença significativa aos resultados dos três parâmetros estudados (Tabela 1) para os frutos aos 57 dias quando comparadas com os de 45 dias.

Tabela 1 – Características físicas do fruto de pitiaia aos 45 e 57 dias após a antese ±σ

Características físicas do fruto de pitiaia aos 45 e 57 dias após a antese ±σ			
Período	Massa fresca (g)	Diâmetro Longitudinal (cm)	Diâmetro transversal (cm)
45 dias	438,21 <sup>a</sup> ±6,67	12,90 <sup>a</sup> ±0,30	8,50 <sup>a</sup> ±0,15
57 dias	423,35 <sup>a</sup> ±3,52	11,35 <sup>a</sup> ±0,78	8,30 <sup>a</sup> ±0,28
Pr>Fc	0,2377	0,0694	0,1181
<sup>(1)</sup> CV(%)	2,43	4,35	1,28

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>(1)</sup>CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Lima et al. (2014) encontrou valores de diâmetro longitudinal variando entre 9,20 a 12,50 cm, diâmetro transversal entre 8,00 a 9,90 cm e massa fresca de 343,50 a 752,50 g para frutos de *Hylocereus undatus* de diferentes procedências. Os resultados desta pesquisa encontram-se dentro dos demonstrados pelos autores já citados, demonstrando uniformidade para as características físicas dos frutos, independente da região e condições adversas.

Os valores de pH demonstraram aumento para os frutos com 57 dias, em armazenamento refrigerado por 12 dias (Tabela 2). A acidez titulável da pitáia (Tabela 2) diminuiu decorrente aos dias de armazenamento comparado a média após a colheita. De acordo com Brunini et al. (2011), os teores de acidez total decrescem com o amadurecimento dos frutos em decorrência do processo respiratório e da utilização de ácidos orgânicos, como substratos nas reações metabólicas. Este relaciona-se aos valores de pH, que aumentaram durante o armazenamento, decorrente a queda dos compostos, como ácidos orgânicos.

Tabela 2 - Características químicas da pitáia aos 45 e 57 dias após a antese  $\pm\sigma$

Características químicas da pitáia aos 45 e 57 dias após a antese $\pm\sigma$				
Parâmetros	45 dias	57 dias	Pr>Fc	<sup>(1)</sup> CV(%)
pH	4,61 <sup>b</sup> $\pm$ 0,01	5,13 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	0,0000	0,08
Acidez titulável (% ácido cítrico)	3,06 <sup>a</sup> $\pm$ 0,14	1,47 <sup>b</sup> $\pm$ 0,15	0,0000	0,18
Sólidos Solúveis ( $^{\circ}$ Brix)	14,07 <sup>a</sup> $\pm$ 0,06	12,73 <sup>b</sup> $\pm$ 0,06	0,0006	0,30
Sólidos solúveis/Acidez titulável	4,60 <sup>a</sup> $\pm$ 0,20	8,66 <sup>b</sup> $\pm$ 0,89	0,0000	0,00
Açúcar redutor (%)	8,83 <sup>a</sup> $\pm$ 0,36	7,47 <sup>b</sup> $\pm$ 0,07	0,0302	3,62
Açúcar total (%)	2,67 <sup>a</sup> $\pm$ 0,02	2,10 <sup>b</sup> $\pm$ 0,02	0,0006	0,68
Lipídios (%)	0,30 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	0,30 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	0,4226	14,41
Teor de cinzas (%)	1,70 <sup>a</sup> $\pm$ 0,26	0,70 <sup>b</sup> $\pm$ 0,17	0,0033	5,89

Letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>(1)</sup>CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

O resultado encontrado para pH, está de acordo com o obtido por Lima et al. (2014) e Brunini et al. (2011), ao qual este estudo apresenta valores próximos ao encontrados pelos autores. O teor de sólidos solúveis (Tabela 2) foi menor para o fruto com 57 dias, este relacionado novamente ao provável consumo como substrato pelos processos bioquímicos no fruto, como a respiração. Enciso et al. (2011) avaliaram frutos de *Hylocereus undatus* (Haw.), em três estádios de diferentes maturações, conforme o colocação da casca (25-50, 50, 75 e 75 a 100% da cor vermelha da casca) armazenados em temperatura de 20 °C, aonde os mesmos observaram que acidez diminui 80% conforme a maturação dos frutos, com valores mais elevados para o estádio de maturação inicial, já para os sólidos solúveis também notou diferença nas médias, onde os frutos com maturação média e completa apresentaram maiores médias, diferentes deste estudo, que obteve valores inferiores ao final do armazenamento.

Para Obenland et al. (2016), frutos de pitáia apresentam declínio dos ácidos e açúcares durante o armazenamento dos frutos. García-Cruz et al. (2016) analisando o teor de sólidos solúveis e acidez titulável em frutos de cactáceas, *Stenocereus pruinosus* e *Stenocereus stellatus*, verificaram que a acidez titulável e sólidos solúveis apresentaram o mesmo comportando, com decréscimo destes compostos.

O teor de açúcares reduziu no fruto de 57 dias (Tabela 2), Aroucha (2005) explica que a redução no conteúdo de açúcar está ligada ao fato dos mesmos serem os principais substratos respiratórios utilizados para a obtenção de energia durante os processos de amadurecimento dos frutos. Em frutos de pitáia-rosa com polpa vermelha (*H. polyrhizus*), os açúcares totais, redutores e não redutores apresentam médias de 8,79, 5,56 e 3,07%, respectivamente (CORDEIRO et al.,

2015), resultados estes condizentes a este estudo. Os açúcares constituem a maior parte dos sólidos solúveis e frutos que apresentam altos teores de açúcar apresentam maior aceitação pelos consumidores (CORDEIRO et al., 2015; SANTOS et al., 2010). Em fato, frutos com 45 dias após a colheita, demonstraram maior teor de açúcares, condizendo com os resultados apresentados de sólidos solúveis, indicando maior doçura e aceitação dos mesmos.

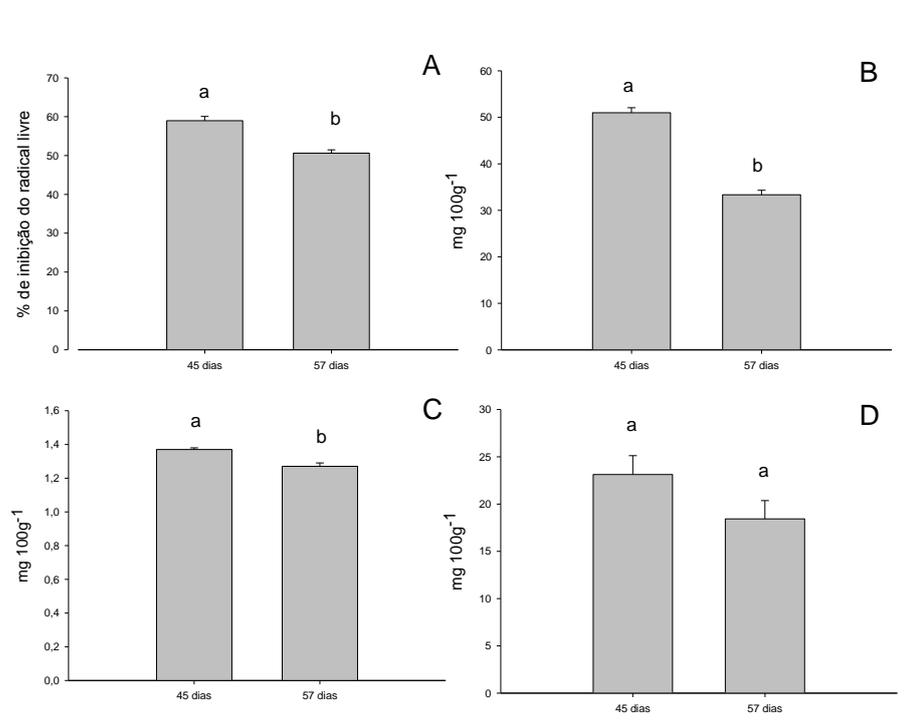
O teor de lipídios (Tabela 2) foi o mesmo para os dois estádios de maturação, a quantidade lipídica apresentada pela fruta é baixa e está próxima aos valores relatados na literatura segundo Lopes (2009). Os frutos de pitaia apresentam quantidade significativamente baixa de lipídios (NUNES et al., 2014). Para a análise de cinzas (Tabela 2), os frutos com 57 dias apresentaram menor porcentagem quando comparados aos frutos de 45 dias de desenvolvimento, indicando melhor quantidade de solutos presente aos frutos armazenados. Para as espécies de pitaia de polpa branca e vermelha, valores de cinzas de 0,39 e 0,36%, respectivamente, foram determinados (ABREU et al., 2012), médias inferiores aos deste estudo.

A atividade antioxidante (Figura 1A), diminuiu conforme o amadurecimento dos frutos, ao qual, provavelmente, ocorreu em decorrência da redução nos teores de vitamina C e compostos fenólicos nesse mesmo período, uma vez que esses compostos atuam como importantes antioxidantes. Frutos de pitaia de polpa branca e vermelha apresentaram baixa atividade antioxidante, quando determinados pelo método de DPPH, conforme Abreu et al. (2012). *Hylocereus spp.* avaliadas em temperaturas de 5 e 10 °C durante duas semanas, apresentaram médias insensíveis ao armazenamento dos frutos, não alterando a qualidade das mesmas durante o armazenamento quanto a antioxidantes (OBENLAND et al., 2016).

O teor de compostos fenólicos (Figura 1B) decresceu significativamente durante o processo de amadurecimento do fruto. Em decorrência de diversos fatores, como consumo de compostos por processos bioquímicos e degradação, os compostos fenólicos decaem durante o amadurecimento. Entretanto, estes fatores podem também acarretar ao acúmulo de compostos, desencadeado por fatores como estresses e oxidações, conseqüentemente síntese de compostos pré-existentes como substâncias de defesa com caráter antioxidante (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Abreu et al. (2012), encontraram valores médios para pitaia de polpa branca de 118,18 mg AGE 100g<sup>-1</sup>, estes superiores aos encontrados nesta avaliação. Em frutos de cactáceas, *Stenocereus pruinosus* e *Stenocereus stellatus*, o teor de compostos fenólicos permaneceu constante durante o período de armazenamento avaliados sob refrigeração (GARCÍA-CRUZ et al., 2016). Em pitaias de polpa branca, valores inferiores a 1,00 g kg<sup>-1</sup> do conteúdo de compostos fenólicos foram encontrados (LI et al., 2017).

O fruto com estágio de desenvolvimento de 45 dias apresentou uma quantidade de flavonoides amarelos ligeiramente superior ao de 57 dias do período de amadurecimento (Figura 1C), o qual não foi observado para Stülp et al. (2012), que obteve um incremento dos valores com o tempo de armazenamento, sendo justificada por perda de massa e estresse (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Figura 1 - Atividade antioxidante pelo método de DPPH (A), compostos fenólicos (B), flavonoides amarelos (C) e ácido ascórbico (D) em pitaia avaliados em dois diferentes períodos: 45 e 57 dias após o início da atese



Para o teor de ácido ascórbico, (Figura 1D), valores inferiores foram observados nos frutos de 57 dias quando comparado com o fruto de 45 dias, porém não houve diferença significativa. Segundo Brunini et al. (2011) o declínio no teor de ácido ascórbico se deve principalmente ao oxigênio, já que a ácido ascórbico é uma substância redutora. O fruto pitaia é citado como fontes de vitaminas, como ácido ascórbico, que apresentam benefícios aos consumidores (CORDEIRO et al., 2015). Resultados de teor de ácido ascórbico encontrados para pitaias vermelhas e brancas, variam entre 17,73 a 20,69 mg 100g<sup>-1</sup>, conforme Abreu et al. (2012).

Para os valores médios encontrados na coloração da casca (Tabela 3), não houve variações significativas para os parâmetros dos frutos de 45 e 57 dias, com exceção do parâmetro L\*. O valor L\* da polpa (Tabela 4) está próximo ao valor médio (L\*=50), apresentando uma luminosidade intermediária. Os valores para C\* e H\* demonstraram cores intensas e tons vermelhos, respectivamente. A avaliação da polpa, as medidas demonstraram cores neutras (L\* = valores próximos a 50 e C\* = próximo a zero) e indicação próxima a amarelo (H\*) para os dois períodos avaliados. Em frutos de pitaia-rosa, valores para a casca demonstraram médias de 42,72, 15,73° e 42,41 para C\*, H\* e L\*, respectivamente (CORDEIRO et al., 2015), este com médias próximas as encontradas neste estudo, demonstrando uniformidade dentro da espécie de pitaia.

Tabela 3- Coloração da casca da pitaita aos 45 e 57 dias após o início da antese  $\pm\sigma$

Coloração da casca da pitaita aos 45 e 57 dias após o início da antese $\pm\sigma$			
Parâmetros	45 dias	57 dias	<sup>(1)</sup> CV(%)
L*	44,60 <sup>a</sup> ±2,27	36,85 <sup>b</sup> ±0,49	3,84
C*	38,60 <sup>a</sup> ±2,66	37,30 <sup>a</sup> ±1,27	5,70
H*	18,30 <sup>a</sup> ±3,25	16,60 <sup>a</sup> ±2,05	19,10

Letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>(1)</sup>CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Tabela 4 - Coloração da polpa da pitaita para 45 e 57 dias após o início da antese  $\pm\sigma$

Coloração da polpa da pitaita aos 45 e 57 dias após o início da antese $\pm\sigma$			
Parâmetros	45 dias	57 dias	<sup>(1)</sup> CV(%)
L*	49,50 <sup>a</sup> ±5,44	51,80 <sup>a</sup> ±4,74	9,18
C*	7,20 <sup>a</sup> ±0,82	7,70 <sup>a</sup> ±0,42	7,13
H*	94,70 <sup>a</sup> ±1,41	96,40 <sup>a</sup> ±0,11	1,00

Letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>(1)</sup>CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

O resultado da enzima polifenoloxidase (PPO) (Tabela 5) foi maior para o fruto aos 57 dias de maturação, indicando intensidade e maior ação desta enzima ao final do armazenamento, já para os resultados de peroxidase (POD) (Tabela 5), houve uma redução significativa no segundo período de avaliação do fruto.

Tabela 5 - Análises enzimáticas da pitaita para 45 e 57 dias após o início da antese  $\pm\sigma$

Análises enzimáticas da pitaita para 45 e 57 dias após o início da antese $\pm\sigma$		
Período	PPO (U min mL <sup>-1</sup> )	POD (U min mL <sup>-1</sup> )
45 dias	94,11 <sup>b</sup> ±1,53	82,88 <sup>a</sup> ±6,42
57 dias	132,85 <sup>a</sup> ±2,13	24,91 <sup>b</sup> ±2,81
Pr>Fc	0,0022	0,0033
<sup>(1)</sup> CV(%)	1,98	7,62

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>(1)</sup>CV(%)= Coeficiente de variação em porcentagem.

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

A atividade das enzimas é alterada com o início da senescência, em decorrência da desintegração das membranas das organelas, além disso, a peroxidase e polifenoloxidase participam das reações oxidativas e de biodegradação e são consideradas um dos principais fatores que estão relacionados à perda da qualidade, escurecimento e deterioração de muitos frutos (VALDERRAMA; MARANGONI e CLEMENTE, 2001). Em pitaitas amarelas (*Acanthocereus pitajaya*), as enzimas PPO e POD permaneceram-se estáveis durante a maturação e senescência (DUARTE et al., 2005), diferente deste estudo, que apresentou diferença entre os dias avaliados. Entretanto, não há relatos na literatura sobre o efeito e ação destas enzimas na espécie *Hylocereus undatus*.

## **CONCLUSÃO**

Para os dois períodos avaliados, ambos apresentaram diferença na maioria dos parâmetros determinados, demonstrando influência sobre o armazenamento nos frutos de pitaia. Os parâmetros químicos, antioxidantes e compostos bioativos apresentaram queda após o armazenamento dos frutos, devido aos processos de degradação, oxidação e respiração decorrente ao amadurecimento e início da senescência dos frutos, exceto lipídios que não demonstrou alteração. Para as avaliações físicas e enzimáticas, os parâmetros físicos não foram influenciados pelo tempo de armazenamento, entretanto as enzimas PPO e POD demonstraram queda e aumento decorrente ao armazenamento, respectivamente.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Edmar Clemente (*in memoriam*) por toda sua dedicação e apoio a todos os alunos. À Universidade Estadual de Maringá pela estrutura.

## Physico-chemical characteristics, bioactive compounds, antioxidant and enzymatic activity of dragon fruit (*Hylocereus undatus*)

### ABSTRACT

Dragon fruit have great nutritional importance and have been economically established in several countries, such as Brazil. Although of the great commercial potential of dragon fruit, there are still few studies of physico-chemical characterization, bioactive compounds and antioxidant and enzymatic activity, especially considering the species *Hylocereus undatus*. The objective of this work was to analyze the physico-chemical characteristics, bioactive compounds, antioxidant and enzymatic activity of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) in two periods (postharvest = 45 days after anthesis and storage for 12 days = 57 days after the anthesis), with purpose to evaluate the characteristics in two marketing periods. The analyzes were: LD/TD (longitudinal/transverse diameter), fresh fruit, color (peel and pulp), titratable acidity, soluble solids, soluble solids/ titratable acidity, pH, lipids, ashes, reducing and total sugars, ascorbic acid, phenolic compounds, yellow flavonoids, and antioxidant and enzymatic activity. From the results obtained, the physical characteristics and lipid were not influenced as a result of storage, however the other chemical characteristics, antioxidant and enzymatic activity and bioactive compounds demonstrated a decrease according to the storage of the fruits due to biochemical reactions. Highlighting the fruits with 45 days, with higher levels of antioxidants, bioactive compounds, sugars and acidity, which indicates fruits with quality and greater acceptability of consumers due to the greater content of beneficial and essential compounds for consumption, besides being of great industrial importance.

**KEYWORDS:** Cactaceae. Quality. Funtional Food.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, L. F.; FARIA, J. A. F. Influência da temperatura e do ácido ascórbico sobre a estabilidade físico-química e atividade enzimática da água de coco (*Cocos nucifera* L.) acondicionada assepticamente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 226-232, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200003>
- 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 total de pitaias vermelha e branca. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 4, p. 656-661, 2012.
- A.O.A.C. **Association of Official analytical Chemists**. Official methods of analysis of AOAC International. 20 ed, 2016.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.108>
- AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, C. L. M.; AROUCHA, M. C. M.; VIANNI, R. Características físicas e químicas da água de coco Anão verde e Anão vermelho em diferentes estádios de maturação. **Caatinga**, v. 18, n. 2, 2005.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiological**, v. 27, n. 8, p. 911-917, 1959. <https://doi.org/10.1139/o59-099>
- BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S. Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 78-84, 2011.
- 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.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.02.047>
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças. Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. Lavras: FAEPE, 2005.
- CORDEIRO, M. H.; SILVA, J. M.; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H.; MOTA, W. F. Caracterização física química e nutricional da pitaiá-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.37, p.020-026, 2015. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-04614>
- DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n.3, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000300001>

DONER, L. W.; BECARD, G.; IRWIN, P. L. Binding of flavonoids by polyvinylpyrrolidone. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.41, p.753-757, 1993. <https://doi.org/10.1021/jf00029a014>

DUARTE, L. E. B., RIVERA, J. A. C., CUENCA, C. E. N. Catalasa, peroxidasa y polifenoloxidasa em pitaya amarrilla (*Acanthocereus pitajaya*): maduración y senescência. **Acta Biológica Colombiana**, v.10, n.2, p. 49-59, 2005.

ENCISO, T. O.; ZAZUETA, M. E. I.; RANGEL, M. D. M.; TORRES, B. V.; ROMERO, M. V.; VERDUGO, S. H. Postharvest quality of pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) fruits harvested in three maturity stages. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v.34, n.1, 2011.

FAO. Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention. Rome, 2011.

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

FRANCIS, F. J. **Analysis of anthocyanins**. In: Markakis, P. (ed.). Anthocyanins as food colors. New York: Academic Press, p. 181 – 207, 1982.

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. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162013000400006>

GARCÍA-CRUZ, L.; VALLE-GUADARRAMA, S.; SALLINAS-MORENO, Y.;LUNA-MORALES, C. D. C. Postharvest quality, soluble phenols, betalains content, and antioxidant activity of *Stenocereus pruinosus* and *Stenocereus stellatus* fruit. **Postharvest Biology and Technology**. v.111, p.69-76, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.07.004>

HUNTERLAB. **CIE L\*a\*b\* color scale: applications note**, v.8, n.7, 1996. Disponível em:< [http://www.hunterlab.com/color\\_theory.php](http://www.hunterlab.com/color_theory.php) >. Acesso em nov. 2016.

IAL, Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. Ed. 4°, São Paulo: Ministério da Saúde, 2008.

ITAL, Instituto de Tecnologia de Alimentos. **Manual técnico de análise química de alimentos**. Campinas, 1990.

JAAFAR, R. A.; RAHMAN, A. R. B. A.; MAHMOD, N. Z. C.; VASUDEVAN, R. Proximate analysis of dragon fruit (*Hylocereus polyhizus*). **American Journal of Applied Sciences**. v.6, n.7, p.1341-1346, 2009. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2009.1341.1346>

JERÔNIMO, E. M.; BRUNINI, M. A.; ARRUDA, M. C.; CRUZ, J. C. S.; FISCHER, I. H.; GAVA, G. J. C. Conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob atmosfera modificada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 417-426, 2007. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2007v28n3p417>

JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; LIMA, C. A.; FONSECA, K. G.; SANTOS, E. C. Variabilidade genética de acessos de pitaya com diferentes níveis de produção por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.3, p.840-846, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000107>

LI, X.; LONG, Q.; GAO, F.; HAN, C.; JIN, P.; ZENG, Y. Effect of cutting styles on quality and antioxidante activity in fresh-cut pitaya fruit. **Posthavest Biology and Technology**, v,124, p.1-7, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.09.009>

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**, v.61, n.3, p.377-383, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2014000300012>

LIMA, M.A. C.; ALVES, R.E.; ASSIS, J. S.; FILGUEIRAS, H.A.C.; COSTA, J.T.A. Qualidade, fenóis e enzimas oxidativas de uva 'Itália' sob influência do cálcio, durante a maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.12, p.2493-2499, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000001200020>

MENSOR, L. L.; MENEZES, F. S.; LEITÃO, G.G.; REIS, A. S.; SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screeing of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, v. 15, p. 127-130, 2001. <https://doi.org/10.1002/ptr.687>

NUNES, E. N., SOUSA, A. S. B., LUCENA, C. M., SILVA, S. M., LUCENA, R. F. P., ALVES, C. A. B., ALVES, R. E. Pitaya (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. **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 atributes and aroma volatiles of pitahaya (*Hylocereus* spp.). **Scientia Horticulturae**. v.199, p.15-22, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.021>

PIERPOINT, W. S. The extraction of enzymes from plant tissues rich in phenolic compounds. In **Methods in Molecular Biology**; Doonan, S., Ed.; Humana Press Inc.: Totowa, v.244, p.65-74 , 2004.

PRIATNI, S.; PRADITA, A. Stability study of betacyanin extract from red dragon fruit (*Hylocereus polyhizus*) peels. **Procedia chemistry**. v.16, p.438-444, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.12.076>

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**, v. 32, n. 4, p. 1089-1097, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000015>

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

STÜLP, M.; CLEMENTE, E.; OLIVEIRA, D. M.; GNAS B. B. B. Conservação e qualidade de mirtilo orgânico utilizando revestimento comestível a base de fécula de mandioca. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.6 n.1, p.713-721, 2012. <https://doi.org/10.3895/S1981-36862012000100010>

VALDERRAMA, P.; MARANGONI, F.; CLEMENTE, E. Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n.3, p. 321-325, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612001000300012>

VERA, R.; SOUZA, E. R. B.; FERNANDES, E. P.; NAVES, R.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; XIMENES, P. A. Caracterização física e química de frutos de pequiheiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) oriundos de duas regiões no Eso de Goiás, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, 2007.

WICHENCHOT, S.; JATUPORNPIPAT, M.; RASTALL, R. A. oligosaccharides of pitaia (dragon fruit) fresh and their prebiotic properties. **Food Chemistry**, v.120, p.850-857, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.026>

XU, L.; ZHANG, Y.; WANG, L. Structure characteristics of a water-soluble polysaccharide purified from dragon fruit (*Hylocereus undatus*) pulp. **Carbohydrate Polymers**, v.146, p.224-230, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.03.060>

**Recebido:** 04 abr. 2014.

**Aprovado:** 21 nov. 2016.

**Publicado:** 27 nov. 2016.

**DOI:** 10.3895/rbta.v10n2.1861

**Como citar:**

SANTOS, M. R. P. V.; CASTRO, J. C.; MARDIGAN, L. P.; WATANABE, R.; CLEMENTE, E. Características físico-químicas, compostos bioativos, atividade antioxidante e enzimática de frutos da pitaia (*Hylocereus undatus*). **R. bras. Technol. Agroindustr.**, Ponta Grossa, v. 10, n. 2, p. 2081-2095, jul./dez. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.?

**Correspondência:**

Juliana Cristina Castro

Avenida Colombo, n.5.790, bloco T20, sala 309, Jd. Universitário, Maringá, Paraná, Brasil.

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

