



**MARIENE HELENA DUARTE**

**ARMAZENAMENTO E QUALIDADE DE  
PITAIA [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton &  
Rose] SUBMETIDA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

**LAVRAS - MG**

**2013**

**MARIENE HELENA DUARTE**

**ARMAZENAMENTO E QUALIDADE DE PITAIA [*Hylocereus undatus*  
(Haw.) Britton & Rose] SUBMETIDA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Celeste Maria Patto de Abreu

Coorientador

Dr. José Darlan Ramos

**LAVRAS - MG**

**2013**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Duarte, Mariene Helena.

Armazenamento e qualidade de pitaia [*Hylocereus undatus*  
(Haw.) Britton & Rose] submetida à adubação orgânica / Mariene  
Helena Duarte. – Lavras : UFLA, 2013.

113 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Celeste Maria Patto de Abreu.

Bibliografia.

1. Pitaia. 2. Qualidade pós-colheita. 3. Composição química. 4.  
Adubação orgânica. 5. Armazenamento refrigerado. I. Universidade  
Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 574.1929

**MARIENE HELENA DUARTE**

**ARMAZENAMENTO E QUALIDADE DE PITAIA [*Hylocereus undatus*  
(*Haw.*) *Briton & Rose*] SUBMETIDA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 22 de abril de 2013.

Dra. Ana Claudia Costa UFLA

Dra. Luana Aparecida Castilho Maro UFLA

Dra. Celeste Maria Patto de Abreu  
Orientadora

Dr. José Darlan Ramos  
Coorientador

**LAVRAS - MG**

**2013**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Química, pela oportunidade.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

À Fapemig pelo auxílio financeiro

À Profa. Dra. Celeste Maria Patto de Abreu pela orientação, ensinamentos transmitidos, disponibilidade, dedicação e valiosa contribuição para o meu crescimento profissional.

Ao professor José Darlan Ramos pela coorientação e disponibilização dos frutos utilizados nesta pesquisa.

Aos demais professores do Departamento de Química da UFLA, em especial aos professores da Bioquímica: Profa. Dra. Angelita Duarte Corrêa, Profa. Dra. Luciana de Matos Alves Pinto, Prof. Dr. Custódio Donizete dos Santos, Profa. Dra. Silvana Marcussi e Prof. Dr. Paulo Petré pela colaboração.

À Xulita, pela colaboração e amizade.

Aos amigos do Laboratório de Bioquímica, em especial Anderson, Ana Paula, Cláudia, Estela, Lucas, Mayara, Tamara, Valquíria, Vinícius, pela colaboração e pelas alegrias compartilhadas.

Ao Luís Fernando, pela paciência, incentivo e carinho.

Aos meus irmãos Isac e Marilac, pela compreensão e amizade.

E aos meus pais, Geraldo e Aparecida, pelo amor e dedicação.

## RESUMO GERAL

A pitiaia é uma cactácea nativa das florestas tropicais da América Central e do Sul. Considerada um fruto altamente atrativo por suas cores e sabor levemente adocicado, tem apresentado um alto potencial para comercialização no Brasil. No entanto, pouco se sabe sobre propriedades químicas e seu comportamento pós-colheita. Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade pós-colheita da pitiaia cultivada em diferentes tratamentos de adubação orgânica e armazenada por 21 dias a 13°C. Os frutos adquiridos no pomar da Universidade Federal de Lavras- Lavras/MG foram separados conforme os tratamentos de adubação (T1-Testemunha, T2- Esterco bovino, T3- Esterco de galinha e T4- Esterco bovino + Esterco de galinha). Cada tratamento foi dividido em quatro lotes para compor os quatros dias de análises (0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento). As análises de composição centesimal e mineral foram realizadas somente no dia zero, já as análises de firmeza, cor, perda de massa, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, açúcares, vitamina C e atividade antioxidante aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento. A pitiaia apresentou na polpa os maiores teores de proteína (1,33 mg 100g<sup>-1</sup>), extrato etéreo (0,73 mg 100g<sup>-1</sup>), cinza (0,13 mg 100g<sup>-1</sup>) e fração glicídica (11,14 mg 100g<sup>-1</sup>). E na casca os teores de umidade (91,59 mg 100g<sup>-1</sup>), fibra solúvel (0,83 mg 100g<sup>-1</sup>) e fibra insolúvel (5,21 mg 100g<sup>-1</sup>). Os minerais encontrados na pitiaia foram cálcio, manganês, magnésio, zinco, cobre e ferro. A adubação orgânica interferiu positivamente nos parâmetros de qualidade avaliados. Os frutos do tratamento T4 apresentaram-se como as menores perdas de qualidade. Após 14 verificou-se início da senescência dos frutos. Houve perda dos teores de vitamina C e compostos fenólicos durante armazenamento, conseqüentemente redução da atividade antioxidante para todos os tratamentos. As quantidades de carotenoides e antocianinas foram baixas. A casca apresentou teores de vitamina C (11,06 mg 100g<sup>-1</sup>), compostos fenólicos (61,33 mg 100g<sup>-1</sup>) e atividade antioxidante (3,36 mg 100g<sup>-1</sup>) superiores a polpa. Os frutos do tratamento T4 apresentaram maiores concentrações de vitamina C na polpa e compostos fenólicos na casca. Os frutos do tratamento T2 foram superiores nos teores de fenólicos na polpa. Entretanto, a maior atividade antioxidante foi observada nos frutos do tratamento T3.

Palavras-chave: Pitiaia. Qualidade pós-colheita. Armazenamento.

## GENERAL ABSTRACT

Pitaya is a cactus native of the tropical forests in Central and South America. Considered a highly attractive fruit due to its colors and sweet flavor, it has presented a high potential for commercialization in Brazil. However, little is known about its chemical properties and post-harvest behavior. In this sense, the present work aimed at evaluating the post-harvest quality of the pitaya cultivated in different organic fertilization treatments and stored for 21 days at 13 °C. The fruits acquired from the orchard in the Universidade Federal de Lavras, in Lavras, Minas Gerais, Brazil, were separated regarding the fertilization treatments (T1- Witness, T2- Bovine manure, T3- Chicken manure and T4- Bovine manure + chicken manure). Each treatment was divided into four lots in order to compose four days of analyses (0, 7, 14 and 21 days of storage). The centesimal and mineral composition analyses were only performed in day 0, while the analyses for firmness, color, mass loss, soluble solids, titrable acidity, pH, sugars, vitamin C and antioxidant activity were performed at 0, 7, 14 and 21 days of storage. The pitaya presented, in the pulp, the highest contents of protein (1.33 mg 100 g<sup>-1</sup>), ethereal extract (0.73 mg 100 g<sup>-1</sup>), ash (0.13 mg 100 g<sup>-1</sup>) and glicidic fraction (11.14 mg 100 g<sup>-1</sup>). The peel presented contents of moisture (91.59 mg 100 g<sup>-1</sup>) and soluble (0.83 mg 100 g<sup>-1</sup>) and insoluble (5.21 mg 100g<sup>-1</sup>) fibers. The minerals found in the pitaya were calcium, manganese, magnesium, zinc, copper and iron. Organic fertilization positively influenced the evaluated quality parameters. The fruits from the T4 treatment presented the smallest quality loss. After 14 days, we verified fruit senescence. There was loss in the content of vitamin C and phenolic compounds during storage, consequently reducing the antioxidant activity in all treatments. The amount of carotenoids and anthocyanins were low. The peel presented content of vitamin C (11.06 mg 100 g<sup>-1</sup>), phenolic compounds (61.33 mg 100 g<sup>-1</sup>) and antioxidant activity (3.36 mg 100 g<sup>-1</sup>) superior to those of the pulp. The fruits from the T4 treatment presented higher vitamin C concentrations in the pulp and phenolic compounds in the peel. The fruits from the T2 treatment were superior in the phenolic compound content in the pulp. However, the highest antioxidant activity was observed in the fruits from the T3 treatment.

Keywords: Pitaya. Post-harvest quality. Storage.

## SUMÁRIO

1	<b>CAPÍTULO 1: Introdução geral.....</b>	9
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	11
2.1	<b>Aspectos gerais da pitaia.....</b>	11
2.2	<b>Fatores pré-colheita.....</b>	13
2.3	<b>Colheita e pós-colheita da pitaia.....</b>	14
2.4	<b>Valor nutricional da pitaia.....</b>	18
2.5	<b>Propriedade multifuncional da pitaia.....</b>	21
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	26
	<b>CAPITULO 2: Composição centesimal e mineral da pitaia (<i>Hylocereus undatus</i>) submetida à adubação orgânica.....</b>	33
1	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	35
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	36
2.1	<b>Amostras.....</b>	36
2.2	<b>Instalação do experimento.....</b>	36
2.3	<b>Delineamento experimental e estatístico.....</b>	37
2.4	<b>Composição centesimal.....</b>	37
2.5	<b>Composição mineral.....</b>	38
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	39
3.1	<b>Composição centesimal.....</b>	39
3.2	<b>Composição mineral.....</b>	45
4	<b>CONCLUSÃO.....</b>	48
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	49
	<b>CAPITULO 3: Qualidade de pitaia (<i>Hylocereus undatus</i>) submetida à adubação orgânica armazenadas a 13°C.....</b>	51
1	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	53
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	54
2.1	<b>Amostras.....</b>	54
2.2	<b>Instalação do experimento.....</b>	54
2.3	<b>Delineamento experimental e estatístico.....</b>	55
2.4	<b>Parâmetros avaliados.....</b>	56
2.4.1	<b>Perda de massa fresca.....</b>	56
2.4.2	<b>Firmeza.....</b>	56
2.4.3	<b>Análise colorimétrica.....</b>	56
2.4.4	<b>Acidez titulável (AT).....</b>	57
2.4.5	<b>pH.....</b>	57
2.4.6	<b>Sólidos solúveis totais (SST).....</b>	57
2.4.7	<b>Relação sólidos solúveis totais/ acidez total titulável (SST/AT).....</b>	57

		57
2.4.8	Açúcares totais, redutores e não redutores.....	58
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	59
3.1	Perda de massa fresca.....	59
3.2	Firmeza.....	61
3.3	Análise colorimétrica.....	63
3.4	Acidez titulável (AT).....	67
3.5	pH.....	68
3.6	Sólidos solúveis totais (SST).....	70
3.7	Relação SST/AT.....	72
3.8	Açúcares totais, redutores e não redutores.....	73
4	CONCLUSÃO.....	77
	REFERÊNCIAS.....	78
	<b>CAPITULO 4: Avaliação da atividade antioxidante da pitaiá</b> <b>(<i>Hylocereus undatus</i>) submetida a diferentes tratamentos de</b> <b>adubação orgânica.....</b>	81
1	INTRODUÇÃO.....	83
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	84
2.1	Amostras.....	84
2.2	Instalação do experimento.....	84
2.3	Delineamento experimental e estatístico.....	85
2.4	Análises realizadas .....	86
2.4.1	Vitamina C.....	86
2.4.2	Compostos fenólicos totais.....	86
2.4.3	Antocianinas.....	86
2.4.4	Carotenoides.....	87
2.4.5	Atividade antioxidante pelo método ABTS.....	88
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	89
3.1	Vitamina C.....	89
3.2	Compostos fenólicos.....	92
3.3	Antocianinas.....	94
3.4	Carotenoides.....	96
3.5	Atividade antioxidante.....	98
4	CONCLUSÃO.....	102
	REFERÊNCIAS.....	103
	APÊDICE.....	107

## **CAPÍTULO1: Introdução geral**

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, posicionando atrás somente da China e Índia. Segundo o Anuário... (2012), o Brasil teve produção estimada em 42.101 milhões de toneladas no ano de 2011, sendo este valor referente apenas a 20 espécies de frutas. No entanto, o potencial do Brasil para a fruticultura é, ainda, maior em função da grande área territorial e das boas condições climáticas, que favorecem o plantio de espécies de clima tropical, subtropical e temperado e situações especiais que permitem produzir o ano todo.

A fruticultura brasileira, contudo, enfrenta muitos problemas e o maior deles refere-se às perdas de produção, que chegam a 40%, podendo ser maiores para espécies mais perecíveis. Contribuem com estes números, o mau uso das técnicas de manejo do solo e da planta, falta de estrutura de armazenamento, logística, embalagens inadequadas e falta de informação do produtor, além da, é claro, falta de subsídio por parte do governo, que força os produtores diminuírem custos, comprometendo a qualidade do produto (FACHINELLO; NACHTIGAL; KERSTEN, 2009).

O Consumo de frutas no Brasil, segundo dados do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2011) foi de 125 kg. pessoa. ano<sup>-1</sup>, em 2009. Em alguns países de Europa e América do Norte o consumo médio de frutas é de 140 e 150 Kg. pessoa. ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Embora os dados brasileiros encontrem-se distante do desejável, a crescente conscientização sobre os benefícios à saúde propiciados pela ingestão regular de frutas tem refletido em aumento da demanda por frutas frescas.

Este cenário abriu espaço para consumo das mais diferentes espécies frutíferas, inclusive as exóticas. O interesse pelas frutas exóticas é decorrente do sabor diferenciado e conteúdo de minerais, fibras e compostos antioxidantes. Dentre as várias opções de espécies frutíferas exóticas com boas perspectivas de

comercialização, encontra-se a pitiaia, cactácea nativa das florestas tropicais da América Central e do Sul, Índia e Malásia (CANTO, 1993; NERD; MIZRAHI, 1998).

No Brasil, a espécie *Hylocereus undatus* passou a ser cultivada na década de 90, no estado de São Paulo, sendo a região de Catanduva no estado de São Paulo a principal produtora. Atualmente, a cultura da pitiaia vem despertando fruticultores de outras regiões brasileiras, em razão, principalmente, de seu alto valor de mercado e boa aceitação pelos consumidores.

A pitiaia é uma fruta que desponta com grande potencial de aproveitamento na culinária brasileira, podendo ser utilizada em geleias, sucos, sorvetes, doces ou apreciada *in natura* (DONADIO, 2009). A fruta é bastante atraente e sua polpa apresenta sabor levemente adocicado, o que desperta a atenção dos mais exigentes consumidores. É considerada altamente nutritiva, com alto teor de água, minerais e açúcares, compostos antioxidantes e de baixo valor calórico. Além da importância nutricional, a pitiaia possui aplicação na indústria farmacêutica e de cosméticos (MOLINA; CRUZ; QUINTO, 2009).

Diante do exposto, o presente trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar o efeito da adubação orgânica na qualidade da pitiaia (*Hylocereus undatus*) cultivada no município de Lavras - MG e o comportamento desses frutos durante armazenamento refrigerado por 21 dias a 13°C.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos gerais da pitaia

O nome pitaia é dado aos frutos e plantas de várias espécies de cactos epífitos, cujo habitat se encontra em áreas úmidas, nas florestas tropicais e subtropicais de países da América como Colômbia, México, Costa Rica, Nicarágua, Brasil e em países da Ásia, como Índia, Vietnã, Malásia, Filipina (NERD; MIZRAHI, 1998). A pitaia é a cactácea frutífera mais cultivada no mundo, com sabor levemente adocicado e pode ser degustada em geleias, saladas, **Erro! A referência de hiperlink não é válida.**sorvetes, sucos, mousse, corante de doces, além de possuir aplicação na indústria farmacêutica e de cosméticos (DONADIO, 2009).

De acordo com Le Bellec, Vaillant e Imbert (2006) a pitaia pode ser agrupada em quatro gêneros botânicos: *Stenocereus* Briton & Rose, *Cereus* MILL., *Selenicereus* (A. Beger) Riccob e *Hylocereus* Briton & Rose. A variabilidade das espécies está relacionada, principalmente, com o tamanho e coloração dos frutos e tempo de produção (MARQUES, 2010). As espécies mais encontradas e comercializadas são: *Selenicereus megalanthus*, pitaia amarela de polpa branca, conhecida como “pitaia colombiana” (Figura 1A); *Hylocereus polyrhzius*, pitaia de casca e polpa vermelha (Figura 1B); *Hylocereus undatus*, pitaia vermelha de polpa branca (Figura 1C) (DONADIO, 2009; ZAINOLDIUN; BABA, 2009). A espécie *Selenicereus setaceus*, também conhecida como pitaia do cerrado, é comumente encontrada no Brasil, apresenta frutos pequenos com espinhos (Figura 1D) (JUNQUEIRA, 2002).

Como estas espécies estão presentes em vários países, são conhecidas por vários nomes como dragon fruit, pitahaya, honolulu queen, liang tian chi,

strawberry pear, red pitaya (CAVALCANTE, 2008) e pitaia no Brasil. Na América era conhecida pelos povos astecas como pitahaya, fruto coberto por escamas (MOLINA; CRUZ; QUINTO, 2009). Nos países do Oriente como China, Vietnã, Malásia, Japão é conhecida como dragon fruit, em virtude do grande porte das brácteas da casca se assemelhar às escamas características da figura do dragão (SILVA, 2011).

A espécie *Hylocereus undatus* é a mais cultivada mundialmente, em países como Austrália, Camboja, Colômbia, Equador, Guatemala, Indonésia, Israel, Japão, Nova Zelândia, Nicarágua, México, Peru, Filipinas, Espanha, Taiwan, Tailândia, Estados Unidos, Vietnã, Uruguai. Atualmente muitos destes países já produzem pitaia, comercialmente, sendo Colômbia e México os principais produtores e exportadores para países da Europa, Estados Unidos e Japão (MOLINA; CRUZ; QUINTO, 2009).

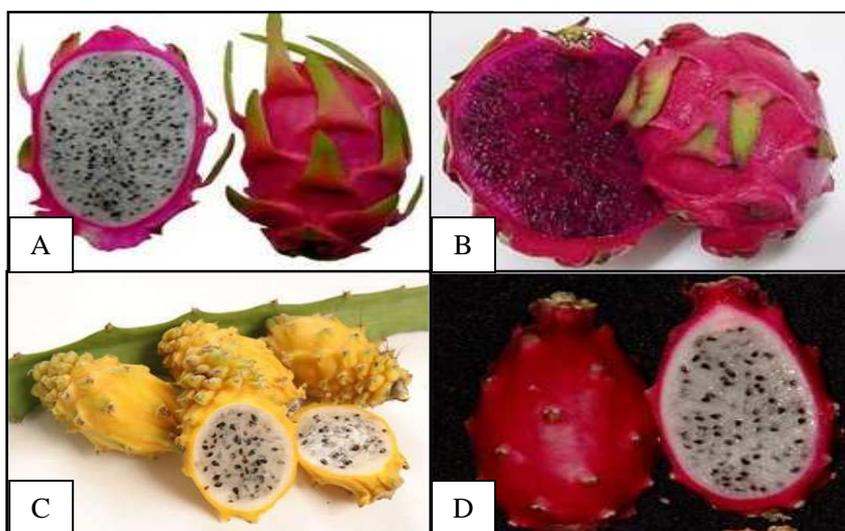


Figura 1 Aspecto do fruto e da polpa da pitaia branca (*Hylocereus undatus*) (A); pitaia de polpa e casca vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) (B); pitaia

amarela (*Selenicereus megalanthus*) (C) e pitaia do cerrado (*Selenicereus setaceus*) (D)

Fonte: Moreira et al. (2011)

No Brasil, a pitaia é pouco conhecida, mas desde a década de 90 fruticultores brasileiros vêm investindo no seu plantio comercial, principalmente, da espécie *Hylocereus undatus*, pitaia vermelha de polpa branca. A região de Catanduva, no estado de São Paulo, é considerada a principal produtora (BASTOS et al., 2006). Atualmente, a cultura da pitaia já se propaga para outras regiões brasileiras. Por causa de seu alto valor de mercado e a boa aceitação dos consumidores, produtores estão investindo, também, na produção das espécies amarela, pitaia de polpa e casca vermelha e a pitaia do cerrado.

## 2.2 Fatores pré-colheita

A pitaia, apesar de ser uma fruta rústica, que se adapta a várias condições climáticas, requer uma adubação rica em matéria orgânica e nutrientes como: nitrogênio, potássio e fósforo (HERNANDEZ, 2000). O nitrogênio é requerido durante o crescimento vegetativo até o pré-florescimento por estimular a emissão de raízes e brotos (LUDERS, 2004); o potássio está relacionado à translocação de carboidratos e regulação de abertura e fechamento dos estômatos. O fósforo é necessário para a formação do fruto (MARSCHNER, 2005).

Araújo et al. (2010), avaliando a omissão de macro e micronutrientes no crescimento de pitaia (*Hylocereus undatus*), verificaram diferença significativa no crescimento e no número de brotações da pitaia em decorrência das diferentes omissões de nutrientes. Os resultados sugerem que os nutrientes: nitrogênio, enxofre, magnésio, cálcio, ferro são elementos minerais essenciais requeridos pela pitaia para o seu crescimento.

Quanto à fonte de disponibilização destes minerais, estudos têm demonstrado que a pitáia se adapta melhor à adubação orgânica que a mineral. Para Guzman (1994), o solo adequado para o cultivo comercial de pitáia deve apresentar um percentual de matéria orgânica considerado alto (7%), com a finalidade de manter a umidade, temperatura e características textuais e químicas do solo.

Cavalcante (2008), estudando a adubação orgânica na cultura da pitáia, observou que a utilização de esterco bovino aumentou a concentração de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, boro, zinco e sódio no tecido vegetal da planta. Marques (2010), também, verificou que a adubação com esterco de galinha, cama de frango e bioclásticos marinhos proporcionou maior crescimento dos cladódios laterais.

A adubação é fator imprescindível no desenvolvimento, produção e qualidade de frutas (MESQUITA et al., 2012). Em função disto, tem se tornado uma preocupação crescente de agricultores e pesquisadores, uma vez que o uso de fertilizantes e corretivos na fruticultura é uma prática onerosa ao produtor, chegando a representar mais de 25% do custo de produção. Nesse sentido, a utilização da adubação orgânica apresenta-se como uma alternativa promissora capaz de reduzir as quantidades de fertilizantes químicos, amenizando, assim, os custos de produção, uma vez que os insumos orgânicos são de baixo custo para o produtor.

### **2.3 Colheita e pós-colheita da pitáia**

A pitáia, mesmo sendo uma cultura antiga em vários países, pouca pesquisa tem sido realizada sobre o desenvolvimento, amadurecimento, condições de colheita e o comportamento pós-colheita dos frutos.

O fruto da pitaia é uma baga, tamanho médio, formato globuloso e subglobuloso, podendo ser de coloração externa amarela ou vermelha, coberto por brácteas (escamas) (NERD; MIZRAHI, 1999). A polpa apresenta cores que variam do vermelho-púrpura ao branco, com inúmeras sementes escuras comestíveis de três mm de diâmetro que se encontram distribuídas por toda a planta polpa (CANTO, 1993).

A colheita do fruto, geralmente, ocorre quando atinge a maturação completa, de 30 a 40 dias após a abertura da flor, estágio no qual a casca adquire coloração de rosa a vermelho intenso, polpa branca, com textura, ainda, firme (MARQUES, 2010). Nerd e Mizrahi (1998) relatam que a pitaia amarela atinge o melhor sabor, quando apresenta a plena tonalidade amarela da casca e que este estágio de desenvolvimento da casca é, também, a melhor época para a colheita de curto ou mercados de longa distância (NERD; MIZRAHI, 1999).

A fase adequada de maturidade, no momento da colheita, é fator fundamental no armazenamento e qualidade final da maioria das frutas (WANITCHANG et al., 2010). Algumas frutas precisam ser colhidas em um estágio ótimo de maturação, para manter o sabor após colheita, são os chamados frutos não climatérios. Em contrapartida, há frutos que, mesmo depois de colhidos, são capazes de atingir um estágio ótimo de maturação que garanta um melhor sabor, são os frutos climatéricos. A classificação quanto ao comportamento climatério é um importante critério para um estudo pós-colheita. Embora a colheita da pitaia aconteça, quando o fruto atinge estágio completo de maturação, não há um consenso sobre o comportamento climatérico dos frutos. Alguns estudos realizados incluem a pitaia dentro do grupo dos frutos climatéricos (CAMARGO; MOYA, 1995; GARNICA, 1994; RUDAS, 1995), enquanto outros autores, com base na baixa concentração de etileno encontrado em seus experimentos, afirmam que a pitaia apresenta comportamento não climatérico (NERD; GUSMAN; MIZRAHI, 1999).

Estudos pós-colheita mostram que a pitiaia é um fruto tropical que, em condições ambientais, deteriora-se com relativa facilidade e, em consequência, a vida útil pós-colheita para comercialização é curta, aproximadamente 6 a 8 dias em temperatura ambiente (NERD; MIZRAHI, 1999). Estudos reportados por Hoa et al. (2006) mostram que a vida útil (tempo comercialização) do fruto sem uso de nenhum tratamento químico, poderá ser de até 10 dias.

Estudos realizados sobre as condições de armazenamento da pitiaia mostram que a temperatura de 8°C, durante armazenamento, é a melhor para manter os atributos de qualidade da mesma (BRUNINI; CARDOSO, 2011; MAGAÑA et al., 2006). E nas temperaturas de 8°C e 13°C a vida útil pode ser de até 25 dias, enquanto que na temperatura ambiente (21°C) e 18°C a vida útil pode ser de apenas cinco e 10 dias, respectivamente (BRUNINI; CARDOSO, 2011). Porém, Rodríguez et al. (2005) relatam que o armazenamento, em baixas temperaturas, entre 2°C e 8°C, prolonga a vida da pitiaia, mas com risco de danos por frio.

O uso da refrigeração no armazenamento de frutas e hortaliças frescas é o mais importante e simples procedimento para retardar a senescência pós-colheita, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados. Havendo redução da respiração, há consequente redução nas perdas dos atributos de qualidade. Além de reduzir as atividades metabólicas, a temperatura diminuiu a ação do etileno, hormônio que estimula a respiração e a maturação dos frutos, principalmente, em temperaturas abaixo de 10°C. Entretanto, a taxa metabólica deve ser mantida em um nível mínimo, suficiente para manter as células vivas, mas de forma a preservar a qualidade comestível, durante todo o período de armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A exposição do fruto a uma temperatura inadequada pode ocasionar escurecimento da polpa, mudança na coloração da casca, perda excessiva de umidade, perda de firmeza, enrugamento e, também, alterações em

atributos de qualidade como teor de SST, acidez, pH e vitaminas C entre outros (FIORAVANÇO; MANICA, 1994).

Cantillano, Madail e Mattos (2001) definem a aparência visual (cor, defeitos e deterioração), firmeza, resistência, sabor e aroma, características químicas como: sólidos solúveis totais, acidez, fatores nutritivos (minerais, vitaminas e água), fatores toxicológicos e, também, compostos fitoquímicos como os principais atributos de qualidade.

A aparência é o primeiro atributo de qualidade normalmente considerado pelo consumidor e, também, determina o valor de comercialização, pois leva em consideração o tamanho, forma, cor, brilho e presença ou ausência de defeitos (RODRIGUES, 2010).

A firmeza é um indicativo do estado de amadurecimento e senescência do produto, o que afeta diretamente a vida pós-colheita e o valor comercial do fruto (AWAD, 1993). Frutos mais firmes sugerem uma vida útil pós-colheita mais prolongada (VILAS-BOAS, 2006).

O teor de sólidos solúveis totais corresponde, principalmente, aos açúcares solúveis (glicose, frutose e sacarose), vitaminas, aminoácidos, algumas pectinas presentes no fruto, sendo, portanto, considerado um importante critério de qualidade, pois está diretamente relacionado com o sabor e o controle do índice de maturidade dos frutos (GOMES; FIGUEIRÊDO; QUEIROZ, 2002).

A acidez total titulável fornece informações sobre os ácidos orgânicos presentes nos frutos, os quais são indicativos do estágio de maturação, os quais tendem a aumentar no decorrer do desenvolvimento fisiológico e diminuir durante a maturação. Os ácidos orgânicos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade (CECCHI, 2003).

A relação, sólidos solúveis totais e acidez total titulável, tem sido associada ao estágio de maturação fisiológica dos frutos e seu equilíbrio é responsável em grande parte pelo sabor dos frutos (CHITARRA; CHITARRA,

2005). Todos os fatores sejam eles ambientais ou fisiológicos, que interferem no metabolismo dos açúcares e ácidos, estarão inferidos na relação SST/AT e, conseqüentemente, no sabor do fruto.

A pitaia é considerada uma fruta pouco ácida quando comparada a outras espécies. Geralmente seus teores são inferiores a 1% em frutos maduros (BRUNINI; CARDOSO, 2011; RODRIGUES, 2010). Os teores de sólidos solúveis são bastante variáveis entre as espécies. A pitaia amarela e a pitaia do cerrado apresentam os maiores teores de sólidos solúveis. Segundo Dueñas, Narváez e Restrepo (2009) o teor de SST da pitaia amarela é em torno de 16° a 24° Brix. Enquanto que a pitaia do cerrado, em estado ótimo de maturação (63 dias após a antese), apresenta valores próximos de 18° Brix (RODRIGUES, 2010). As espécies do gênero *H. undatus* e *pohyrhizus* apresentam valores de médios de 13 °Brix (BRUNINI; CARDOSO, 2011; LIMA et al., 2010).

#### **2.4 Valor nutricional da pitaia**

O valor nutritivo dos alimentos está relacionado com o teor de água, carboidratos, proteínas, lipídeos, fibras, minerais, vitaminas e compostos bioativos. Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de determinar os componentes nutricionais dos alimentos, visto que as exigências nutricionais do ser humano são satisfeitas a partir de uma alimentação equilibrada destes nutrientes.

A composição centesimal exprime, de forma geral, o valor nutritivo de um alimento e corresponde à proporção dos grupos homogêneos de substâncias presentes em 100 g do alimento considerado. Os grupos de substâncias considerados homogêneos são aqueles que se encontram em todos os alimentos, a saber: umidade, lipídios ou extrato etéreo, proteínas, fibras, cinzas ou resíduo mineral fixo e glicídios ou extrato não nitrogenado (MORETTO et al., 2002).

Existem poucos estudos que retratam a composição química da pitaita. Na Tabela 1 está apresentada a composição centesimal da polpa e casca determinada em alguns estudos

Tabela 1 Componentes nutricionais (g 100 g<sup>-1</sup> de matéria integral) encontrados em polpa e casca de frutos de pitaita *Hylocereus undatus*.

<b>Componentes</b>	<b>Polpa</b>	<b>Casca</b>
Umidade	86,08 <sup>1</sup> ; 84,7 <sup>2</sup>	86,89 <sup>1</sup>
Proteína	1,87 <sup>1</sup>	0,78 <sup>1</sup>
Fibra	0,31 <sup>1</sup> ; 1,07 <sup>2</sup>	4,33 <sup>1</sup>
Componentes	Polpa	Casca
Glicídios	11,82 <sup>1</sup>	7,81 <sup>1</sup>
Lipídeos	0,47 <sup>1</sup>	0,08 <sup>1</sup>
Cinza	0,39 <sup>1</sup> ; 0,50 <sup>3</sup>	0,08 <sup>1</sup>
Açúcar redutor	4,50 <sup>3</sup>	-
Açúcar não redutor	3,50 <sup>3</sup>	-
Açúcar total	8,00 <sup>3</sup>	-

Fonte: <sup>1</sup>Oliveira et al. (2010); <sup>2</sup>Mahatanatawee et al. (2010); <sup>3</sup>Islan et al. (2012)

A umidade é uma das medidas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos (CECCHI, 2003), uma vez que a preservação de um alimento depende da sua quantidade de água. A água exerce influência acentuada em várias características dos alimentos como: aparência, sabor, estrutura, susceptibilidade e deterioração. Ela solubiliza compostos importantes como vitaminas, minerais, açúcares e ácidos, e permite o desenvolvimento de microrganismos que podem comprometer a segurança do alimento (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

Quimicamente, proteínas são polímeros de aminoácidos de alto peso molecular, cujas unidades básicas são os aminoácidos (NELSON; COX, 2011). As proteínas possuem funções diversas nos organismos e por isso ligados entre si por ligações peptídicas. Nos alimentos, além da função nutricional, as proteínas têm função sensorial e de textura (CECCHI, 2003), embora presente em pequenas quantidades 1% a 2% (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As fibras dietéticas são carboidratos de origem vegetal que são difíceis ou impossíveis de ser digeridos pelas enzimas endógenas do sistema digestivo do organismo humano (MORETTO et al., 2002). Apesar de não terem valor nutricional são extremamente importantes no estímulo ao peristaltismo, determinando a velocidade de passagem do bolo alimentar pelo trato gastrointestinal (VILAS-BOAS, 1999).

As fibras alimentares, formadas pelos componentes das paredes celulares dos vegetais, têm sua classificação baseada na solubilidade dos compostos em água. São consideradas solúveis: pectinas e gomas, mucilagens, alginatos, B-glucanas e algumas hemiceluloses. E insolúveis: celulose, lignina, e a maioria das hemiceluloses (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A fibra alimentar é uma fração complexa, composta de polissacarídeos (celulose, hemicelulose, substâncias pectícas, entre outros) e lignina, pentosanas que se originam, principalmente, da parede celular e do cimento intercelular de tecidos vegetais (CECCHI, 2003).

O termo lipídeo é usado para descrever compostos altamente energéticos que contêm ácidos graxos essenciais ao organismo e atuam como carreadores de vitaminas lipossolúveis (VILAS-BOAS, 2006). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as frutas e hortaliças contêm baixos teores de lipídeos em torno de 1%, os quais estão presentes nas camadas da cutícula protetora da superfície e nas membranas celulares.

A cinza, ou resíduo mineral fixo, corresponde à fração inorgânica, ou mineral, de um alimento, obtido por incineração. A determinação da cinza apenas indica a fração mineral presente na amostra, mas não informa quais minerais estão presentes, sendo, dessa forma, uma ponte de partida para as análises qualitativas dos minerais. As frutas e hortaliças são importantes fontes de minerais, principalmente cálcio, fósforo e ferro. Os minerais desempenham funções vitais nos animais, sendo fundamentais na regulação enzimática e de pH, pressão osmótica e sanguínea, formação de tecidos ósseos, dentre outras atividades celulares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A fração glicídica ou extrato não nitrogenado, ou ainda, fração nifext (do inglês, "nitrogen free extract"), constitui-se na porção carboidrática do alimento, à exceção da fração fibra. Os glicídios, além de serem fontes de energia, conferem, no caso dos açúcares, como glicose, frutose e sacarose, sabor doce aos alimentos (VILAS-BOAS, 1999). Em frutas frescas, o teor de carboidratos pode variar entre 10% e 25%, influenciando a estrutura e textura dos tecidos, o sabor, o valor calórico e o conteúdo de fibra da dieta.

Os açúcares simples como glicose, frutose, e sacarose e os complexos como o amido são considerados excelentes fontes energéticas e se encontram disponíveis em frutas, raízes, tubérculos, podendo corresponder de 2% até 90% dos tecidos. Os açúcares simples são encontrados, principalmente, em frutos maduros, ao passo que o amido está disponível em frutos verdes, raízes e tubérculos. Os polissacarídeos das paredes celulares dos produtos hortícolas são os principais componentes das fibras, consideradas como substâncias resistentes à hidrólise enzimática no trato gastrointestinal dos mamíferos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

## **2.5 Propriedade multifuncional da pitaia**

Além do valor nutricional dos frutos, as flores e cladódios da pitáia possuem compostos bioativos que fazem da pitáia uma planta com diversas aplicações na culinária, indústria farmacêutica, de cosméticos e de corantes.

Na indústria farmacêutica é utilizada como tônico cardíaco regulador da pressão arterial, em função da presença da substância captina no fruto (HERBACH et al., 2007), ajuda a combater doenças relacionadas aos brônquios, possui propriedades curativas e proteção contra úlceras e acidez estomacal (MOLINA; CRUZ; QUINTO, 2009). Estudos reportados por Herbach et al. (2007) relatam que a pitáia (*Hylocereus costaricensis*) apresenta propriedade anti-inflamatória e antidiabética.

Da casca se extrai um látex que limpa e hidrata a pele, prevenindo o envelhecimento, tendo, portanto aplicações na indústria de cosméticos (MOLINA; CRUZ; QUINTO, 2009).

Em testes com animais foi observado que a aplicação tópica de extrato aquoso das flores e cladódios tem ação cicatrizante. Acredita-se que aumenta a síntese de colágeno nas células, diminuindo o tempo de epitelização, cicatrização da pele, levando à rápida cura (PEREZ; VARGAS; ORTIZ, 2005).

As sementes da pitáia contêm um óleo que é um suave laxante (CRANE; BALERNI, 2005) e que reduz os níveis de colesterol total e LDL em humanos, por inibir a absorção do colesterol no intestino. O óleo de semente de pitáia tem nível elevado de lipídeos funcionais e pode ser utilizado com uma nova fonte de óleo essencial (LIM et al., 2010) As sementes são ricas em ácido linoleico, comparativamente, mais que linhaça e canola (ARIFEIN et al., 2009).

Vários estudos têm sido realizados sobre a presença de pigmentos e compostos antioxidantes na pitáia, estes estudos em sua grande maioria referem-se à pitáia vermelha, por ser a espécie mais comercializada na Ásia, local de maior número de pesquisas publicadas sobre o tema.

Algumas cultivares apresentam polpa e casca ricas em betacianinas, betalainas e betaxantinas, pigmentos avermelhados que pertencem ao grupo dos bioflavonoides, que protegem as plantas e são importantes substâncias antioxidantes que atuam na proteção de células contra agentes cancerígenos (RUIZ, 2006). São, também, utilizados como corante natural na indústria de alimentos (JAMILAH et al., 2011; PHEBE et al., 2009).

A pitiaia vermelha possui betalaína, substância responsável por sua maior capacidade antioxidante e tanto a polpa quanto a casca são ricas em polifenóis (ESQUIVEL; STINTZING; CARLE, 2007). A pitiaia vermelha é rica em licopeno, que é um antioxidante natural conhecido por combater o câncer, doenças cardíacas, e melhorar a pressão arterial (ZAINOLDIN; BABA, 2009).

A atividade antioxidante tem se mostrado como um importante critério na avaliação da qualidade de frutas, uma vez que as substâncias naturais responsáveis por esta propriedade estão associadas à redução de doenças crônicas degenerativas e combate o envelhecimento pelo fato desses compostos serem capazes de diminuir a concentração de radicais livres (BEZERRA, 2009), que oxida os ácidos nucleicos, proteínas, lipídeos e, também, o DNA, promovendo deformação celular (ZAINOLDIN; BABA, 2009).

Em geral, a capacidade antioxidante de frutos e hortaliças está relacionada aos teores de compostos hidrossolúveis como os compostos fenólicos e a vitamina C, e os lipossolúveis carotenoides e vitamina E (HALLIWELL, 2001), cujos teores variam de espécie para espécie.

A vitamina C é essencial na produção e manutenção do colágeno; na formação de amins aromáticas, tais como a dopamina e a serotonina, que atuam como neurotransmissores; nos processos de cicatrização dos tecidos; na redução do ferro férrico a ferroso, no intestino delgado, facilitando a sua absorção e transporte para a corrente sanguínea. Poderoso antioxidante impede a oxidação dos ácidos graxos polisaturados, constituintes dos fosfolipídios das membranas

celulares; participa do sistema imunológico, protegendo as células e tecidos contra os mecanismos de ataque dos patógenos; facilita a absorção de minerais, tais como o ferro, zinco e cobre; auxilia na excreção do chumbo, mercúrio, vanádio, cádmio e níquel (HALLIWELL, 2001).

A concentração de ácido ascórbico nas frutas varia, de acordo com o tipo de cultivar, estágio de maturação, condições de cultivo entre outras. Estudos realizados com a pitaita mostram grande variação no teor de vitamina C para a pitaita, teores estes que variam de  $8\text{mg}100\text{g}^{-1}$  a  $32,65\text{mg}100\text{g}^{-1}$  (CHOO; YONG, 2011; JAAFAR et al., 2009; ORAZCO et al., 2009; RODRIGUES, 2010). Porém o uso de diferentes metodologias podem provocar variações nas quantidades determinadas.

Os compostos fenólicos são uma das maiores classes de metabólitos secundários de plantas e encontram-se, amplamente, distribuídos no reino vegetal, cuja síntese não ocorre na espécie humana e animais. Nas plantas são essenciais para a pigmentação, o crescimento, a reprodução, a resistência a patógenos e, também, se caracterizam como potentes antioxidantes. Os compostos fenólicos se formam em condições de estresse, como infecções, ferimentos e radiação UV, dentre outros (MORAES; COLLA, 2006).

Quimicamente podem ser definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais grupos hidroxilas, podem variar de uma simples molécula fenólica a de um complexo de massa molecular alta (IGNAT; VOLF; POPA, 2011). Os compostos fenólicos abrangem fenóis, ácidos fenólicos e derivados, ligninas, flavonoides, taninos e cumarinas. Os flavonoides constituem o mais importante grupo de compostos fenólicos e podem ser divididos nos seguintes subgrupos: antocianinas, flavanas, flavanonas, flavonas, flavonóis e isoflavonoides. A grande diversidade estrutural desses compostos é explicada pelas modificações de hidroxilação, metilação e acilação entre outras (SCHENKEL; CARVALHO; GORMANN, 2007).

De modo geral, os compostos fenólicos possuem estruturas ideais para o sequestro dos radicais livres, sendo considerados antioxidantes mais eficazes que as vitaminas C e E (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006). O alto potencial antioxidante dos fenólicos está relacionado, principalmente, com o número e a posição dos grupos hidroxílicos e conjugações (RAMIREZ-TORTOZA et al., 2001).

Os compostos fenólicos têm recebido muita atenção nos últimos anos, sobretudo por inibirem a peroxidação lipídica e a lipo-oxigenação *in vitro* (SOARES, 2002). Os possíveis benefícios dos fenólicos para a saúde humana têm incentivado pesquisas com diversas variedades de plantas e frutas. Estudos já realizados mostram que a pitiaia apresenta quantidades consideráveis de compostos fenólicos, porém há divergências em relação a quantidades dentro de uma mesma espécie e entre espécies diferentes. Wu et al. (2006) encontram teor de compostos fenólicos de 28.65mg/100g para frutos de pitiaia branca e 24.22 mg/100g-1 de pitiaia vermelha Enquanto que Kim et al. (2011) encontraram 3.52mg/100g-1 de ácido gálico na polpa e 15.94 mg/100g de ácido gálico na casca de pitiaia vermelha e 4.91 mg/100g e 14.82 mg/100g de ácido gálico polpa e casca da pitiaia branca. Halimoon e Hasan (2010) relatam em seus estudos variação na atividade antioxidante da pitiaia (*Hylocereus undatus*), em virtude da utilização de diferentes solventes de extração, 179,35 mg L<sup>-1</sup> em solvente etanol, 160,87 mg L<sup>-1</sup> em metanol e 157,61 mg L<sup>-1</sup>, em água destilada, em termos de ácido gálico.

Dentre os compostos fenólicos, os flavonoides são encontrados em maior concentração nos frutos de pitiaia, 18, 16 mg RE/g na casca e 9.56 mg RE/g na polpa de pitiaia vermelha e 14,33 mg RE/g e 3,52 mg RE/g na polpa e casca de pitiaia branca (KIM et al., 2011). Porém, segundo Wu et al. (2006) as betaninas e seus derivados são os compostos que mais contribuem na atividade antioxidante do extrato da casca da pitiaia.



## REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO brasileiro de fruticultura. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2012. 132 p.
- ARAÚJO, N. A. et al. Omissão de macro e micronutrientes no crescimento de pitaya (*Hylocereus undatus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais...** Natal: UFRN, 2010. 1 CD-ROM.
- ARIFEIN, A. A. et al. Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil. **Food Chemistry**, London, v. 114, n. 2, p. 561-564, May 2009.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.
- BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 113-123, jan./fev. 2006.
- BASTOS, D. C. et al. Propagação da pitaya 'vermelha' por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, nov./dez. 2006.
- BEZERRA, A. S. **Caracterização de compostos antioxidantes em grãos de diferentes cultivares de cevada (*Hordeum vulgare L.*)**. 2009. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2003. 143 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Uma década de bons frutos. **Informativo CGPCP Fruticultura**, Brasília, ano 5, n. 46, jan. 2011. Disponível em: <<http://www.fruticultura.org/documentos/3/INFORMATIVO%20CGPCP%20-%20volume%2046.pdf?1305743203>>. Acesso em: 10 dez. 2012.
- BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S. Qualidade de pitayas de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 78-84, jul./set. 2011.

CAMARGO, A. Y.; MOYA, O. M. **Estudio preliminar de la influencia del choque térmico en la inhibición de los daños por frío en la pitaya amarilla (*Acanthocereus pitajaya*)**. 1995. 26 p. Tesis (Magister en Ciencias Farmacología) - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1995.

CANTILLANO, R. F. F.; MADAIL, J. C. M.; MATTOS, M. L. T. Mercado de alimentos: tendência mundial. **Informe Agropecuario**, Belo Horizonte, v. 22, n. 213, p. 79-84, 2001.

CANTO, A. R. **El cultivo de pitahaya em Yucatán**. Yucatan: Universidade Autônoma Chapingo, 1993. 53 p.

CAVALCANTE, I. H. L. **Pitaya: propagação e crescimento de plantas**. 2008. 94 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: UNICAMP, 2003. 208 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 785 p.

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.

CRANE, J. H.; BALERDI, C. F. **Pitaya growing in the Florida home landscape**. Orlando: IFAS Extension of University of Florida, 2005. 9 p.

DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 637-929, set. 2009.

DUEÑAS, Y. M.; NARVÁEZ, C. E.; RESTREPO, L. P. Choque térmico mejora la aptitud al almacenamiento refrigerado de pitaya amarilla. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v. 27, n. 1, p. 105-110, ene./abr. 2009.

ESQUIVEL, P.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. Phenolic compound profiles and their corresponding antioxidant capacity of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) Genotypes. **Zeitschrift für Naturforschung**, Leipzig, v. 62, n. 9/10, p. 636-644, 2007.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2009. v. 1, 304 p.

FIORAVANÇO, J. C.; MANICA, I. **Armazenamento de frutas cítricas em temperatura controlada**. Porto Alegre: UFRGS, 1994. 8 p. (Caderno de Horticultura UFRGS, 2).

GARNICA, Q. G. Y. E. **Características de la maduración de la pitaya amarilla (*Acanthocereus pitajaya*)**. 1994. 43 p. Tesis (Magister en Ciencias Farmacología) - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1994.

GOMES, P. M. de A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. de M. Caracterização e isotermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 157-165, 2002.

GUSMÁN, R. Fertilización de la pitahaya. In: \_\_\_\_\_. **Primer encuentro nacional del cultivo de la pitahaya**. San Marcos: SILALC, 1994. p. 80-82. Disponível em: <<http://www.silalc.net/orton.catie.as.cr/cgl-blN/wxis.exe>>. Acesso em: 4 jun. 2011.

HALIMOON, N.; HASAN, M. H. A. Determination and evaluation of antioxidative activity in red dragon fruit (*Hylocereus undatus*) and green Kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). **American Journal of Applied Sciences**, New York, v. 7, n. 11, p. 1432-1438, Dec. 2010.

HALLIWELL, B. Free radicals and other reactive species in disease. In: **ENCYCLOPEDIA of life sciences**. London: Nature, 2001. p. 1-7.

HERBACH, K. M. et al. Effects of processing and storage on juice color and betacyanin stability of purple pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) juice. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 224, n. 5, p. 649-658, Mar. 2007.

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

HOA, T. T. et al. Postharvest quality of Dragon fruit (*Hylocereus undatus*) following disinfesting hot air treatments. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 62-69, 2006.

- IGNAT, J.; VOLF, I.; POPA, V. I. A critical review of methods for characterization of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, London, v. 126, n. 4, p. 1829-1835, June 2011.
- ISLAN, M. Z. et al. Studies on the processing and preservation of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) jelly. **The Agriculturists**, Bangladesh, v. 10, n. 2, p. 29-35, 2012.
- JAAFAR, R. A. et al. Proximate analysis of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). **American Journal of Applied Sciences**, New York, v. 6, n. 7, p. 1341-1346, July 2009.
- JAMILAH, B. et al. Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. **International Food Research Journal**, Selangor, v. 18, n. 1, p. 279-286, 2011.
- JUNQUEIRA, K. P. et al. **Informações preliminares sobre uma pitaya (*Selenicereus setaceus* Rizz) nativa do Cerrado**. Planaltina: EMBRAPA, 2002. 18 p. (Documentos, 62).
- KIM, H. et al. Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 76, n. 1, p. 38-45, Jan./Feb. 2011.
- LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. **Fruits**, Paris, v. 61, n. 4, p. 237-250, July/Aug. 2006.
- LIM, H. K. et al. Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus* cacti seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. **Food Chemistry**, London, v. 119, n. 4, p. 1326-1331, Apr. 2010.
- LIMA, C. A. et al. Caracterização físico-química e de compostos funcionais em frutos de pitaya. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais...** Natal: UFRN, 2010. 1 CD-ROM.
- LUDERS, L. **The pitaya or dragon fruit (*Hylocereus undatus*)**. Darwin: University of Darwin, 2004. 5 p. (Agnote, 778).
- MAGAÑA, B. W. et al. Principales características de calidad de las pitahayas (*Hylocereus undatus* haworth), frigoconservadas en atmósferas controladas. **Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias**, Habana, v. 15, n. 2, p. 52-56, 2006.

MAHATTANATAWEE, K. et al. Total antioxidant activity and fiber content of Select florida-grown tropical fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 54, n. 19, p. 7355-7363, Aug. 2006.

MARQUES, V. B. **Germinação, fenologia e estimativa do custo de produção da pitiaia**[*Hylocereus undatus*(Haw.) Britton & Rose]. 2010. 141 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 6<sup>th</sup> ed. London: Academic, 2005. 889 p.

MESQUITA, E. F. et al. Produção de mudas de mamoeiro em função de substratos contendo esterco bovino e volumes de recipientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 1, p. 58-65, 2012.

MOLINA, D. J.; CRUZ, J. S. V.; QUINTO, C. D. V. **Producción y exportación de la pitahaya hacia el mercado europeo**. 2009. 115 p. Monografía (Especialización en Finanzas) - Facultad de Economía y Negocios, Quito, 2009.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.

MOREIRA, R. A. et al. Produção e qualidade de frutos de pitiaia vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, p. 762-766, out. 2011. Volume especial.

MORETTO, E. et al. **Introdução à ciência de alimentos**. Florianópolis: UFSC, 2002. 255 p.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 1273 p.

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

NERD, A.; MIZRAHI, Y. Effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitiaia. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 99-105, Feb. 1999.

\_\_\_\_\_. Frut development and ripening yellow pitaya. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 123, n. 4, p. 560-562, Nov. 1998.

OLIVEIRA, L. A. et al. Composição química da pitaia vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) e branca (*Hylocereus undatus*). In. CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 19., 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010. 1 CD-ROM.

ORAZCO, M. C. B. et al. Ácido ascórbico, contenido fenólico, y capacidad antioxidante de las variedades roja, cereza, amarilla y blanca del fruto del cactus de la pitaya (*Stenocereus stellatus* Riccobono). **Agrociencia**, Montevideo, v. 43, n. 2, p. 153-162, feb./mar. 2009.

PÉREZ, R. M. G.; VARGA, S. S.; ORTHIZ, H. Wound healing properties of *hylocereus undatus* on diabetic rats. **Phytotherapy Research**, London, v. 19, n. 8, p. 665-668, Aug. 2005.

PHEBE, D. et al. Red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit colour and betacyanin content depend on maturity. **International Food Research Journal**, Barking, v. 16, n. 2, p. 233-242, 2009.

RAMIREZ-TORTOZA, C. et al. Anthocyanin-rich extract decreases indices of lipid peroxidation and DNA damage in vitamin E depleted rats. **Free Radical Biology and Medicine**, San Diego, v. 46, n. 9, p. 1033-1037, Nov. 2001.

RODRIGUES, L. J. **Desenvolvimento e processamento mínimo de pitaia nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do cerrado brasileiro**. 2010. 164 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

RODRÍGUEZ, D. A. et al. Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.). **Revista del Facultad Nacional del Agronomía Medellín**, Medellín, v. 58, n. 2, p. 2837-2857, 2005.

RUDAS, O. L. **Contribución al estudio de las condiciones de almacenamiento en frío de la pitaya amarilla (*Acanthocereus pitahaya*)**. 1995. 57 f. Tesis (Magister en Ciencias Farmacología) - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 1995.

RUIZ, R. R. M. **Estúdio preliminar de los pigmentos presentes em cáscara de pitaya (*Stenocereus stellatus*) de la región Mixteca**. 2006. 66 p. Tesis (Doutor en Ingeniero en Alimentos) - Universidad Tecnológica de la Mixteca, Mixteca, 2006.

SCHENKEL, E. P.; CARVALHO, J. C. T.; GOSMANN, G. Compostos fenólicos simples e heterosídicos. In: SIMÕES, C. M. O. et al. (Ed.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2007. p. 519-535.

SILVA, A. C. C. **Produção e qualidade de frutos de pitaya (*Hylocereus undatus*)**. 2011. 145 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

VILAS-BOAS, E. V. de B. **Avaliação nutricional dos alimentos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 51 p.

\_\_\_\_\_. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE/DCA, 2006. 68 p.

WANITCHANG, J. et al. Maturity sorting index od dragon fruit: *Hyloceresus polyrhizus*. **Journal of Food Engineering**, Thailand, v. 10, n. 3, p. 409-416, Oct. 2010.

WU, L. C. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**, London, v. 95, p. 319-327, Jan. 2006.

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**, Las Cruces, v. 60, n. 35, p. 361-366, Dec. 2009.

## **CAPÍTULO 2: COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E MINERAL DE PITAIA (*Hylocereus undatus*) SUBMETIDA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

### **RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo determinar a composição centesimal e mineral da pitiaia (*Hylocereus undatus*), submetida a diferentes tipos de adubações orgânicas. Os frutos foram adquiridos no pomar da Universidade Federal de Lavras, localizado no município de Lavras - MG. Após a colheita, foram selecionados quanto a ausências de injúrias e higienizados com hipoclorito de sódio a  $300 \text{ mg.L}^{-1}$  por 15 minutos. Os frutos dos diferentes tratamentos (T1-Testemunha, T2- Esterco bovino, T3- Esterco de galinha e T4 Esterco bovino + galinha) foram cortados e separados em polpa e casca para a realização das análises de umidade, proteína, extrato etéreo, fibra alimentar, cinza, minerais e fração glicídica. Os diferentes tratamentos de adubação orgânica interferiram, significativamente, na composição centesimal das frações polpa e casca da pitiaia. A pitiaia apresentou em sua composição alto teor de água, fibra alimentar e fração glicídica e baixos teores de lipídeos e proteína. Na polpa, encontraram-se os maiores teores de proteínas ( $1,33 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), extrato etéreo ( $0,73 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), cinzas ( $0,13 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) e fração glicídica ( $13,27 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) e na casca, umidade ( $91,59 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), fibra solúvel ( $0,83 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) e insolúvel ( $5,21 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ). Dentre os tratamentos de adubação, o T4 apresentou maiores teores de fibra alimentar, cinza e fração glicídica para as frações polpa e casca. A testemunha (T1) apresentou na polpa os menores teores para os parâmetros avaliados, mas na casca obteve maiores teores umidade ( $91,80 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) e fibra solúvel ( $0,91 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ). Na casca observaram-se os maiores teores de cálcio ( $16,78 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), manganês ( $6,62 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), magnésio ( $5,22 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), zinco ( $3,12 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), ferro ( $13,66 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) e na polpa apenas o cobre ( $2,19 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) esteve em maior concentração. Dentre os tratamentos, o T3 apresentou maiores teores de manganês ( $1,37 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) e zinco ( $3,17 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) na polpa e cálcio ( $18,73 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), cobre ( $3,97 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) e ferro ( $14,33 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) na casca. No geral, os frutos do tratamento T4 apresentaram os melhores resultados para os parâmetros avaliados.

Palavras chave: Pitiaia (*Hylocereus undatus*). Composição centesimal. Minerais.

## CHAPTER 2: CENTESIMAL AND MINERAL COMPOSITION OF PITAYA (*Hylocereus undatus*) SUBMITTED TO ORGANIC FERTILIZING

### ABSTRACT

This study aimed at determining the centesimal and mineral composition of the pitaya (*Hylocereus undatus*), subject to different types of organic fertilizers. The fruits derived from the orchard in the Universidade Federal de Lavras, located in the municipality of Lavras, Minas Gerais, Brazil. After the harvest, the fruits were selected regarding the absence of injuries and sanitized with sodium hypochlorite at  $300 \text{ mg L}^{-1}$  for 15 minutes. The fruits of the different treatments (T1-Witness, T2-Cattle manure, T3-Chicken manure, and T4 Cattle manure + chicken manure) were cut and separated into pulp and peel for the analyses of moisture, protein, ethereal extract, dietary fiber, ash, minerals and glicidic fraction. The different organic fertilization treatments interfered significantly in the centesimal composition of the pulp and peel fractions of the pitaya. The pitaya presented in its composition high content of water, dietary fiber and glicidic fraction, and low levels of lipids and protein. In the pulp, we found the highest levels of protein ( $1.33 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), ether extract ( $0.73 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), ash ( $0.13 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) and glicidic fraction ( $13.27 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) and, in the peel we found moisture content ( $91.59 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), soluble ( $0.83 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) and insoluble ( $5.21 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) fiber. Among the fertilization treatments, T4 presented higher levels of dietary fiber, ash and glicidic fraction for the pulp and peel fractions. The witness (T1) presented, in the pulp, the lowest levels for all the evaluated parameters. However, the peel presented the highest content of moisture ( $91.80 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) and soluble fiber ( $0.91 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ). In the peel, we observed higher levels of calcium ( $16.78 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), manganese ( $6.62 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), magnesium ( $5.22 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), zinc ( $3.12 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) and iron ( $13.66 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) and, in the pulp, only copper ( $2.19 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) was found higher concentration. Among the treatments, T3 had higher content of manganese ( $1.37 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) and zinc ( $3.17 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) in the pulp, and calcium ( $18.73 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), copper ( $3.97 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) and iron ( $14.33 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) in the peel. Overall, the fruits of the T4 treatment presented the best results for all the evaluated parameters.

Keywords: Pitaya (*Hylocereus undatus*). Centesimal composition. Minerals.

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo de frutas tem se tornado cada vez mais crescente mundialmente em razão da busca por alimentos mais saudáveis. Pesquisas apontam que a maioria das mortes provenientes de ataques cardíacos, câncer e acidentes vasculares cerebrais (derrames) estão relacionados ao desequilíbrio nutricional, ou seja, má alimentação. Uma boa alimentação, baseada em fibras, frutas, legumes, verduras e alimentos com baixo teor de açúcares e gordura é fundamental para se ter boa saúde e prevenir doenças.

As frutas, em geral, possuem alto valor nutricional, são ricas em fibra alimentar, minerais, vitaminas e compostos antioxidantes que combatem a ação dos radicais livres, prevenindo o envelhecimento celular e várias doenças.

A pitiaia é considerada um fruto altamente nutritivo, com alto teor de água, minerais, açúcares e compostos com propriedades antioxidantes, suas sementes contêm ácidos graxos essenciais como ácido linoleico e linolênico. Porém, os estudos inerentes à sua composição nutricional, ainda, são escassos. De acordo com Valente et al. (2011), a composição nutricional da pitiaia, ainda, não está presente em tabelas de composição dos alimentos como: Fineli, TCA, TACO, UK-CF, USDA-NND, que são guias de referência para elaboração de dieta (TABELA..., 2011).

Apesar do crescente cultivo da espécie no país, produtores e consumidores conhecem pouco sobre suas utilidades e propriedades nutricionais, bem como técnicas de cultivo e interferência da adubação na qualidade pós-colheita. Nesse sentido, objetivou-se neste trabalho determinar a composição centesimal e mineral nas frações polpa e casca da pitiaia (*Hylocereus undatus*), cultivada em diferentes tratamentos de adubação orgânica no município de Lavras - MG.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Amostras

Os frutos da pitaia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] foram obtidos de plantas com 4 anos de idade, localizadas no pomar experimental do setor de Fruticultura do departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, localizado no município de Lavras - MG que está situado a 21°14'06" de latitude Sul e 45°00'00" de latitude Oeste, a uma altitude média de 918m.

As plantas da pitaia foram adubadas a cada três meses de acordo com os tratamentos: esterco de galinha (2Kg/planta); esterco bovino (14Kg/planta); esterco de galinha ((2Kg/planta) + esterco bovino (14Kg/planta) e a testemunha (sem adubação) desde o plantio em 2008.

Os frutos foram colhidos manualmente, pela manhã, em estágio de maturação utilizado para o consumo comercial, usando como critério de colheita a coloração vermelha da casca.

### 2.2 Instalação do experimento

Após a colheita, os frutos foram transportados para o Laboratório de Bioquímica do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG. Estes foram lavados e higienizados com hipoclorito de sódio a 300 mg L<sup>-1</sup> por 15 minutos. Após secagem, três repetições de 3 frutos de cada um dos 4 tratamentos utilizados foram separados, perfazendo um total de 36 frutos.

A polpa, contendo as sementes, foram separadas da casca após corte transversal no fruto. Em seguida, as amostras de polpa e casca foram

imediatamente congeladas com nitrogênio líquido, colocadas em sacos de polietileno e armazenadas em freezer a -21°C para posteriores análises.

### **2.3 Delineamento experimental e estatístico**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (4 x 2) x 3, sendo 4 tipos de adubação: testemunha (sem adubação), esterco bovino, esterco de galinha, esterco de galinha + esterco bovino, 2 frações: polpa + semente e casca, com 3 repetições constituídas de 3 frutos em cada tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância, com auxílio do *software* Sanest (ZONTA; MACHADO, 1984). As médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

### **2.4 Composição centesimal**

A composição centesimal foi determinada, separadamente, na polpa e na casca da pitaiá.

O teor de umidade foi determinado nas frações polpa e casca pelo método gravimétrico e calculado pela diferença de peso das amostras frescas e após secagem em estufa 45°C até atingir peso constante. O teor de resíduo mineral fixo (cinza) foi determinado por meio de calcinação da parcela residual da umidade em mufla a 550°C.

Para realização das análises de proteína, extrato etéreo e fibra alimentar, as amostras foram, inicialmente, liofilizadas até peso constante. A proteína foi determinada pelo método de kjeldahl, utilizando o fator de 6,25 para conversão de nitrogênio em proteína. Os lipídeos totais foram obtidos com extração da fração etérea em refluxo por 3 horas em aparelho de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente. A porcentagem de fibra solúvel e insolúvel foi

determinada pela metodologia fibra alimentar total. O extrato não nitrogenado (fração glicídica) foi determinado pela diferença entre 100 e os teores de umidade, extrato etéreo, proteína bruta, cinza e fibra alimentar. Todas as análises foram realizadas em triplicata, segundo os métodos descritos pela Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (2005), sendo os resultados expressos em  $\text{g } 100\text{g}^{-1}$  de matéria integral.

## 2.5 Composição mineral

Os minerais foram determinados, separadamente, na polpa e na casca da pitaia. Inicialmente, foi realizada uma digestão nitroperclórica a quente, com 0,5 g de cada amostra na matéria seca. Ao final da digestão, adicionaram-se 18 mL de água deionizada.

A determinação de cálcio, magnésio, cobre, manganês, zinco e ferro foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica, utilizando aparelho modelo SpectrAA 110 (Varian INE), calibrado em condições específicas de comprimento de onda, fenda e mistura de gases para cada elemento. O fósforo e o enxofre foram analisados por espectrofotometria de UV/Vis, em aparelho Perkin Elmer Lambda 25UV/Vis. As determinações de potássio e sódio foram efetuadas por fotometria de emissão de chama, em aparelho Micronal B-262. Para construção das curvas de calibração, foram utilizadas ampolas de padrões para absorção atômica (Titrisol, Merck), devidamente diluída em água ultrapura (Mili-Q). Os resultados foram expressos em  $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ . Todas as análises foram realizadas conforme Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Composição centesimal

De acordo com a análise de variância (Tabela 1A), houve diferença estatística entre os tratamentos e as frações para todas as características avaliadas.

A pitaia apresentou teor médio de umidade na casca ( $91,59 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) superior à polpa ( $83,64 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) independente dos tratamentos (Tabela 1). Os frutos do tratamento T3 apresentaram maior teor de umidade na polpa  $86,47 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  e a testemunha (T1) apresentou maior teor de umidade na casca  $91,80 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ . Em estudos realizados por Jamilah et al. (2011) foi encontrado valor de umidade de  $92,65 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  para casca de pitaia *Hylocereus polyrhizus*. Estudos realizados por Rodrigues (2010) apresentaram teor de umidade de  $79,31 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na polpa e  $85,25 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na casca da pitaia do cerrado (*Selenicereus setaceus*), valores inferiores ao da espécie em estudo. Já Mahatanatawee et al. (2006) reportaram valores de 84,7% para polpa de pitaia branca e 83,6% para vermelha. Oliveira et al. (2010) verificaram valores de 86,89% para casca e 86,08% para polpa de pitaia branca. A água é o maior componente das frutas e hortaliças, perfazendo, total de  $80 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  a  $95 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  da sua composição. Segundo Le Bellec (2003), as cactáceas apresentam valores de umidade na polpa situando-se entre  $75 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  a  $88 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ . O teor de umidade pode estar intrínseco a cada espécie e variar, também, de acordo com as condições edafoclimáticas do local de cultivo e adubação

O maior teor de extrato etéreo foi encontrado na polpa ( $0,98 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) e casca ( $0,21 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) dos frutos do tratamento T3 (Tabela 1). Estudos realizados por Rodrigues (2010) mostram valores de extrato etéreo na polpa ( $1,74 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ )

superiores à casca ( $0,32 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) para a pitaia do cerrado . Jamilah et al. (2011) obtiveram valores de extrato etéreo de 0,10 para casca de pitaia *Hylocereus polyrhizus*. Os teores de extrato etéreo, encontrados para a pitaia, estão de acordo com os valores apresentados para a maioria das frutas, que apresentam teores de lipídeos próximos de 1% (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A testemunha (sem adubação) apresentou os menores teores de extrato etéreo. Isso mostra a importância da adubação orgânica como fornecedora de nutrientes para formação destes compostos.



Tabela 1 Teor de umidade, extrato etéreo, proteína e cinza em g 100g<sup>-1</sup> de matéria integral na polpa e casca do fruto de pitaia adubados com diferentes tipos de adubação orgânica. UFLA, Lavras, 2013.

Tratamentos *	Umidade		Extrato etéreo		Proteína		Cinza	
	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca
T1	83,33cB	91,80aA	0,51dA	0,11dB	1,22dA	0,40dB	0,10dB	0,10cB
T2	83,41bB	91,74bA	0,73bA	0,13cB	1,48aA	0,52bB	0,12bA	0,10cB
T3	86,47aB	91,74bA	0,98aA	0,21aB	1,32bA	0,47cB	0,11cB	0,11bA
T4	81,33dB	91,36dA	0,72cA	0,18bB	1,29cA	0,56aB	0,23aA	0,12aA
Média	83,64B	91,59 <sup>a</sup>	0,73 <sup>a</sup>	0,16B	1,33 <sup>a</sup>	0,49B	0,13 <sup>a</sup>	0,11B
CV%	1,04		8,7		3,35		25	

Médias seguida de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey (≤0.05). \* T1: testemunha, T2: Esterco bovino, T3: esterco de galinha, T4: Esterco bovino + galinha.

Para a variável proteína houve diferença significativa entre as frações polpa e casca e, também, entre os tratamentos (Tabela 1). A polpa apresentou maior teor de proteína ( $1,33 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) em relação à casca ( $0,48 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ). Dentre os tratamentos, os maiores teores de proteína foram observados na polpa dos frutos do tratamento T2 ( $1,48 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) e na casca ( $0,56 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) do T4. Estudos realizados por Donadio e Saber (2005) encontraram valores de  $1,1 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  de proteína para pitáia de polpa branca e  $0,5 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  para pitáia de polpa amarela. Estudos reportados por Jamilah et al. (2011) relataram valores de proteína de  $0,95 \text{ g } 100^{-1}$  para casca de pitáia *Hylocereus polyrhizus*. A testemunha apresentou menores teores de proteínas na polpa e na casca quando comparada com os tratamentos adubados com matéria orgânica. Esse resultado mostra a influência da adubação orgânica na qualidade dos frutos de pitáia, uma vez que os fertilizantes orgânicos utilizados eram ricos em nitrogênio, que é um constituinte fundamental na formação dos aminoácidos. As frutas não são consideradas boas fontes de proteínas, tendo seus valores próximos de 1 a 2% (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A polpa apresentou teor de cinza ( $0,13 \text{ g } 100^{-1}$ ) superior à casca ( $0,11 \text{ g } 100^{-1}$ ) (Tabela1). Nos frutos do tratamento T4 observaram-se os maiores teores de cinza,  $0,23 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na polpa e  $0,12 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na casca. Os teores de cinzas encontrados neste trabalho são inferiores aos reportados por Rodrigues (2010) para pitáia do cerrado, no qual obteve ( $0,98 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) na casca e ( $0,80 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) na polpa. No entanto, Jamilah et al. (2011) relatam valores de cinza de  $0,10 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  para casca de pitáia *Hylocereus polyrhizus*. Segundo Gondin et al. (2005) as frutas são consideradas expressivas fontes de minerais para a dieta humana, sendo encontrada na casca teores superiores à polpa. O maior teor de cinzas encontrado nos frutos do tratamento T4 pode ser atribuído ao maior volume de matéria orgânica aplicado neste tratamento que, provavelmente, disponibilizou maior quantidade de nutrientes para as plantas. De acordo com Oliveira et al.

(2009), a matéria orgânica, quando fornecida de forma adequada, é eficaz no suprimento de nutrientes para as plantas.

De acordo com os resultados expressos na Tabela 2, o teor de fibra alimentar é, significativamente, superior na casca em relação à polpa da pitáia, estando a fibra insolúvel presente em maior quantidade nas duas frações

Tabela 2 Teor de fibra solúvel, fibra insolúvel e fração glicídica em g 100g<sup>-1</sup> de matéria integral na polpa e casca do fruto de pitáia adubados com diferentes tipos de adubação orgânica. UFLA, Lavras, 2013.

Tratamentos*	Fibra solúvel		Fibra insolúvel		Fração glicídica	
	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca
T1	0,40cB	0,91aA	1,94cB	5,21cA	11,03cA	2,57cB
T2	0,39dB	0,80dA	1,93dB	4,90dA	11,77bA	2,55dB
T3	0,42bB	0,81cA	2,10bB	5,28bA	8,48dA	2,26bB
T4	0,82aA	0,82bB	2,55aB	5,37aA	13,27aA	2,61aB
Média	0,51B	0,83 <sup>a</sup>	2,13B	5,21 <sup>a</sup>	11,14 <sup>a</sup>	2,58B
CV%	1,88		1,33		1,55	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey (P≤0.05).

\* T1: testemunha, T2: Esterco bovino, T3: Esterco de galinha, T4: Esterco bovino + esterco de galinha.

O tratamento T4 apresentou maior teor de fibra solúvel (0,82 g 100g<sup>-1</sup>) e insolúvel (2,55 g 100g<sup>-1</sup>) na polpa, já na casca o teor de fibra solúvel foi superior no tratamento T1 (0,91g 100g<sup>-1</sup>). Jamilah et al. (2011) averiguaram valores de fibra alimentar total de 4,29 g 100g<sup>-1</sup>, sendo 0,63 g 100g<sup>-1</sup> de solúvel e 2,43 g 100g<sup>-1</sup> de insolúvel para casca de pitáia *Hylocereus polyrhizus*. Já Zhuang, Zhang e Sun (2012) verificaram 2,14 g 100g<sup>-1</sup> de fibra alimentar total para polpa de pitáia, resultados estes que corroboram com os dados apresentados neste

trabalho. Contrapondo a estes resultados, Rodrigues (2010) obteve valores de  $2,16 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na casca e  $0,65 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na polpa da pitaia do cerrado. Resultado inferior, também, se observa na pitaia amarela,  $1,2 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na casca e  $0,3 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na polpa (LE BELLEC, 2003; STINTZING; SCHIEBER; CARLE, 2003; VAILLANT et al., 2005). No entanto, estudos reportados por Mahattanatawee et al. (2006) mostram valores de fibra para pitaia variando de  $2,14\text{g}100\text{g}^{-1}$  a  $3,2\text{g}.100\text{g}^{-1}$ .

As fibras são substâncias com papel importante na alimentação humana, atuam como auxiliares no processo digestivo de alimentos mais concentrados, evitando as constipações e outros estados patológicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O teor de fibra encontrado para pitaia neste trabalho é compatível aos encontrados para a jaboticaba ( $2,3 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), pêra Willians ( $3,0 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), pitanga ( $3,2 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ), manga Tommy Atkins ( $2,1 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ ) (TABELA..., 2011).

O teor de fração glicídica na polpa foi superior à casca em todos os tratamentos de adubação (Tabela 2). Nos frutos do tratamento T4 encontraram-se os maiores teores de fração glicídica,  $13,27 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na casca e  $2,61 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na polpa. Oliveira et al. (2010) obtiveram  $7,81 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na casca e  $11,82 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na polpa *Hylocereus undatus* e  $3,22 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  para casca e  $12,34 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na polpa de *Hylocereus polyrhizus*. Estudos realizados por Jamilah et al. (2011) averiguaram valores de  $6,20 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  para casca de pitaia *Hylocereus polyrhizus*. Rodrigues (2010) encontrou valores de  $10,84 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na casca e  $15,63 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  na polpa da pitaia do cerrado.

Os maiores teores de fibra alimentar e fração glicídica, obtidos no tratamento T4, podem ser relacionados ao maior volume de adubos aplicados e, conseqüentemente, a maior quantidade de nutrientes fornecidos neste tratamento. A adubação com nitrogênio pode aumentar a atividade fotossintética e, por conseguinte, pode haver uma elevação na quantidade de carbono,

hidrogênio e oxigênio que favorecem a fotossíntese e o acúmulo de carboidratos na planta.

### 3.2 Composição mineral

A tabela de análise de variância (Tabela 2A) mostra que houve diferença estatística entre os tratamentos e as frações para todos os minerais avaliados.

Os minerais encontrados nas frações polpa e casca da pitáia foram cálcio, manganês, cobre, zinco, magnésio e ferro, estando na casca as maiores concentrações de cálcio ( $16,78 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), zinco ( $3,12 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), manganês ( $6,62 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ), magnésio ( $5,22 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e ferro ( $13,3 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e na polpa de cobre ( $2,19 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) (Tabela 3).

O teor de minerais foi bastante variável entre os tratamentos. Na polpa, os maiores teores de cálcio e cobre foram encontrados no tratamento T4, manganês e zinco no T3, magnésio no T2, e ferro no T1. Em relação à casca o tratamento T3 apresentou teores superiores de cálcio, cobre e ferro, já os frutos do tratamento T4 apresentaram maior teor para magnésio, os frutos do T2 para manganês e do T1 para zinco. Dentre os tratamentos, o T4 foi o de cálcio na polpa ( $1,03 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ). De acordo com as análises de cinzas, os frutos do tratamento T4 apresentaram quantidades superiores nas frações polpa e casca quando comparado aos demais tratamentos. Na casca não se verificou uma relação com os teores minerais encontrados, pois o T4 foi superior apenas para o teor de magnésio ( $5,37 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ).

Tabela 3 Minerais em mg 100g<sup>-1</sup> de matéria seca na polpa e casca do fruto de pitaiá adubados com diferentes tipos de adubação orgânica. UFLA, Lavras, 2013.

Trata- mentos	Cálcio		Magnésio		Cobre		Manganês		Zinco		Ferro	
	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa	casca	polpa	casca
T1	0,0bB	17,93bA	2,27cB	5,10dA	3,63bA	1,10bB	1,07dB	7,50bA	2,60dB	3,50aA	9,33aB	11,67dA
T2	0,0bB	13,90dA	2,83aB	5,27bA	0,53dA	0,69cB	1,23bB	9,06aA	3,13bA	2,70dB	8,40bB	13,66bA
T3	00 bB	18,73aA	2,8bB	5,17cA	0,70cA	3,97aB	1,37aB	5,40cA	3,17aA	3,07cB	8,10cB	14,33aA
T4	0,13 aB	16,57cA	2,17dB	5,37aA	3,9aA	0,63dB	1,10dB	4,53dA	2,70cB	3,23bA	8,00dB	13,66bA
Média	0,03B	16,78A	2,52B	5,22A	2,19 <sup>a</sup>	1,60B	1,19B	6,62A	2,90B	3,12A	8,46B	13,33A
CV%	6,84		2,24		14,60		8,32		2,95		6,4	

Medias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey P≤0.05). \* T1: testemunha, T2: Esterco bovino, T3: esterco de galinha, T4: Esterco bovino + galinha.

Marques et al. (2010), em estudos sobre mangas Tommy Atkins, também, encontraram quantidades de minerais na casca superiores à polpa, com exceção do zinco. Stintzing, Schieber e Carle (2003), caracterizando quimicamente a polpa de pitaia vermelha (*Hylocereus undatus*), verificaram as seguintes concentrações de cálcio ( $23 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ), potássio ( $320 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ), magnésio ( $265 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ), sódio ( $33 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ). Rodrigues (2010), estudando a pitaia do cerrado, encontrou teores de cobre ( $1,1 \text{ mg } 100^{-1}$ ), zinco ( $0,3 \text{ mg } 100^{-1}$ ), e ferro ( $2,9 \text{ mg } 100^{-1}$ ) inferiores aos encontrados neste estudo.

Os elementos encontrados na polpa e casca da pitaia possuem uma relevante importância para a alimentação humana. Os macronutrientes cálcio e magnésio são requeridos pelo organismo em quantidades superiores a  $100 \text{ mg/dia}$ , já os micronutrientes manganês, cobre, zinco, ferro são requeridos em quantidades inferiores a  $100 \text{ mg/dia}$ . Os teores de minerais encontrados para a pitaia não suprem a necessidade diária recomendada para adultos que, segundo a Organização Mundial de Saúde, é de  $1200 \text{ mg}$  de cálcio,  $230$  a  $420 \text{ mg}$  de magnésio,  $1,8$  a  $2,3 \text{ mg}$  de manganês,  $11 \text{ mg}$  de zinco em homens e  $8 \text{ mg}$  em mulheres. No entanto, os teores de cobre e ferro mostraram-se superiores às recomendações que são de  $900 \mu\text{g}$  de cobre e variam  $8$  a  $11 \text{ mg}$  de ferro para homens e  $18$  a  $25 \text{ mg}$  para mulheres (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA, 2005).

#### **4 CONCLUSÃO**

As frações polpa e casca apresentaram teores diferenciados para todos os parâmetros avaliados, à exceção do teor de cinzas. A polpa dos frutos apresentou-se mais rica em fração glicídica, proteína, extrato etéreo e cinza e a casca com maiores percentuais de água e fibra alimentar. A casca destacou-se, em relação aos minerais, à exceção do cobre. De maneira geral, os frutos do tratamento T4 apresentaram os melhores resultados para os parâmetros avaliados.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 269**, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.crd.defesacivil.rj.gov.br/documentos/IDR.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 18<sup>th</sup> ed. Mayland, 2005. 1094 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 785 p.

DONADIO, L. C.; SADER, A. D. **Curso de pitaya**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2005. 16 p.

GONDIM, J. A. M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, out./dez. 2005.

JAMILAH, B. et al. Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. **International Food Research Journal**, Selangor, v. 18, n. 1, p. 279-286, 2011.

LE BELLEC, F. **La pitaya (Hylocereus sp.) en cultura de diversification à l'île dela réunion**. Paris: Institut National d'Horticulture, 2003. 55 p.

MAHATTANATAWEE, K. et al. Total antioxidant activity and fiber content of Select florida-grown tropical fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 54, n. 19, p. 7355-7363, Aug. 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARQUES, A. et al. Composição centesimal e de minerais de casca e de polpa de mangas (*Mangifera indica*L.) cv. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1206-1210, nov. 2010.

OLIVEIRA, A. N. P. et al. Yield of gherkin in response to doses of bovine manure. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 100-102, 2009.

OLIVEIRA, L. A. et al. Composição química da pitaia vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) e branca (*Hylocereus undatus*). In. CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 19., 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010. 1 CD-ROM.

RODRIGUES, L. J. **Desenvolvimento e processamento mínimo de pitaia nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do Cerrado brasileiro**. 2010. 164 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

STINTZING, F. C.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 216, n. 4, p. 303-311, Apr. 2003.

TABELA brasileira de composição de alimentos. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p. Disponível em:  
<<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php>>. Acesso em: 3 dez. 2012.

VAILLANT, F. et al. Colorant and antioxidant properties of red-puple pitahaya (*Hylocereus sp.*). **Fruits**, Paris, v. 60, n. 1, p. 3-12, 2005. Disponível em:  
<[http://www.fruits-journal.org/article\\_S0248129405000071](http://www.fruits-journal.org/article_S0248129405000071)>. Acesso em: 23 jul. 2012.

VALENTE, A. et al. Ascorbic acid content in exotic fruits: a contribution to produce quality data for food composition databases. **Food Research International**, Barking, v. 44, n. 7, p. 2237-2242, Aug. 2011.

ZHUANG, Y.; ZHANG, Y.; SUN, L. Characteristics of fibre-rich powder and antioxidant activity of pitaia (*Hylocereus undatus*) peels. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 47, n. 6, p. 1279-1285, June 2012.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **SANEST - Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores**. Pelotas: UFPel, 1984. Software.

### **CAPÍTULO 3: QUALIDADE DE PITAIA (*Hylocereus undatus*) SUBMETIDA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA E ARMAZENADA SOB REGRIGERAÇÃO**

#### **RESUMO**

Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da adubação na qualidade de pitaias vermelhas de polpa branca (*Hylocereus undatus*), durante 21 dias de armazenamento a 13°C. Os frutos foram provenientes do pomar da Universidade Federal de Lavras. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (4 x 4) x 3, sendo 4 tipos de adubação, 4 dias de análises, 3 repetições de 3 frutos para cada tratamento. A qualidade da pitaia foi monitorada durante o armazenamento, por meio dos seguintes parâmetros: perda de massa fresca, cor, firmeza, acidez total titulável, pH, sólidos solúveis totais, SST/AT, açúcares totais, redutores e não redutores. A adubação influenciou, significativamente, todos os parâmetros avaliados. A pitaia apresentou perda de massa crescente e aumento da firmeza da polpa para todos os tratamentos durante armazenamento. A análise colorimétrica indicou diminuição da luminosidade L\* e aumento dos valores de a\* e b\*. Os frutos do tratamento T2 foram os que melhor preservaram as características de cor. A pitaia apresentou baixa acidez e teve seus teores diminuídos, durante armazenamento, para todos os tratamentos, enquanto que os valores de pH foram elevados. Os frutos dos tratamentos T3 e T4 apresentaram os maiores aumentos de pH 1,13 e 1,17, respectivamente. Os teores de sólidos solúveis totais diminuíram durante armazenamento para todos os tratamentos. Os tratamentos que foram submetidos à adubação orgânica apresentaram valores de SST superior à testemunha. Os frutos do tratamento T4 foram os que mantiveram os teores de sólidos solúveis mais elevados durante armazenamento. O maior valor de SST/AT foi observado nos frutos do tratamento T4 e o menor valor foi verificado nos frutos do tratamento T1. Os frutos do tratamento T4 apresentaram maiores valores de açúcar redutor e total e os frutos do tratamento T3 foram superiores nos teores de açúcares não redutores.

Palavras chave: Pitaia (*Hylocereus undatus*). Armazenamento. Adubação orgânica.

**CHAPTER 3: QUALITY OF THE PITAYA (*Hylocereus undatus*)  
SUBMITTED TO ORGANIC FERTILIZATION AND STORED UNDER  
REGRIGERATION.**

**ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the effect of fertilization on the quality of red pitayas with white pulp (*Hylocereus undatus*), during 21 days of storage at 13 ° C. The fruits derived from the orchard in the Universidade Federal de Lavras. The experimental design was completely randomized (CRD), in a factorial scheme of (4 x 4) x 3; being 4 types of fertilizer, 4 days of analysis and three replicates of three fruits for each treatment. The quality of the pitaya was monitored during storage by the following parameters: fresh matter loss, color, firmness, total titrable acidity, pH, total soluble solids, *TSS / TA* and reducing and non-reducing total sugars. Fertilization significantly influenced all the evaluated parameters. The pitaya presented increasing mass loss and an increased in pulp firmness for all treatments during storage. Colorimetric analysis indicated a decrease of luminosity *L\** and increased of the values of *a\** and *b\**. Fruits of the T2 treatment were those which best preserved the color characteristics. The pitaya presented low acidity and had their levels decreased during storage for all treatments, while the pH values were high. The fruits of treatments T3 and T4 showed the largest increases in pH, 1.13 and 1.17, respectively. The content of soluble solids decreased during storage for all treatments. The treatments that have been subjected to organic fertilization presented *TSS* values superior to those of the witness. The fruits from the T4 treatment were those that maintained the highest soluble solids content during storage. The highest *TSS / TA* value was observed in the fruits of treatment T4 and the lowest values were found in the fruits of the T1 treatment. The fruits of the T4 treatment presented higher reducing and total sugar, and the fruits from the T3 treatment were superior in non-reducing sugar content.

Keywords: Pitaya (*Hylocereus undatus*). Storage. Organic fertilizer.

## 1 INTRODUÇÃO

A pré e pós-colheita são fatores determinantes na qualidade de frutas e hortaliças. Diante da elevada taxa de perecibilidade de frutos, torna-se necessário que técnicas adequadas de manuseio e conservação sejam desenvolvidas visando aumentar sua vida útil na pós-colheita (ALVES et al., 2006), para que não haja perdas na qualidade do produto que vai chegar à mesa do consumidor.

Nesse sentido, a pré-colheita tem papel fundamental, pois a qualidade do fruto depende de fatores relacionados ao cultivo, como a adubação. Estudos sobre a influência da adubação na qualidade da pitiaia, ainda, são escassos. Dessa forma, faz-se necessário desenvolver pesquisas que busquem avaliar as melhores condições de plantio e armazenamento para melhorar a qualidade da pitiaia produzida no Brasil, uma vez que sua comercialização tem sido crescente e seu valor comercial será determinado pelo conjunto de suas características físicas e químicas.

Considerada um fruto tropical, pouco ácida e levemente adocicada, a pitiaia, em condições de ambiente, deteriora-se com relativa facilidade e, em consequência, a vida útil pós-colheita é curta, em torno de 10 dias em condições ambiente (HOA et al., 2006). Entretanto, o uso de refrigeração pode prolongar seu tempo de prateleira, todavia existem riscos de danos por frio em temperaturas inferiores a 8° C (RODRÍGUEZ et al., 2005).

Frente à escassez de informações sobre armazenamento e comportamento pós-colheita da pitiaia cultivada no Brasil, objetivou-se neste trabalho determinar a qualidade pós-colheita da pitiaia, considerando a perda de massa, firmeza, cor, sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável e açúcares totais

e redutores em frutos cultivados em diferentes tratamentos de adubação orgânica e armazenamento por 21 dias a 13°C.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Amostras**

Os frutos da pitiaia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] foram obtidos de plantas com 4 anos de idade, localizadas no pomar experimental do setor de Fruticultura do departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, localizado no município de Lavras - MG que está situado a 21°14'06" de latitude Sul e 45°00'00" de latitude Oeste, a uma altitude média de 918m.

As plantas da pitiaia foram adubadas a cada três meses, de acordo com os tratamentos: esterco de galinha (2Kg/planta); esterco bovino (14Kg/planta); esterco de galinha ((2Kg/planta) + esterco bovino (14Kg/planta) e a testemunha (sem adubação) desde o plantio em 2008.

Os frutos foram colhidos manualmente, pela manhã, em estágio de maturação, utilizado para o consumo comercial, usando como critério de colheita a coloração vermelha da casca.

### **2.2 Instalação do experimento**

Após a colheita, os frutos foram transportados para o Laboratório de Bioquímica do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

Dos 300 frutos colhidos, 240 foram selecionados quanto ao tamanho e ausência de injúrias. Estes frutos foram lavados e higienizados com hipoclorito de sódio a 300 mg.L<sup>-1</sup> por 15 minutos. Após secagem, os frutos foram separados por tratamento (T1-Testemunha; T2- Esterco bovino; T3- Esterco de galinha e

T4 Esterco bovino + esterco de galinha) e cada tratamento dividido em quatro lotes com 12 frutos, selecionados ao acaso. Os frutos que compuseram o 1º lote foram chamados de tempo zero (sem armazenamento), os frutos do 2º lote (sete dias de armazenamento), os frutos do 3º lote (14 dias de armazenamento) e os do 4º lote (21 dias de armazenamento). Os frutos do 2º, 3º e 4º lote foram armazenados em BOD a 13°C e a cada sete dias, um lote era retirado para realização das análises.

A cada avaliação, os frutos foram, inicialmente, submetidos às análises físicas, consideradas análises não destrutivas: perda de massa fresca e cor. Em seguida os frutos foram cortados, e a polpa, juntamente com as sementes, foram separadas da casca. Em sequência realizaram-se as análises de sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável, açúcares totais, redutores e não redutores na polpa.

### **2.3 Delineamento experimental e estatístico**

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (4 x 4) x 3 onde foram utilizados 4 tratamentos: testemunha (sem adubação orgânica), esterco bovino, esterco de galinha e esterco bovino + esterco de galinha, 4 dias de análises (0, 7, 14 e 21 dias) com 3 repetições, constituídas de 3 frutos para cada tratamento nas frações polpa e casca. Os resultados foram submetidos ao teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade, para comparar os tratamentos dentro de cada tempo pelo programa estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2010) e, quando significativos, os dados foram submetidos à análise de regressão. Os modelos de regressão foram selecionados, observando-se a significância do teste F para cada modelo e seus respectivos coeficientes de determinação.

## **2.4 Parâmetros avaliados**

As análises de perda de massa fresca e cor foram realizadas no fruto inteiro, enquanto que as análises de firmeza, pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais, relação SST/AT e açúcares totais redutores e não redutores foram realizadas apenas na polpa da pitiaia.

### **2.4.1 Perda de massa fresca**

Para a determinação da porcentagem da perda de massa foi considerada a diferença entre o peso inicial de cada unidade experimental e aquele obtido em cada período de amostragem, utilizando-se uma balança eletrônica, com precisão de 0,01.

### **2.4.2 Firmeza**

Determinada com auxílio de um penetrômetro Mc Cormick, modelo FT 327 com ponteira de oito mm de diâmetro. Os frutos foram cortados horizontalmente e realizaram -se quatro medições na polpa de cada parte do fruto. Os resultados obtidos foram expressos em Newton (N).

### **2.4.3 Análise colorimétrica**

A coloração da pitiaia foi determinada com auxílio de um colorímetro Minolta CR 400, pelo sistema CIELAB  $L^*$   $a^*$   $b^*$ , com iluminante D65, sendo a coordenada  $L^*$  relacionada à luminosidade, indicando a variação de cor entre negro e o branco (0/100). O valor da coordenada de cromaticidade  $a^*$  representa

uma variação de cores de verde (-a) ao vermelho (+ a) e o valor coordenada de cromaticidade  $b^*$  representa variação da cor azul (-b) ao amarelo (+ b). As leituras dos valores  $L^*$   $a^*$   $b^*$  foram realizadas, aleatoriamente, em quatro pontos na casca do fruto de cada repetição.

#### **2.4.4 Acidez titulável (AT)**

A acidez titulável foi determinada por titulação do filtrado, com uma solução padronizada de NaOH 0,1N, segundo a técnica do Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados obtidos foram expressos em g ácido málico /100g de amostra.

#### **2.4.5 pH**

O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado por potenciometria em eletrodo de vidro, utilizando-se um peagâmetro Micronal modelo B371. Segundo técnica da Association of Official Analytical Chemistry - AOAC (2005).

#### **2.4.6 Sólidos solúveis totais (SST)**

Os teores de sólidos solúveis totais (SST), expressos em °Brix, foram determinados por refratometria, utilizando-se um refratômetro digital, marca Atago, modelo PR-100 Palette. Uma amostra de cada repetição foi retirada e triturada em politron para realização das leituras (AOAC, 2005).

#### **2.4.7 Relação sólidos solúveis totais/ acidez total titulável (SST/AT)**

A relação *SST/AT* foi calculada pela razão entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez total titulável.

#### **2.4.8 Açúcares totais, redutores e não redutores**

Os açúcares totais e redutores foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (2005) e o doseamento, segundo a técnica de Somogyi adaptada por Nelson (1944). A leitura foi realizada em espectrofotômetro com comprimento de onda de 510 nm. Os resultados foram expressos em mg de açúcares por 100g de amostra.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Perda de massa fresca

De acordo com a análise de variância (Tabela 3A e 4A), houve diferença estatística entre os tratamentos para todas as variáveis avaliadas durante armazenamento.

Conforme apresentado na Figura 1, os tratamentos apresentaram perda de massa fresca crescente durante o armazenamento refrigerado. Nos frutos dos tratamentos T3 e T4 observaram-se o maior percentual de perda de massa fresca durante armazenamento 16,37% e 17,06%, respectivamente, diferenciando, significativamente, dos frutos de T2 (13,87%) e T1 (14,06%) que apresentaram a menor perda de massa fresca.

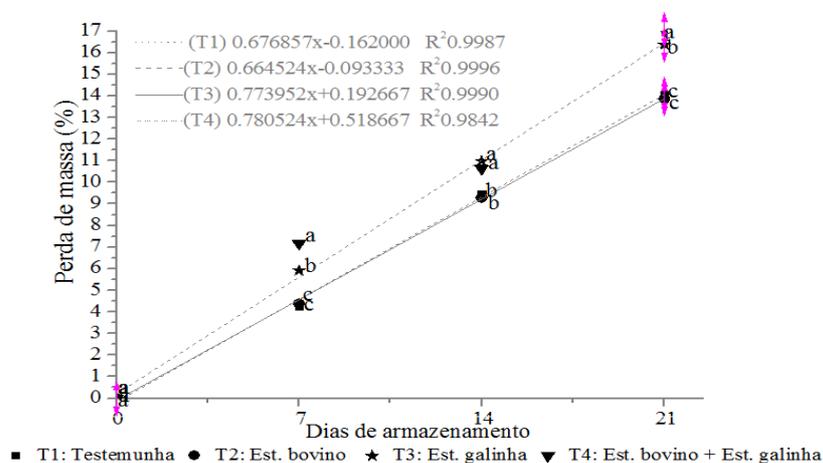


Figura 1 Perda de massa fresca dos frutos de pitaia submetidos à adubação orgânica e armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013.

Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Tal comportamento pode ser atribuído ao fato de os tratamentos de adubação terem propiciado frutos maiores, com maior área de exposição e conseqüente maior perda de água para o ambiente. No entanto, os frutos do tratamento T2, apesar de adubados e com características semelhantes de tamanho e aparência aos dos tratamentos T3 e T4, não diferiu estatisticamente da testemunha que apresentou a menor perda de massa, o que nos leva a inferir que a adubação, utilizando apenas esterco bovino, foi melhor em relação à perda de massa durante armazenamento.

Brunini e Cardoso (2011), estudando o comportamento pós-colheita da pitaiá vermelha de polpa branca em armazenamento refrigerado, observaram que na temperatura de 13°C, a pitaiá apresentou perda de massa em torno de 7,82% em 25 dias armazenamento, enquanto que em temperatura ambiente apresentou perda de 6,41% em apenas 5 dias de armazenamento. Resultado que mostra a influência positiva da refrigeração na diminuição da perda de água da pitaiá. Os valores de perda de massa fresca, encontrados por Brunini e Cardoso (2011) a 13°C, são inferiores aos observados neste trabalho, o que mostra que a perda de massa, também, apresenta variações em relação condições climáticas de cultivo e à UR do ambiente ao qual foi armazenada.

A perda de massa está relacionada às atividades respiratórias com perda de água para o meio, pela transpiração dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005) - causada pela diferença de pressão de vapor entre o fruto e o ar no ambiente, e dos processos metabólicos da respiração. Em ambiente refrigerado, a temperatura mais baixa reduz o metabolismo do fruto e, conseqüentemente, ocorre menor perda de massa (LIMA; DURIGAN, 2000). A perda de massa de matéria fresca é considerada fator limitante para conservação, pois provoca enrugamento da casca e compromete a comercialização do produto mesmo a polpa estando em boas condições para consumo.

### 3.2 Firmeza

A polpa da pitaiá apresentou aumento da firmeza, durante o armazenamento para todos os tratamentos, com exceção dos frutos do tratamento T1 que não apresentaram diferenças significativas (Figura 2). Até sete dias de armazenamento não verificou diferença significativa entre os tratamentos. Porém, após este período os tratamentos que foram adubados diferiram, significativamente, dos frutos da Testemunha (T1).

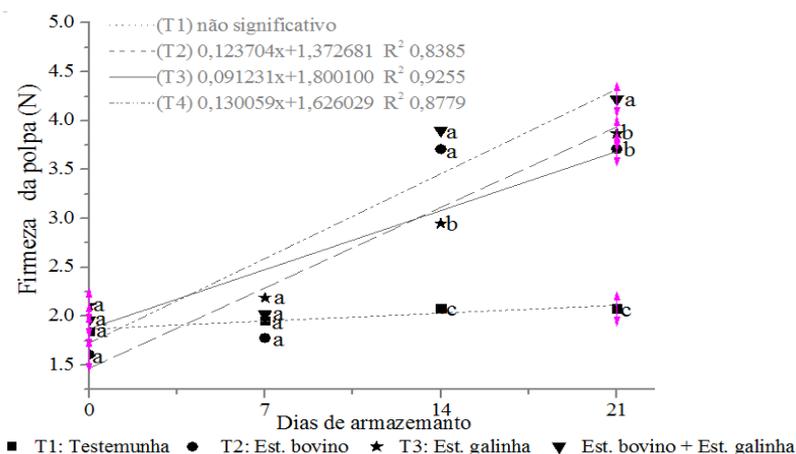


Figura 2 Firmeza dos frutos de pitaiá submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Nos frutos dos tratamentos T2 e T4 verificou-se o maior aumento da firmeza, 130% e 115,31%, respectivamente. Era esperado que os frutos que perderam mais água tivessem maior aumento da firmeza, considerando que a

perda de água levaria ao enrijecimento da polpa, entretanto, os frutos do tratamento T2 apresentaram menor perda de água (Figura 1) e maior porcentagem de aumento da firmeza. Diante desta situação, é possível que o aumento da firmeza, observado nos frutos da pitiaia, esteja relacionado a outros fatores, como a adubação, pois, comparando a testemunha aos demais tratamentos, verifica-se que a adubação potencializou o aumento da firmeza na polpa da pitiaia.

O comportamento da pitiaia neste estudo apresenta-se semelhante ao reportado por Wall e Khan (2008) que observaram aumento da firmeza interna (polpa) da pitiaia, durante armazenamento, quando tratada com irradiação. No entanto, em outros trabalhos foi verificada diminuição da firmeza. Brunini e Cardoso (2010) observaram que pitaias armazenadas a 13°C por 25 dias apresentaram diminuição da firmeza, porém algumas oscilações foram verificadas no decorrer do armazenamento. Duenãs, Narváez e Restrepo (2009), estudando a pitiaia amarela, observaram perda de firmeza de 68% em armazenamento refrigerado e de 72% a temperatura ambiente, o que, também, foi observado por Nerd e Mizrahi (1999). A refrigeração reduz a taxa de maturação do fruto, retardando a perda da firmeza.

Em estudos são relatados que, durante o armazenamento, a maioria dos frutos tendem a apresentar diminuição da firmeza, em razão do rompimento das paredes celulares (DUENÃS; NARVÁEZ; RESTREPO, 2009; FERNANDES et al., 2010), porém, aumento da firmeza pode ser observado, como relatado em um estudo realizado em mangas ‘Tommy Atkins’ por Jerônimo et al. (2007).

A perda de massa fresca ocasiona murchamento e flacidez dos frutos, conferindo maior resistência à penetração da ponteira do penetrômetro, uma vez que eleva a concentração de substâncias que enrijece a polpa do fruto. Como a polpa da pitiaia apresenta quantidades consideráveis de fibras insolúveis, pode

ser que tenha influenciado o aumento da firmeza da polpa. No entanto, mais estudos devem ser realizados para comprovação desta hipótese.

### 3.3 Análise colorimétrica

Conforme resultados expressos na Figura 3, todos os tratamentos apresentaram diminuição linear dos valores de L durante armazenamento. Os frutos do tratamento T3 apresentaram a maior perda de luminosidade (18,74%). Já os frutos do tratamento T2, apesar de terem o menor valor de L no início do armazenamento, chegaram ao final com a menor perda (6,52%). A luminosidade do fruto exprime o brilho ou a intensidade luminosa da casca, o que segundo Jha e Matsuoka (2002), tende a decrescer linearmente com a perda de massa fresca do fruto. Tal fato pode ser comprovado pelos resultados apresentados na Figura 1.

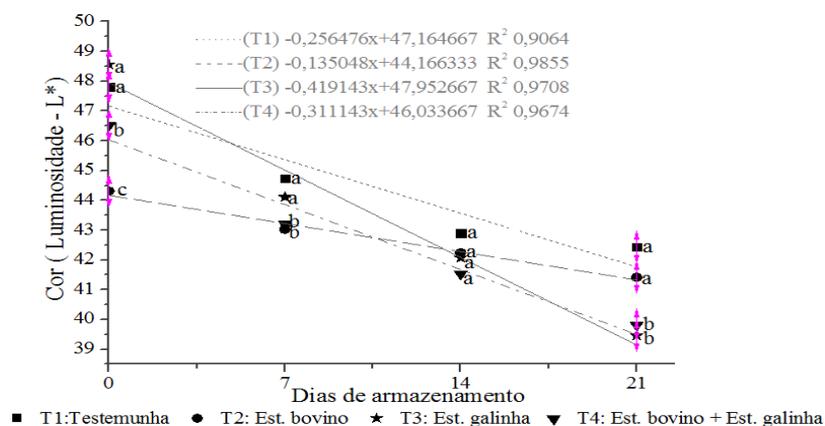


Figura 3 Valores de Luminosidade para a casca dos frutos de pitaiá, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Porém, diante de tal inferência, era esperado que o tratamento T4 apresentasse maior perda de luminosidade, uma que apresentou maior perda de água. Nesse sentido, pode-se inferir que os frutos deste tratamento, por terem recebido maior quantidade de adubação, conseguiu reduzir a perda de luminosidade em relação aos frutos do tratamento T3. A luminosidade é um importante parâmetro de qualidade e frescor de frutos, uma vez que produto com muito brilho é indicativo de produto fresco.

De acordo com a Figura 4, todos os tratamentos apresentam um aumento linear dos valores de  $a^*$  durante os 21 dias de armazenamento. Mostra que os frutos continuaram amadurecendo durante armazenamento, mesmo estando submetido à refrigeração. Os tratamentos que foram submetidos à adubação não apresentaram diferença significativa durante armazenamento. Nesse sentido, pode-se inferir que as adubações utilizadas não influenciaram este parâmetro. Porém os frutos que não foram adubados, tratamento T1, apresentaram um aumento expressivo de dos valores de  $a^*$  após 14 dias de armazenamento, reflexo de um rápido amadurecido. Tal comportamento pode ser justificado pelo fato de que frutos melhor adubados são mais sadios, adaptam melhor às condições de temperatura e podem retardar os processos de senescência.

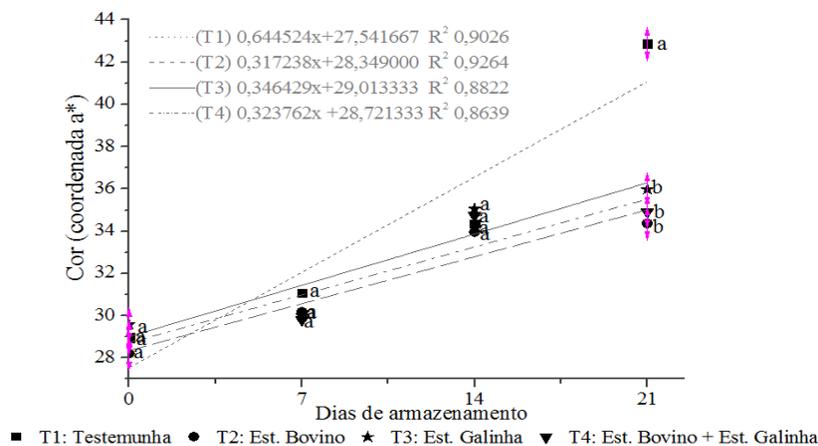


Figura 4 Valores de  $a^*$  para a casca dos frutos de pituaia, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

A coordenada  $a^*$  é um parâmetro que indica o aparecimento de pigmentos vermelhos como carotenoides e flavonoides, os quais são indicativos do aumento da maturação do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Segundo Nerd e Mizrahi (1999) o estágio ótimo de colheita para a pituaia vermelha (*Hylocereus undatus*) ocorre quando a casca encontra-se totalmente vermelha, podendo ser indicada por meio da coordenada  $a^*$ .

Para a coordenada  $b^*$  (Figura 5), houve aumento dos valores para todos os tratamentos, durante o armazenamento, com exceção dos frutos do tratamento T2, que apresentou diminuição após 14 dias.

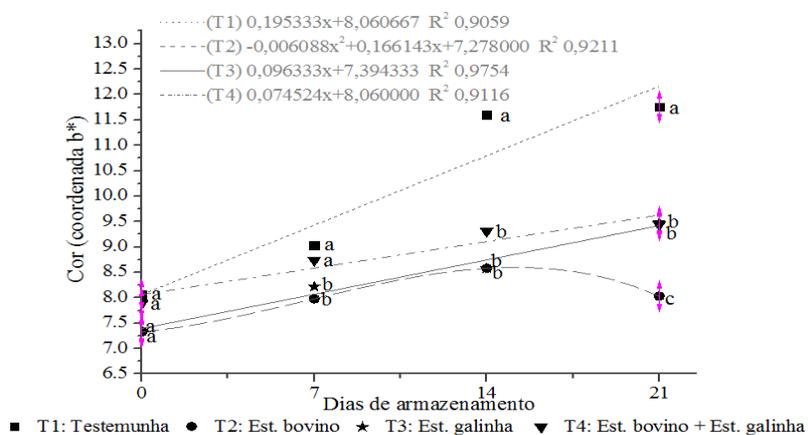


Figura 5 Valores de  $b^*$  para a casca dos frutos de pitaia, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

O comportamento apresentado pelos tratamentos para este parâmetro é coerente com o observado para a coordenada  $a^*$  (Figura 4), o que ressalta que a adubação teve efeito positivo em retardar o aparecimento de pigmentos que caracterizam aumento da maturação do fruto.

Avaliando os parâmetros ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), pode-se inferir que os frutos do tratamento T1 amadureceram mais rápido que dos demais tratamentos, revelando que a adubação amenizou o avanço do amadurecimento. No entanto, o tratamento T2 foi que melhor preservou a tonalidade da casca, durante armazenamento, uma vez que apresentou menor perda de luminosidade ( $L^*$ ), menor aumento de  $b^*$  e valores de  $a^*$  compatível aos tratamentos T3 e T4.

### 3.4 Acidez titulável (AT)

A acidez titulável na polpa da pitiaia diminuiu linearmente durante o armazenamento para todos os tratamentos (Figura 6). No início do armazenamento, os frutos dos tratamentos T2 e T4 exibiram os maiores teores de acidez titulável  $0,34 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ . Porém, ao final do armazenamento, os tratamentos não diferiram estatisticamente. Os frutos do tratamento T4 até 14 dias de armazenamento apresentaram as menores perdas de acidez, o que pode ser indicativo de uma menor taxa de respiração.

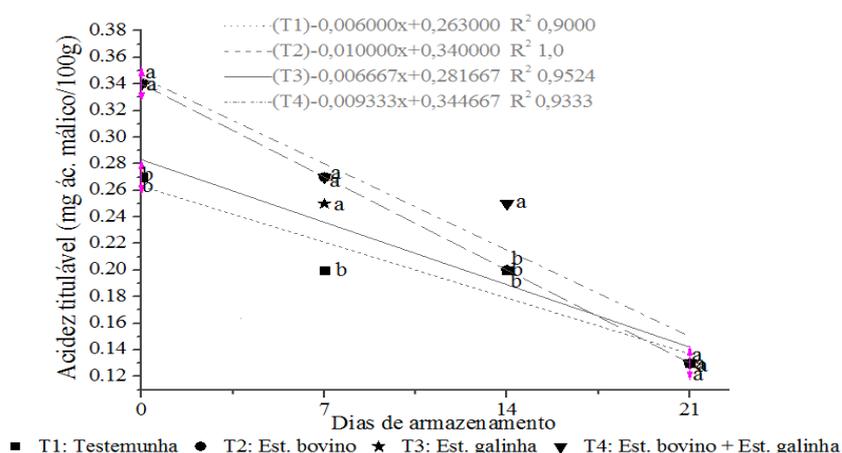


Figura 6 Valores de acidez total titulável na polpa dos frutos de pitiaia, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a  $13^\circ\text{C}$ . UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Para Nerd e Mizrahi (1999) acidez titulável inferior a 1%, explica um bom sabor e doçura em frutos de pitiaia. Estudos reportados por Wanitchang et al. (2010) mostram valores de acidez titulável para pitiaia em torno 0,2 %.

O teor de acidez é indicativo do estágio de maturação dos frutos, frutos mais verdes apresentam acidez mais elevada. Rodrigues (2010) verificou valores de acidez titulável dos frutos da pitáia do cerrado variando 1,1% aos 21 para 0,4 aos 70 dias após a antese, o que está de acordo com os resultados encontrados neste trabalho. Segundo (CHITARRA; CHITARRA, 2005), o teor de ácidos orgânicos tende a diminuir, durante o processo de maturação, em virtude da oxidação dos ácidos em decorrência da respiração, ou quando são convertidos açúcares. Kays (1997), também, afirma que após a colheita e durante armazenamento, a concentração de ácidos orgânicos tende a declinar em consequência da utilização destes compostos como substrato para respiração e como esqueleto carbônico na síntese de novos compostos.

### **3.5 pH**

De acordo com a Figura (7) houve um aumento linear do pH na polpa de todos os tratamentos durante o armazenamento. Tal comportamento é coerente com a diminuição da acidez titulável, uma vez que o consumo dos ácidos orgânicos resultam em aumento do pH. Entretanto o pH apresentado pelos frutos do tratamentos T3 e T4, ao final do armazenamento, mostraram-se superiores a T1 e T2, o que contraria o resultado apresentado para a acidez titulável.

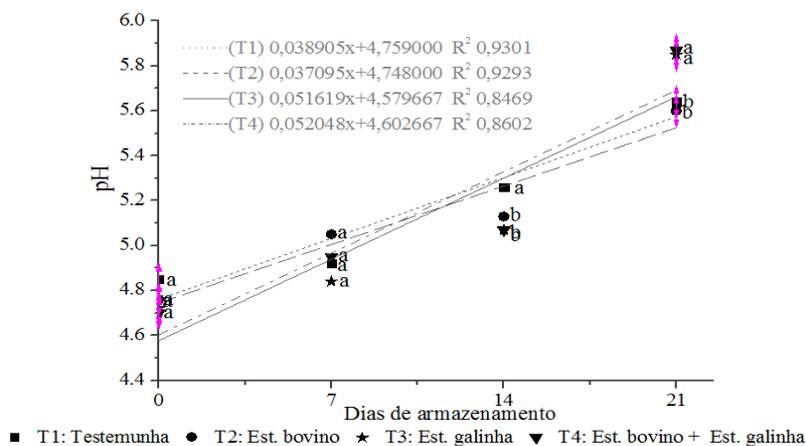


Figura 7 Valores de pH na polpa dos frutos de pitaita, submetidos à adubação orgânica, armazenamento por 21 dias a 13°.UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Brunini e Cardoso (2010), estudando o armazenamento de pitaita a 13°C por 25 dias, observaram aumento do valor do pH de 4,60 a 5,8, resultado coerente com apresentado neste trabalho. Rodrigues (2010) encontrou valores de pH para a pitaita do cerrado, variando entre 5,7 a 6,2 durante o período amadurecimento. Silva e Alves (2009), avaliando a composição físico-química da polpa do mandacaru (*Cereus jamacaru*), uma espécie de cactácea, observaram valores de pH de 4,52. A pitaita é considerada fruto pouco ácido, quando comparada com outras espécies, desse modo apresenta valores de pH superiores a frutos como laranja (pH 3,66) (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010) e Kiwi (pH 3,3) (BLUM; AYUB, 2009).

### 3.6 Sólidos solúveis totais (SST)

Os teores de sólidos solúveis diminuíram, durante o armazenamento, para todos os tratamentos (Figura 8), porém, os valores oscilaram em relação ao tempo de armazenamento. Este comportamento pode ter sido influenciado pela produção e/ou consumo dos açúcares. No início do armazenamento, os tratamentos que foram adubados apresentaram teores de SST superiores à testemunha, indicando que a adubação influenciou positivamente neste parâmetro. Considerando os tratamentos, os frutos do T4 exibiram os maiores valores de SST no início do armazenamento ( $13,5\text{mg}100\text{g}^{-1}$ ). Entretanto, ao final do armazenamento, os tratamentos que foram adubados não diferiram entre si. Após 14 dias, todos os tratamentos mostraram diminuição acentuada dos sólidos solúveis totais, o que pode ser indicativo do início da senescência dos frutos.

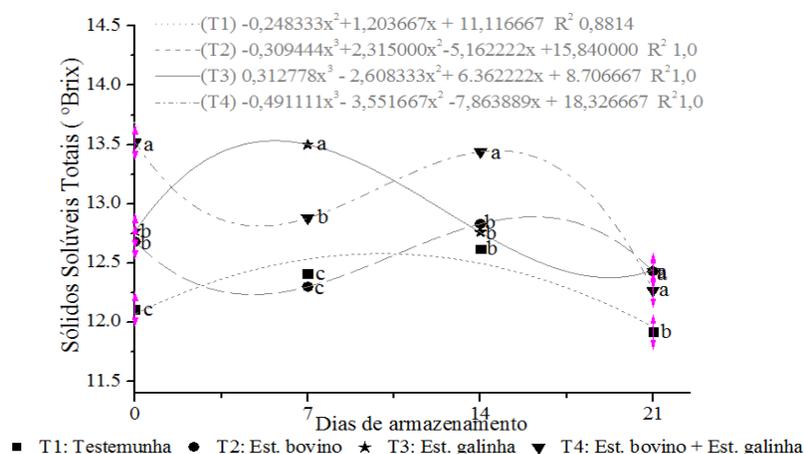


Figura 8 Sólidos solúveis totais na polpa dos frutos de pitaiá, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a  $13^\circ\text{C}$ . UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Em estudos são mostrados teores de sólidos solúveis da pitiaia, variando de 10 a 24 °Brix, resultado que é diretamente relacionado ao estágio de maturação do fruto e as condições edafoclimáticas de cultivo. Brunini e Cardoso (2011), avaliando o armazenamento da pitiaia (*Hylocereus undatus*) por 25 dias a 13°C, observaram diminuição do teor de sólidos solúveis de 11.5° Brix para 8.72° Brix. Rodrigues (2010), estudando o estágio de maturação da pitiaia do cerrado, observou que, após 70 dias da antese, os teores de sólidos solúveis começam a diminuir.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), as frutas em geral, quando maduras, apresentam valores médios de sólidos solúveis entre 8% e 14%. Para Wanitchang et al. (2010), frutos com leitura de °Brix superior a 12% ou 13% apresentam melhor aceitabilidade para consumo. Os resultados deste trabalho mostraram que a utilização de adubação resultou em frutos com maiores teores de sólidos solúveis totais, o que é interessante para a comercialização dos frutos da pitiaia.

Segundo Kays (1997), durante a maturação de frutos climatéricos, o teor de sólidos solúveis totais tende a aumentar, em função da biossíntese de açúcares solúveis ou da degradação de polissacarídeos. À medida que a maturação avança, os ácidos, também, podem ser convertidos em açúcares elevando, assim, o teor de sólidos solúveis. Tal comportamento não foi observado no presente estudo. Ao analisarmos a Figura 8, pode-se observar que aos sete de armazenamento houve diminuição dos sólidos solúveis para os tratamentos T2 e T4, tal fato pode ser pela utilização dos SST na síntese de outros compostos ou consumo no processo respiratório, uma vez que os frutos destes tratamentos tiveram seus teores aumentos na análise seguinte. Em relação à diminuição dos SST ao final do armazenamento, podemos relacioná-la à degradação, senescência dos frutos.

### 3.7 Relação SST/AT

A relação SST/AT aumentou durante armazenamento para todos os tratamentos (Figura 9). Os frutos do tratamento T4 apresentaram até 14 dias, os menores valores de SST/AT, tal fato pode ser explicado pela menor diferença entre a acidez titulável (AT) (Figura 6) e os sólidos solúveis (Figura 8).

Segundo Viégas (1991), a faixa de SST/AT pode variar entre seis e 20, sendo o intervalo de 15 a 18 o preferido pelos consumidores. No entanto estes valores podem ser variáveis dentre de uma mesma espécie, cultivar, local de cultivo e época de colheita. No presente trabalho, o valor do SST/AT foi superior à faixa indicada por Viégas (1991), em razão do alto teor de sólidos solúveis e baixa acidez nesses frutos. Moreira et al. (2011) encontraram relação SST/AT superior a 76,31 em frutos de pitaia (*Hylocereus undatus*) submetidos aos mesmos tratamentos de adubação orgânica.

O SST/AT é um importante parâmetro de qualidade de frutos, pois expressa a relação entre o teor de sólidos solúveis (°Brix) e o teor de ácidos tituláveis, sendo utilizado como indicador para determinar o estágio de maturação e a qualidade do fruto quanto ao balanço do sabor “doce: ácido” (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

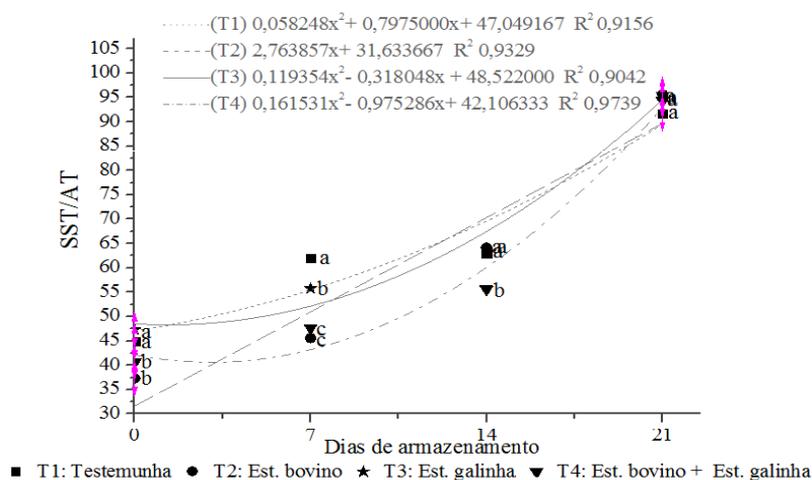


Figura 9 Relação: sólidos solúveis totais versus acidez titulável (SST/AT) na polpa dos frutos de pitaita, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

### 3.8 Açúcares totais, redutores e não redutores

Conforme apresentado na Figura 10, os tratamentos que foram submetidos à adubação orgânica apresentaram teor de açúcar total superior à testemunha, durante todo o armazenamento, tal comportamento é coerente com os valores de sólidos solúveis totais apresentados na Figura 8. No entanto os teores de açúcares totais apresentaram-se inferiores aos teores de sólidos solúveis totais, este resultado pode ser explicado pelo fato dos sólidos solúveis apresentarem não somente os açúcares solúveis, mas também substâncias como aminoácidos, vitaminas e algumas pectinas presentes no fruto (GOMES; FIGUEIRÊDO; QUEIROZ, 2002), sendo assim, uma medida indireta para açúcares. De acordo com Faraoni, Ramos e Stringheta (2009), os açúcares totais

chegam a representar 60 a 70% dos sólidos solúveis e, considerando essa observação, constatou-se, para os frutos da pitiaia, estes valores foram superiores a 80%.

Considerando os tratamentos de adubação, o T4 apresentou o maior valor de açúcar total ( $12,54 \text{ mg } 100^{-1}$  no dia zero e  $11,44 \text{ mg } 100^{-1}$  aos 21 dias), o que reafirma a importância da adubação no acúmulo de açúcares na pitiaia. Rodrigues (2010), avaliando o teor de açúcar total na pitiaia do cerrado, verificou que, em 63 dias após a antese, os valores de açúcares encontrados nos frutos foram de  $11 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ , após este período, observou redução dos teores. Neste experimento até 14 dias de armazenamento, todos os tratamentos apresentaram aumento dos valores de açúcares e a redução ocorrida após este período pode ser um indicio de processos de degradação.

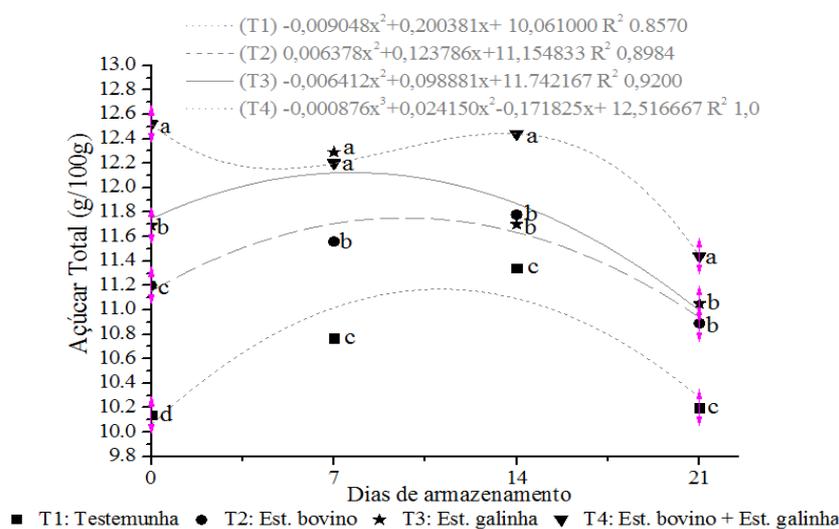


Figura 10 Teor de açúcar total na polpa dos frutos de pitiaia, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), os frutos têm seus valores de açúcares aumento, durante a maturação, o que na maioria das vezes ocorre, ainda, na árvore, no entanto, após a colheita, principalmente, em frutos climatérios pode acontecer síntese de açúcares, resultado na elevação dos açúcares totais. Os açúcares, ainda, podem ser utilizados como substrato no processo respiratório, o que pode explicar a redução dos valores ao final do armazenamento.

Os açúcares totais representam os monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos. Este último tende a diminuir, durante o processo de armazenamento, em função de sua quebra em açúcares mais simples, conseqüentemente, os teores de mono e dissacarídeos (glicose, frutose, sacarose) tende a aumentar. Os açúcares totais são separados em duas classes de compostos, os açúcares redutores e os açúcares não redutores, os quais estão representados na Figura 11 e Figura 12.

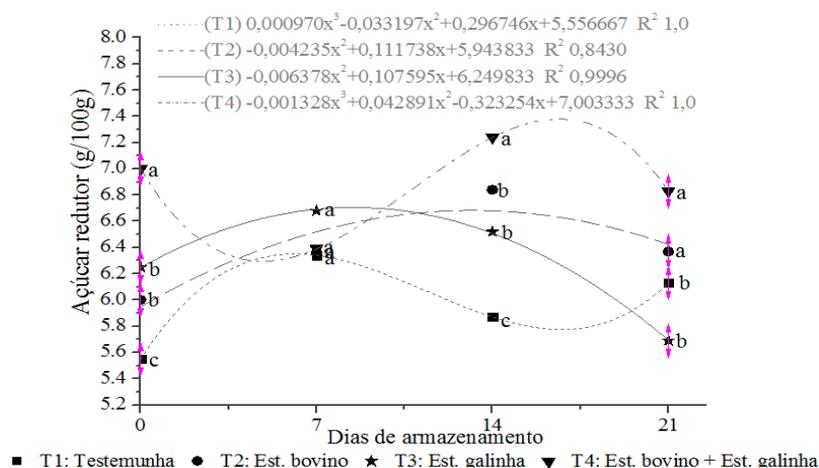


Figura 11 Teor de açúcar redutor na polpa dos frutos de pitáia, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

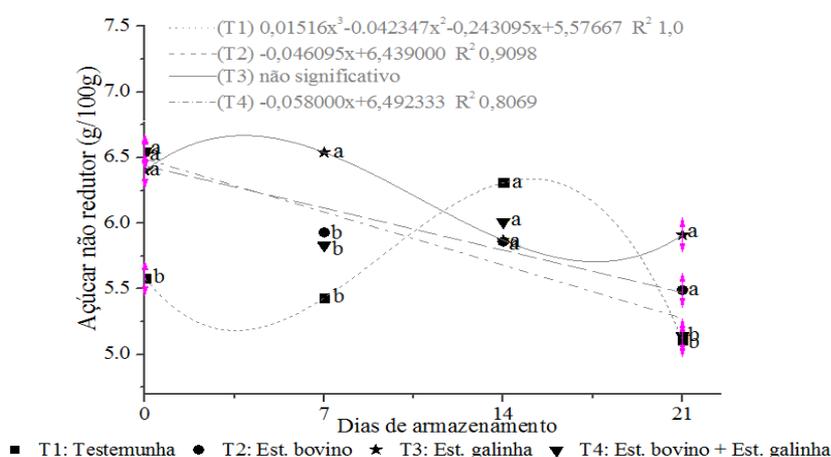


Figura 11 Teor de açúcar redutor na polpa dos frutos de pitaia, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Os açúcares redutores conferem aos frutos um sabor doce, mais acentuado, dessa forma, tanto para comercialização quanto para consumo in natura é desejável que se tenha maior porcentagem destes em relação aos açúcares totais. Conforme ilustrado nas figuras acima, apenas o tratamento T4 teve este comportamento, tendo em vista esta informação podemos afirmar que a adubação utilizada em T4 melhora a qualidade dos frutos da pitaia em relação ao grau de doçura.

Para Oliveira et al. (2005), a variação do teor de açúcar na colheita e pós-colheita está relacionada aos processos de biossíntese ou degradação de polissacarídeos, mas também pode estar relacionado à perda de água, durante o armazenamento, o que causa maior concentração dos mesmos, o que pode explicar o aumento dos açúcares redutores na testemunha e açúcares não redutores em T3 ao final do armazenamento.

#### **4 CONCLUSÃO**

Os tratamentos de adubação orgânica interferiram, positivamente, nos parâmetros de qualidade avaliados. Os frutos do Tratamento T4 apresentaram-se como as menores perdas de qualidade durante armazenamento por 21 dias. A partir de 14 dias, os frutos de todos os tratamentos apresentaram resultados indicativos de início da senescência.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, R. E. et al. **A cultura da mangaba**. Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2006. 220 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of AOAC International**. 18<sup>th</sup> ed. Maryland, 2005. v. 2, 1094 p.
- BLUM, J.; AYUB, R. A. Controle do amadurecimento do kiwi cv. Monty com 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 39-43, mar. 2009.
- BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S. Qualidade de pitayas de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 78-84, jul./set. 2011.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 785 p.
- COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 15-19, maio 2010. Suplemento.
- DUENÁS, Y. M.; NARVÁEZ, C. E. C.; RESTREPO, L. P. S. El choque térmico mejora la aptitud al almacenamiento refrigerado de pitaya amarilla. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v. 27, n. 1, p. 105-110, ene./abr. 2009.
- FARAONI, A. S.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C. Caracterização da manga orgânica cultivar Ubá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 9-14, 2009.
- FERNANDES, P. L. O. et al. Qualidade de mamão 'Formosa' produzido no RN e armazenado sob atmosfera passiva. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 599-604, nov./dez. 2010.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**. Versão 5, 3 (build 77). Lavras: UFLA, 2010. Software.

GOMES, P. M. de A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. de M. Caracterização e isotermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 157-165, 2002.

HOA, T. T. et al. Postharvest quality of Dragon fruit (*Hylocereus undatus*) following disinfecting hot air treatments. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 62-69, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: IMESP, 2008. v. 1. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2013.

JERONIMO, E. M. et al. Conservação pós-colheita de mangas Tommy Atkins armazenadas sob atmosfera modificada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 417-426, 2007.

JHA, S. N.; MATSUOKA, T. Non destructive techniques for quality evaluations of intact fruits and vegetables a review. **Food Science and Technology Research**, Tsukuba, v. 6, n. 4, p. 284-285, 2002.

KAYS, J. S. **Postharvest physiology of perishables plant products**. New York: Athens, 1997. 532 p.

LIMA, M. A.; DURIGAN, J. F. Conservação de goiaba 'Pedro Sato' associando-se refrigeração com diferentes embalagens plásticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 232-236, 2000.

MOREIRA, R. A. et al. Produção e qualidade de frutos de pitaia vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, p. 762-766, out. 2011. Volume especial.

NELSON, N. A fotometric adaptaion of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, p. 375-380, 1944.

NERD, A.; MIZRAHI, Y. The effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaia. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 99-105, Feb. 1999.

OLIVEIRA, F. E. da R. et al. Firmeza de pêssegos 'diamante' tratados com 1-MCP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 366-368, dez. 2005.

RODRIGUES, L. J. **Desenvolvimento e processamento mínimo de pitaia nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do cerrado brasileiro**. 2010. 164 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

RODRÍGUEZ, D. A. R. et al. Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.). **Revista del Facultad Nacional del Agronomia**, Medellín, v. 58, n. 2, p. 2837-2857, 2005.

SILVA, L. R.; ALVES, R. E. Caracterização físico-química de frutos de mandacaru. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiente**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 199-205, abr./jun. 2009.

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

VIÉGAS, F. C. P. **A citricultura brasileira**. 2. ed. Campinas: Cargill, 1991. 941 p.

WALL, M. M.; KHAN, S. Postharvest quality of dragon fruit (*Hylocereus spp.*) after X-ray irradiation quarantine treatment. **HortScience**, Alexandria, v. 43, n. 7, p. 2115-2119, 2008.

WANITCHANG, J. et al. Maturity sorting index of dragon fruit: *Hylocereus polyrhizus*. **Journal of Food Engineering**, Thailand, v. 100, n. 3, p. 409-416, Oct. 2010.

#### **CAPÍTULO 4: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA PITAIA (*Hylocereus undatus*), SUBMETIDA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA, DURANTE ARMAZENAMENTO REFRIGERADO**

##### **RESUMO**

Os compostos antioxidantes têm sido objeto de estudo na área de alimentos, em função de sua influência na conservação e qualidade dos mesmos, além dos benefícios que trazem à saúde humana. Presentes em frutas, vegetais, tubérculos e cereais, englobam uma classe de compostos que têm a propriedade de evitar ou reduzir as oxidações indesejáveis aos organismos vivos e em alimentos. Nesse sentido, objetivou-se neste trabalho avaliar a atividade antioxidante na polpa e casca da pitáia (*Hylocereus undatus*), submetida à adubação orgânica, durante armazenamento refrigerado por 21 dias. Os frutos foram provenientes do pomar da Universidade Federal de Lavras- Lavras/MG. Depois de colhidos, foram selecionados quanto à ausência de danos e higienizados com hipoclorito de sódio a 300 mg L<sup>-1</sup> por 15 minutos. Os frutos dos diferentes tratamentos (T1-Testemunha, T2- Esterco bovino, T3- Esterco de galinha e T4 Esterco bovino + galinha) foram cortados e separados em polpa (polpa e semente) e casca para a realização das análises de vitamina C, compostos fenólicos, carotenoides, antocianinas e atividade antioxidante. Os resultados mostraram redução da atividade antioxidante, durante armazenamento para todos os tratamentos, comportamento que está associado à diminuição de vitamina C e compostos fenólicos neste período. As quantidades de carotenoides e antocianinas não se mostraram suficientes para considerar a pitáia fonte destes compostos e nem como responsáveis pela atividade antioxidante nos frutos da pitáia. Os tratamentos de adubação apresentaram diferença significativa para todos os parâmetros avaliados. A casca apresentou os seguintes teores: vitamina C (11,06 mg 100g<sup>-1</sup>), compostos fenólicos (61,33 mg 100g<sup>-1</sup>) e atividade antioxidante (3.36 mg.100g<sup>-1</sup>), valores estes superiores à polpa. Dentre os tratamentos, o T4 foi o que manteve as maiores concentrações de vitamina C na polpa e compostos fenólicos na casca. Os frutos do tratamento T2 foram os que apresentaram as maiores concentrações de fenólicos na polpa. Enquanto que os frutos do tratamento T3 mantiveram a atividade antioxidante mais elevada durante armazenamento nas frações polpa e casca.

Palavras-chave: Pitáia. Atividade antioxidante. Armazenamento.



**CHAPTER 4: EVALUATION OF THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE PITAYA (*Hylocereus undatus*) SUBMITTED TO ORGANIC FERTILIZATION, DURING REFRIGERATED STORAGE**

**ABSTRACT**

Antioxidant compounds have been studied in food due to its influence in their conservation and quality, in addition to the benefits they bring to human health. Present in fruits, vegetables, tubers and cereals, they comprise a class of compounds which present the property to avoid or reduce undesirable oxidation in living organisms and food. In this sense, the objective of this study was to evaluate the antioxidant activity in the pulp and peel of the pitaya (*Hylocereus undatus*) subject to organic fertilization during refrigerated storage for 21 days. The fruits derived from the orchard in the Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil. Once harvested, the fruits were selected regarding the absence of injury, and sanitized with sodium hypochlorite at 300 mg L<sup>-1</sup> for 15 minutes. The fruits of the different treatments (T1-Witness, T2-Cattle manure, T3-Chicken manure and T4-Cattle manure + chicken manure) were cut and separated into pulp (pulp and seed) and peel in order to perform the analyses of vitamin C, phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins and antioxidant activity. The results showed reduction in antioxidant activity during storage for all treatments, behavior which is associated to the decrease in vitamin C and phenolic compounds in this period. The amounts of carotenoids and anthocyanins were not sufficient to consider pitaya a source of these compounds or as responsible for the antioxidant activity of the fruit. The fertilization treatments showed significant differences for all parameters evaluated. The peel presented the following contents: Vitamin C (11.06 mg 100g<sup>-1</sup>), phenolic compounds (61.33 mg 100g<sup>-1</sup>) and antioxidant activity (3.36 mg 100g<sup>-1</sup>), values superior to those in the pulp. Among the treatments, T4 was the one which maintained the highest concentrations of vitamin C in the pulp and phenolic compounds in the peel. Fruits from the T2 treatment presented the highest concentrations of phenolic compounds in the pulp, while the fruits from the T3 treatment maintained the highest antioxidant activity during storage in the pulp and peel fractions.

Keywords: Pitaya. Antioxidant activity. Storage.

## 1 INTRODUÇÃO

Os antioxidantes são caracterizados por uma classe de compostos que, mesmo presentes em baixas concentrações em relação ao substrato oxidante, podem atrasar ou inibir as taxas de oxidação (SIES, 1993), combatendo os radicais livres no organismo, evitando, assim, o aparecimento de doenças degenerativas, cardiovasculares e o envelhecimento precoce. Além disso, possuem grande aplicação na indústria de alimentos, na prevenção de oxidação lipídica de produtos industrializados.

Frutas e vegetais são as principais fontes de compostos antioxidantes, dentre os quais se destacam as vitaminas, compostos fenólicos, compostos nitrogenados, carotenoides, tocoferóis, entre outros. Nesse sentido, pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de determinar as melhores fontes destes compostos, suas propriedades e maneiras de aproveitá-los.

A eficácia da ação antioxidante dos componentes bioativos depende de sua estrutura química e da concentração. Por sua vez, a concentração destes compostos é amplamente influenciada por fatores genéticos, condições edafoclimáticas, grau de maturação e, também, pela adubação, que é responsável por disponibilizar nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta.

A pitiaia neste cenário apresenta-se como um importante objeto de investigação, pois é uma fruta com grande potencial de comercialização, mas os estudos sobre suas potencialidades ainda são escassos, principalmente, em relação às condições de cultivo, composição química e suas interferências na pós-colheita. Diante do exposto objetivou-se neste trabalho avaliar a atividade antioxidante da pitiaia (*Hylocereus undatus*), cultivada em diferentes tratamentos de adubação orgânica e armazenada por 21 dias à 13°C.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Amostras**

Os frutos da pitaia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] foram obtidos de plantas, com 4 anos de idade, localizadas no pomar experimental do setor de Fruticultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, localizado no município de Lavras - MG que está situado a 21°14'06" de latitude Sul e 45°00'00" de latitude Oeste, a uma altitude média de 918m.

As plantas da pitaia foram adubadas a cada três meses, de acordo com os tratamentos: esterco de galinha (2Kg/planta); esterco bovino (14Kg/planta); esterco de galinha (2Kg/planta) + esterco bovino (14Kg/planta) e a testemunha (sem adubação) desde o plantio em 2008.

Os frutos foram colhidos manualmente, pela manhã, em estágio de maturação, utilizado para o consumo comercial, usando como critério de colheita a coloração vermelha da casca.

### **2.2 Instalação do experimento**

Após a colheita, os frutos foram transportados para o Laboratório de Bioquímica do Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

Dos 300 frutos colhidos, 240 foram selecionados quanto ao tamanho e ausência de injúrias. Estes frutos foram lavados e higienizados com hipoclorito de sódio a 300 mg L<sup>-1</sup> por 15 minutos. Após secagem, os frutos foram separados por tratamento (T1-Testemunha; T2- Esterco bovino; T3- Esterco de galinha e T4 Esterco bovino + esterco de galinha) e cada tratamento dividido em quatro

lotes com 12 frutos, selecionados ao acaso. Os frutos que compuseram o 1º lote foram chamados de tempo zero (sem armazenamento), os frutos do 2º lote (sete dias de armazenamento), os frutos do 3º lote (14 dias de armazenamento) e os do 4º lote (21 dias de armazenamento). Os frutos do 2º, 3º e 4º lote foram armazenados em BOD a 13°C e a cada sete dias, um lote era retirado para realização das análises.

A polpa, juntamente com as sementes, foram separadas da casca após corte transversal no fruto. As amostras foram imediatamente congeladas com nitrogênio líquido, colocadas em sacos de polietileno e armazenadas em freezer a, -21°C, para, posteriormente, serem analisadas.

### **2.3 Delineamento experimental e estatístico**

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (4 x 4) x 3, onde foram utilizados 4 tratamentos: testemunha (sem adubação orgânica), esterco bovino, esterco de galinha e esterco bovino + esterco de galinha, 4 dias de análises (0, 7, 14 e 21 dias) com 3 repetições constituída de 3 frutos para cada tratamento nas frações polpa e casca. Os resultados foram submetidos ao teste Scott Knott, a 5% de probabilidade, para comparar os tratamentos dentro de cada tempo pelo programa estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2010) e, quando significativos, os dados foram submetidos à análise de regressão. Os modelos de regressão foram selecionados, observando-se a significância do teste F para cada modelo e seus respectivos coeficientes de determinação.

## **2.4 Análises realizadas**

Os compostos antioxidantes e a atividades antioxidante foram determinados na polpa e casca da pitiaia.

### **2.4.1 Vitamina C**

A extração para análise de vitamina C foi realizada utilizando 2 g de amostra fresca em 30 mL de ácido oxálico 0,5% e cerca de 0,1 g de Kieselguher sob agitação por 15 minutos, em agitador horizontal e, posteriormente, filtrada em papel Whatmam nº 4. O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado pelo método colorimétrico, com 2,4-denitrofenilhidrazina, segundo Strhecker e Enning (1967), os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$  de amostra.

### **2.4.2 Compostos fenólicos totais**

A extração dos compostos fenólicos foi realizada, utilizando 5g de amostra fresca em 50 mL de metanol 50%, em refluxo, por três vezes consecutivas, a  $80^{\circ}\text{C}$  e os extratos reunidos e evaporados a 25 mL. Após extração, os fenólicos totais foram dosados pelo método de Folin-Denis (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC, 2005). Os resultados foram expressos em mg de ácido tânico por  $100\text{g}^{-1}$  de amostra.

### **2.4.3 Antocianinas**

Para a extração e quantificação das antocianinas foi utilizado 1 g de amostra e 15 mL de etanol acidificado, nas proporções de 85% de etanol para 15% de ácido HCl 1,5 N, homogeneizados por dois minutos em politron, e armazenados por 12 h a 4 °C ao abrigo da luz - metodologia desenvolvida por Lees e Francis (1972), com adaptações - em triplicata. A solução foi filtrada em papel Whatman nº 1 e funil de Buchner sob pressão e o resíduo lavado com o mesmo solvente até se obter um volume de 50 mL. Após 2 h em temperatura ambiente, as leituras da absorvância dos filtrados foram feitas em 535 nm, em espectrofotômetro Micronal B 382. Os cálculos das antocianinas totais foram feitos utilizando-se a equação abaixo:

$$\text{Antocianinas Totais(mg. 100g}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Absorbância} \times \text{fator de diluição}}{98.2}$$

#### 2.4.4 Carotenoides

Para extração dos carotenoides foram utilizados 5g de amostra fresca em uma solução de álcool isopropílico e hexano nas proporções de (2:1). Após agitação por 1 minuto, a solução foi transferida para um funil de separação, contendo um pouco de água e mantida em repouso por 30 minutos. Em seguida, realizou-se a separação das camadas aquosa e de hexano e nesta última continha os carotenoides. A solução contendo os carotenoides foi transferida para um funil de haste longa, onde foi pulverizado sulfato de sódio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), para produzir sistema anidro. Ao balão volumétrico acrescentaram -se 2,5 mL de acetona e completou o volume para 25 mL com hexano. Após extração, os carotenoides totais foram dosados em espectrofotômetro (λ=450nm). Os resultados foram calculados segundo a equação abaixo e expressos em mg.100g<sup>-1</sup> de amostra (HIGBY, 1962).

$$\text{Carotenoides totais(mg}\% \text{)} = \frac{A.100}{250.L.W}$$

em que A= Absorbância

L= comprimento da célula em cm

W= quantidade de amostra original, no volume final da diluição.

#### **2.4.5 Atividade antioxidante pelo método ABTS**

A metodologia utilizada foi a desenvolvida por Rufino et al. (2007). Os extratos foram obtidos, utilizando-se 5g de amostra fresca em etanol 50% e acetona 70% como solvente extrator. Nos extratos obtidos, foram feitas quatro diluições diferentes para os ensaios e posterior construção da curva analítica.

O radical ABTS forma-se pela adição de cinco mL de solução estoque de ABTS  $7 \text{ nmolL}^{-1}$  com  $88\mu\text{L}$  de solução de persulfato de potássio  $140 \text{ nmol L}^{-1}$  e mantidos no escuro por 16 horas. O radical formado foi diluído em etanol até obter absorbância de  $0,70 \pm 0,05$ .

Em ambiente escuro, 3,0 mL do radical ABTS foram colocados em um tubo de ensaio, com uma alíquota de  $30\mu\text{L}$  de cada diluição dos extratos, homogeneizados em agitador e a leitura (734 nm) realizada, após 6 minutos de reação, utilizando-se etanol na calibração do espectrofotômetro. Foram feitas curvas analíticas de seis pontos em trolox variando de 100 a  $2000 \mu\text{molL}^{-1}$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Vitamina C

De acordo com a análise de variância (Tabela 5A e 6A), houve diferença estatística entre os tratamentos para todas as variáveis avaliadas durante armazenamento.

O teor de vitamina C diminuiu na polpa para os frutos de todos os tratamentos, verificando uma perda média de 59,25% ao final do armazenamento. Os frutos dos tratamentos que foram adubados não apresentaram diferença significativa entre si, e seus teores de vitamina C foram superiores aos teores encontrados nos frutos da testemunha. Os frutos do tratamento T4, apesar de terem apresentado teores de vitamina C menores que T2, no início do armazenamento, tiveram a menor perda de vitamina C 55,0%.

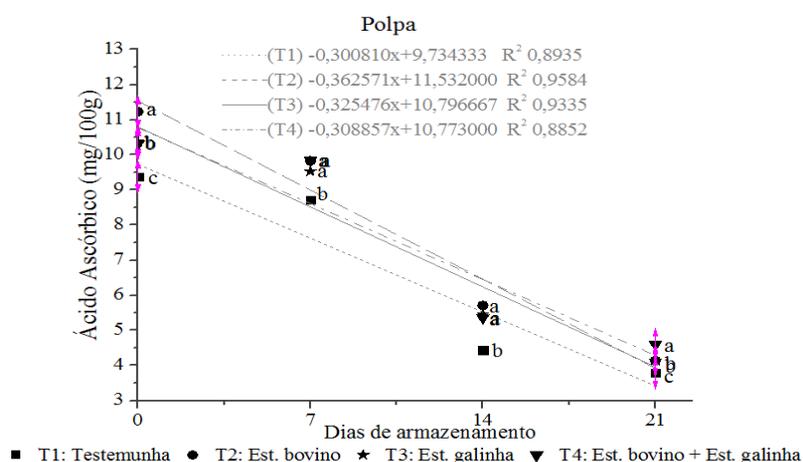


Figura 1 Teor de vitamina C na polpa dos frutos de pitaiá, submetidos à adubação orgânica e armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Na fração casca verificou-se teor de ácido ascórbico superior à polpa em todos os tratamentos e perda média durante o armazenamento refrigerado de 58,74% (Figura 2). A maior perda de vitamina C foi verificada nos frutos do tratamento T2 (66,96%). Ao final do armazenamento observa-se aumento dos teores de vitamina C, tal comportamento pode ser justificado pela maior perda de água verificada nos frutos do tratamento T4 e menor nos frutos do T3, o que justifica o aumento de vitamina C ao final do armazenamento, visto que o teor de vitamina C tende a diminuir no decorrer do amadurecimento e senescência dos frutos.

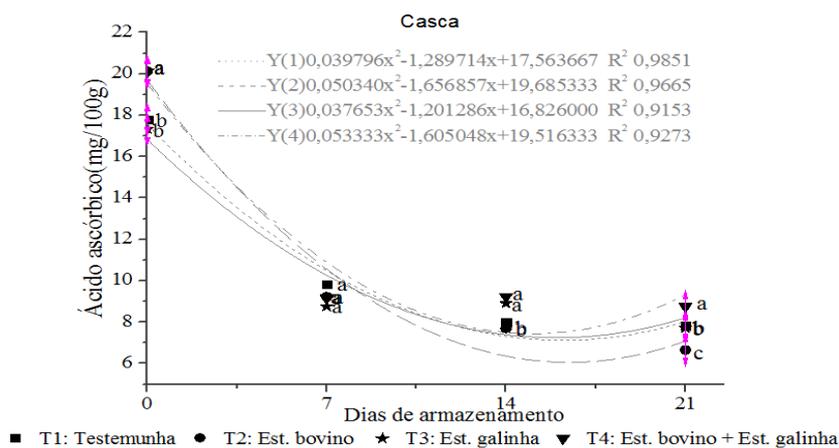


Figura 2 Teor de vitamina C na casca dos frutos de pitaiá, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Na polpa verifica-se uma interferência positiva da adubação, uma vez que os menores teores de vitamina C foram observados nos frutos da testemunha, entretanto, tal comportamento não foi observado na casca da pitaita.

O teor de vitamina C encontrado para a pitaita é relativamente baixo, quando comparado a outras frutas como acerola ( $1000 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ) (MACIEL et al., 2010), laranja pêra ( $62,50 \text{ mg} \cdot 100\text{mL}$ ) (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010), caju ( $219,3 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ) e Kiwi ( $56,9 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ) (TABELA..., 2011). De acordo com Vaillant et al. (2005), a maioria das cactáceas são pobres em vitamina C, com valores que não ultrapassam  $11 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , à exceção da “cactos pear” (*Opuntia ficus*), com  $64 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ . Entretanto, estudos reportados por Brunini e Cardoso (2011) mostram valores de vitamina C na polpa da pitaita, variando de  $28,19 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  a  $31,49 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  durante o armazenamento. Rodrigues (2010), acompanhando os diferentes estádios de maturação da pitaita do cerrado, encontrou valores de vitamina C variando de  $43,81 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  aos 21 dias, após a antese, para  $6,08 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$  aos 70 dias após a antese. No entanto, os valores encontrados neste trabalho são condizentes aos observados por Choo e Yong (2011)  $11,56 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  na polpa e  $31,05 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  na casca, sendo superiores ao observado por Valente (2011)  $2,4 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  na polpa de pitaitas cultivadas no Brasil. Como se pode observar a literatura apresenta dados bastante divergentes em relação ao teor de vitamina C para a pitaita, tal fato tal fato pode ser atribuído, principalmente, ao estágio de maturação e as condições edafoclimáticas e de cultivo, mas também em virtude dos diferentes métodos de extração e quantificação utilizados.

Tanto na polpa quanto na casca houve perda de vitamina C, durante armazenamento, o que já era esperado, pois o ácido ascórbico é instável e susceptível à oxidação. A redução da vitamina C, com o transcorrer da maturação, pode ser atribuída à atuação da enzima ácido ascórbico oxidase ou pela ação de enzimas oxidantes, como fenolase, citocromo C e peroxidase

(TUCKER, 1993). No entanto, Cerqueira-Pereira et al. (2007) relatam que o teor de vitamina C pode aumentar, diminuir ou permanecer constante, durante o armazenamento, sendo dependente da cultivar e do grau de maturação e da perda de água do fruto que aumenta a concentração desse nutriente no suco celular. Segundo Kalt et al. (1999), a utilização de baixa temperatura, após a colheita e durante armazenamento, é um recurso que pode reduzir a perda de ácido ascórbico do fruto.

### 3.2 Compostos fenólicos

De acordo com a Figura 3, houve uma diminuição do conteúdo de fenólicos para todos os tratamentos, porém foi observado aumento dos valores após 14 dias de armazenamento para os tratamentos T1, T2 e T3. Os frutos do tratamento T2 apresentaram as maiores concentrações de fenólicos no início (78,03 mg 100g<sup>-1</sup>) e no final (51,12 mg 100g<sup>-1</sup>) do armazenamento.

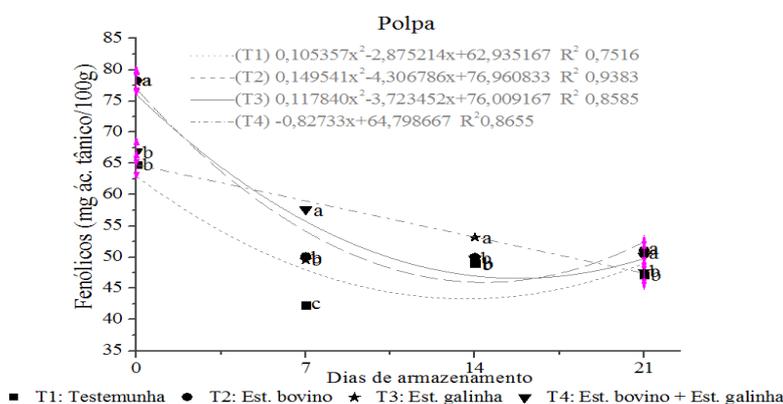


Figura 3 Teor de compostos fenólicos polpa dos frutos de pitaiá, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Na casca da pitaia (Figura 4) observa-se comportamento semelhante à polpa, com diminuição dos teores de fenólicos, até 14 dias de armazenamento, com exceção da testemunha que teve um ligeiro aumento neste período. Porém, ao final do armazenamento, os frutos dos tratamentos T3 (53,12 mg100g<sup>-1</sup>) e T4 (59,94 mg100g<sup>-1</sup>) aumentaram os valores de fenólicos, enquanto que os de T1 (43,5 mg100g<sup>-1</sup>) e T2 (47,66 mg100g<sup>-1</sup>) apresentaram redução destes valores. Similarmente a polpa e a casca dos frutos da testemunha apresentaram teores de fenólicos inferiores aos tratamentos que receberam adubação orgânica. Nesse sentido, pode-se inferir que a adubação potencializou o teor de fenólicos nos frutos da pitaia.

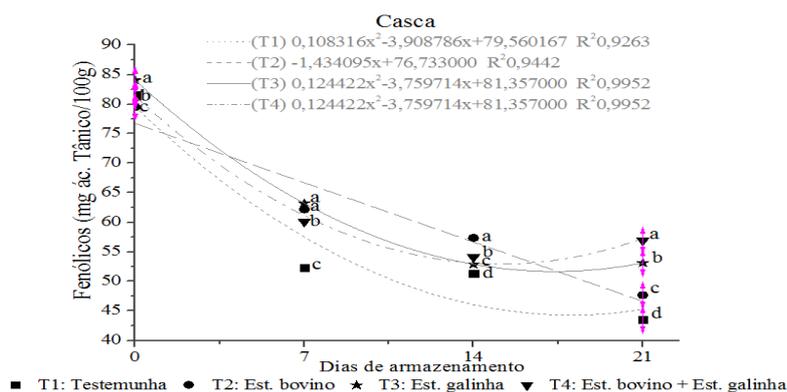


Figura 3 Teor de compostos fenólicos casca dos frutos de pitaia, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Choo e Yong (2011), estudando duas espécies de pitaia, encontraram teores de fenólicos totais na polpa superiores à casca. Para a espécie de *H. polyrhizus* obteve valores 24,22 e 15,92 GAE 100<sup>-1</sup> g nas frações polpa e casca, respectivamente, e para a *H. undatus* obteve 28,65 e 20,14 GAE 100<sup>-1</sup> g, resultados que concordam com os estudos realizados por Wu et al. (2006) para a *H. polyrhizus*. Contudo, Kim et al. (2011) encontraram valores de fenólicos na casca (159,4 mg GAE 100<sup>-1</sup>g,) superiores à polpa (35,2 mg GAE 100<sup>-1</sup>g) para *H. undatus* e *H. polyrhizus*, 148,2 e 49,1mg GAE 100<sup>-1</sup>g, para casca e polpa, respectivamente.

Assim como para a vitamina C, os valores de fenólicos encontrados por diversos estudos apresentam divergências, podendo ter como interferentes o estágio de maturação, condições edafoclimáticas, de cultivo e os métodos de extração e quantificação. Halimoon e Hasan (2010) reportam diferentes teores de fenólicos para pitaia *H. undatus* apenas utilizando diferentes solventes de extração, 179,35 mg.L<sup>-1</sup> (etanol), 160,87 mg.L<sup>-1</sup> (metanol e água destilada) e 157,61 mg.L<sup>-1</sup>(água). Já Orazco et al. (2009) verificaram teores diferentes para a pitaia vermelha (1384,3 mg GAE 100g<sup>-1</sup> ), amarela (2129,1 mg GAE 100g<sup>-1</sup>) e branca (2395,3 mg GAE 100g<sup>-1</sup>) do gênero *Stenocereus stellatus*.

### 3.3 Antocianinas

Apesar do aparente aumento de antocianinas, durante o armazenamento (Figura 5), as quantidades quantificadas não chegam a 2%, o que as tornam diminutas, quando comparadas a outras frutas como a maçã Galaxy Gala (537,11 mg 100g<sup>-1</sup>) (ZARDO et al., 2009), jabuticaba (492,74 mg 100g<sup>-1</sup>), morango (21,69 mg 100 g<sup>-1</sup>), açaí (21,23 mg 100 g<sup>-1</sup>) e romã (12,67 mg.100g<sup>-1</sup>) (TEIXEIRA; STRINGHETA; OLIVEIRA, 2008).

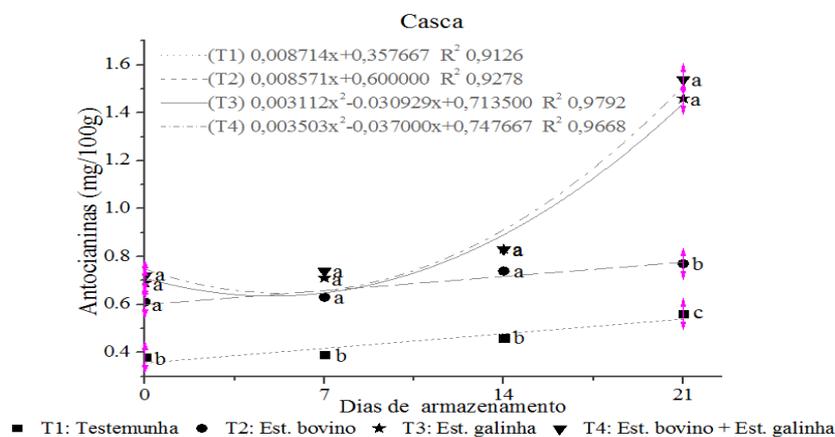


Figura 5 Teor de antocianinas na casca dos frutos de pitiaia, submetidos à adubação orgânica e armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

No entanto, pode-se os tratamentos adubados apresentaram teores superiores à testemunha durante todo o armazenamento. É notório, também, o aumento expressivo dos valores para os frutos dos tratamentos T3 e T4 após 14 dias de armazenamento. Dessa forma, pode-se inferir que a adubação realizada com esterco de galinha teve uma grande influência no aumento dos teores de antocianinas ao final do armazenamento, visto que os valores de T4 dobraram em relação a T2.

Estudos reportados por Jamilah et al. (2011) e Tze et al. (2012) relatam que as betacianinas são os pigmentos responsáveis pela cor da casca da pitiaia. Wu et al. (2006) verificaram ausência de antocianinas monoméricas em pitaias vermelhas e atribuem a cor característica da casca à presença de betacianinas, que é uma classe de pigmentos solúveis em água que proporcionam cores vermelhas e amarelas à grande variedade de flores e frutos.

Para esses autores, as betacianinas são, estruturalmente, diferentes das antocianinas e não possuem nenhuma correlação. Segundo Vasco, Ruales e Kamal-Eldin (2008) e Zainoldin e Baba (2009) estas duas classes de substâncias não ocorrem juntas em uma mesma espécie. Nesse sentido, pode-se inferir que a pequena quantidade da substância detectada pode estar relacionada à presença de outros pigmentos que apresentam absorvidade próxima a das antocianinas ou até mesmo uma pequena quantidade de betacianinas que possuem absorvidade em 538nm.

### **3.4 Carotenoides**

Os tratamentos estudados não diferiram, estatisticamente, no início do armazenamento, indicando que a adubação não influenciou esse parâmetro até a colheita. Entretanto, durante armazenamento, os frutos do tratamento T4 apresentaram teores de carotenoides superiores aos demais tratamentos, porém com comportamento semelhante aos tratamentos T1 e T3. O teor de carotenoides encontrado para casca da pitáia é, relativamente, inferior aos reportados em vários trabalhos com frutas. Oliveira et al. (2011), estudando diferentes frutas tropicais, encontraram valores bem superiores para a goiaba ( $7,36\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ), mamão ( $3,69\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) e manga tommy ( $1,63\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ). Amorim, Cardoso e Pinheiro-Sant'Ana (2012) obtiveram valores de  $1,97\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  para uma espécie de maracujá azedo.

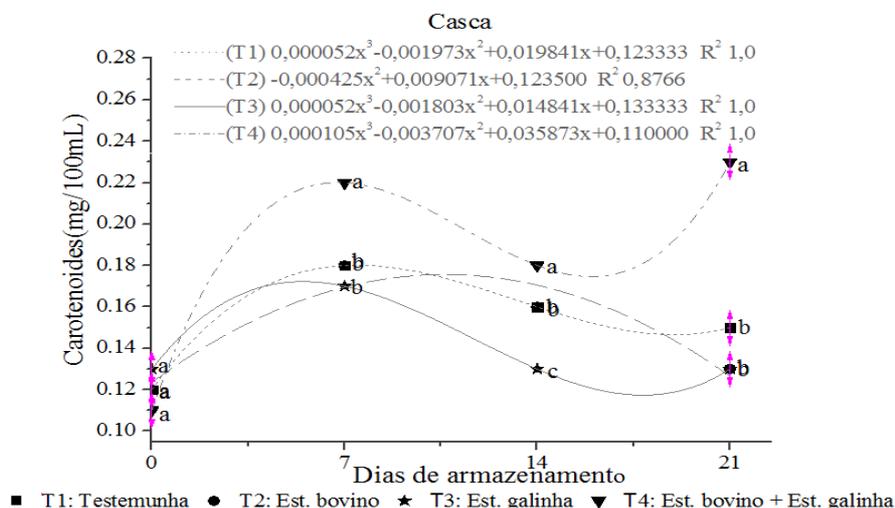


Figura 6 Teor de carotenoides na casca dos frutos de pitaiia, submetidos à adubação orgânica e armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Apesar da redução dos teores aos 14 dias de armazenamento, os carotenoides tendem a aumentar com o amadurecimento dos frutos, tendo em vista que são responsáveis pelo aparecimento das cores amarelo, laranja e vermelho em vegetais, gema de ovo, peixes, como salmão, truta e crustáceos. Segundo Aquino, Carnelossi e Castro (2011), acerolas que foram submetidas a armazenamento refrigerado tiveram seus teores de carotenoides reduzidos. Para esses autores tal comportamento pode ser justificado pela ocorrência de uma oxidação enzimática dos carotenoides.

Os carotenoides, além de colorir, possuem atividades biológicas importantes, destacando-se a inibição de doenças, onde os radicais livres apresentam papel fundamental, doenças degenerativas e cardiovasculares (VALDUGA et al., 2009). De acordo com os resultados apresentados na Figura

6, a casca da pitaia apresentou quantidades mínimas de carotenoides quando comparados a outras frutas vermelhas, que são possuem carotenoides. Dessa forma, pode-se inferir que a pitaia vermelha de polpa branca não pode ser considerada uma fonte potencial de carotenoides.

### **3.5 Atividade antioxidante**

A atividade antioxidante detectada na polpa da pitaia mostrou-se inferior à casca para todos os tratamentos, o que, também, foi observado nos estudos de Kim et al. (2011). Aos sete dias de armazenamento, verificou-se uma diminuição da atividade antioxidante para todos os tratamentos ( Figura 7). Após este período, ocorreu um aumento da atividade antioxidante para os T1, T2 e T4. Tal comportamento pode estar relacionado ao aumento do teor de compostos fenólicos (Figura 4) neste mesmo período. Os frutos do tratamento T3 apresentaram os melhores valores de atividade, durante armazenamento, apesar de ao final do armazenamento, os tratamentos não apresentarem diferença significativa.

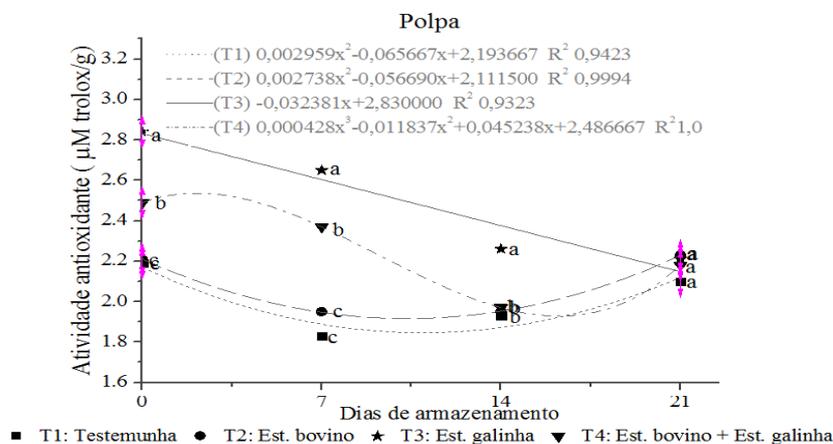


Figura 7 Teor de carotenoides na casca dos frutos de pitaia, submetidos à adubação orgânica e armazenados por 21 dias a 13°C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Na fração casca, até 14 dias de armazenamento, verificou-se diminuição da atividade antioxidante para os tratamentos T1, T2 e T3 (Figura 8), já para os frutos do tratamento T4 observou-se um ligeiro aumento da atividade antioxidante. Aos 21 dias os tratamentos T1 e T3, também, apresentaram aumento da atividade antioxidante. A elevação da atividade antioxidante apresentada pelos frutos do tratamento T4 pode ser atribuída ao aumento dos compostos fenólicos neste mesmo período. Porém, nos tratamentos T1 e T3, não há relação com o comportamento apresentado pela vitamina C e compostos fenólicos. Dessa forma, pode-se inferir que o aumento observado nos frutos dos tratamentos T1 e T3 podem estar relacionados a outros compostos com potencial antioxidante, que não foram determinados, neste estudo, como as betacianinas e flavonoides.

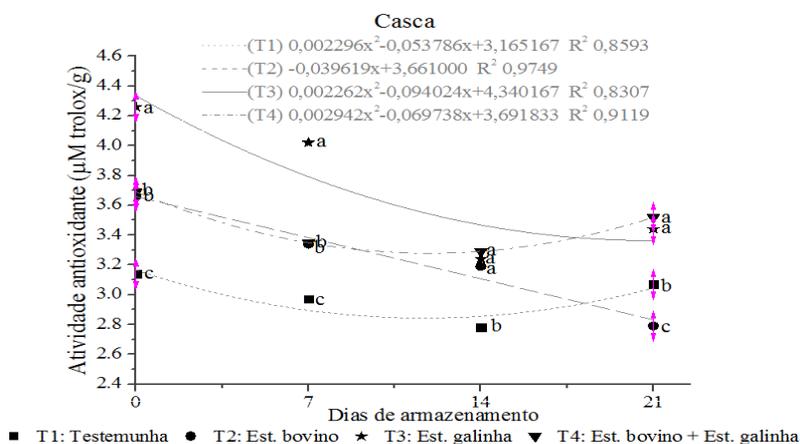


Figura 8 Atividade antioxidante na casca dos frutos de pitáia, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13°C. UFPA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

A vitamina C e os compostos fenólicos são os principais compostos responsáveis pela atividade antioxidante das frutas. Como estes compostos tendem a diminuir com o decorrer da maturação do fruto, a redução da atividade antioxidante, durante armazenamento, é um comportamento natural. Rodrigues (2010), avaliando a atividade antioxidante da pitáia do cerrado, observou que a mesma diminuiu de 4,5 mg de DPPH/ g, aos 21 dias após a antese, para 1,18 mg de DPPH/ g de fruta aos 70 dias após a antese.

A atividade antioxidante apresentada pela pitáia, neste estudo, é baixa quando comparada a outros trabalhos realizados e, também, a outras espécies de frutas. De acordo com Halimoon e Hasan (2010), a pitáia (*Hylocereus undatus*) apresenta baixa atividade antioxidante, sequestradora de radicais livres (63,44% de DPPH), quando comparada ao kiwi (*Actinidia deliciosa*) (90,34% de DPPH). Orazco et al. (2009) verificaram atividade antioxidante, considerando o trolox

de 11,0  $\mu\text{M}$  para pitaita vermelha, 16,8 $\mu\text{M}$  amarela e 17,3 $\mu\text{M}$  para branca, pertencentes ao gênero *Stenocereus stellatus*.

Avaliando os resultados apresentados pelas frações polpa e casca pode-se perceber que a adubação orgânica apresentou uma influência positiva no acúmulo de compostos com propriedades antioxidantes. Entretanto o tratamento de adubação proporcionou o maior valor de atividade antioxidante aos frutos. A adubação orgânica, segundo Kiehl (2008), aumenta a capacidade de troca catiônica do solo, elevando o pH e reduzindo o teor de alumínio trocável, aumenta a disponibilidade de nutrientes e contribui para a sanidade do vegetal, por diversificar a produção de substâncias ativas como fenóis e de antibióticos por bactérias.

#### **4 CONCLUSÃO**

A adubação orgânica influenciou positivamente o acúmulo de metabolitos secundários com propriedade antioxidante nos frutos da pitiaia. Entretanto, o tratamento de adubação, utilizando a mistura de esterco bovino e esterco de galinha, diminuiu as perdas de teores de vitamina C e aumentou os teores de antocianinas e carotenoides, o tratamento, utilizando esterco de galinha, conseguiu manter os maiores teores de compostos fenólicos e maior atividade antioxidante durante armazenamento.

A pitiaia tem baixo poder antioxidante tanto na casca quanto na polpa e o armazenamento diminuiu ainda mais esse poder. Novos estudos deverão ser realizados, analisando outros compostos antioxidantes existentes na polpa e casca da pitiaia, bem como outros métodos de determinação deverão ser testados, uma vez que a atividade oxidante foi avaliada apenas pelo método ABTS.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, N. M. L.; CARDOSO, L. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. P. Frutas comercializadas em feira livre apresentam maior teor de  $\beta$ -caroteno e valor de vitamina A. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 1, p. 81-87, jan./mar. 2012.
- AQUINO, A. C. M. S.; CARNELOSSI, M. A. G.; CASTRO, A. A. Estabilidade do ácido ascórbico e dos pigmentos da polpa de acerola congelada por métodos convencional e criogênico. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 147-156, jan./jun. 2011.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of AOAC International**. 18<sup>th</sup> ed. Maryland, 2005. v. 2, 1094 p.
- BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S. Qualidade de pitayas de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 78-84, jul./set. 2011.
- CERQUEIRA-PEREIRA, E. C. et al. Efeito da aplicação de etileno na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão vermelhos e amarelos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 590-583, 2007.
- 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.
- COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 15-19, maio 2010. Suplemento.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**. Versão 5, 3z (build 77). Lavras: UFLA, 2010. Software.
- HALIMOON, N.; HASAN, M. H. A. Determination and evaluation of antioxidative activity in red dragon fruit (*Hylocereus undatus*) and green Kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). **American Journal of Applied Sciences**, New York, v. 7, n. 10, p. 1432-1438, Dec. 2010.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some aspects of carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 27, p. 42-49, 1962.

JAMILAH, B. et al. Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. **International Food Research Journal**, Selangor, v. 18, n. 1, p. 279-286, 2011.

KALT, W. et al. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 47, n. 11, p. 4638-4644, Oct. 1999.

KIEHL, E. J. **Adubação orgânica: 500 perguntas e respostas**. Piracicaba: Degaspari, 2008. 227 p.

KIM, H. et al. Comparative antioxidant and antiproliferative activities of red and white pitayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 76, n. 1, p. 38-45, Jan./Feb. 2011.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. G. Standardization of pigment analysis in cranberries. **Hortscience**, Alexandria, v. 7, p. 83-84, 1972.

MACIEL, M. I. S. et al. Caracterização físico-química de frutos de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 865-869, out./dez. 2010.

OLIVEIRA, D. S. et al. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.

ORAZCO, M. C. B. et al. Ácido ascórbico, contenido fenólico, y capacidad antioxidante de las variedades roja, cereza, anarilla y blanca del fruto del cactus de la pitaya (*Stenocereus stellatus* Riccobono). **Agrociencia**, Montevideo, v. 43, n. 2, p. 153-162, feb./mar. 2009.

RODRIGUES, L. J. **Desenvolvimento e processamento mínimo de pitaya nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do cerrado brasileiro**. 2010. 164 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 2007. 4 p. (Comunicado Técnico, 128).

SIES, H. Strategies of antioxidant defense. **European Journal of Biochemistry**, Berlin, v. 215, n. 2, p. 213-219, July 1993.

TABELA brasileira de composição de alimentos. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p. Disponível em:  
<<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php>>. Acesso em: 3 dez. 2012.

TEIXEIRA, L. N.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 55, n. 4, p. 297-304, jul./ago. 2008.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman and Hall, 1993. p. 1-51.

TZE, N. L. et al. Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant. **Food and Science Biotechnology**, New York, v. 21, n. 3, p. 675-682, 2012.

VAILLANT, F. et al. Colorant and antioxidant properties of red-puple pitahaya (*Hylocereus sp.*). **Fruits**, Paris, v. 60, n. 1, p. 1-7, Jan./Feb. 2005.

VALDUGA, E. et al. Produção de carotenoides: microrganismos como fonte de pigmentos naturais. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 9, p. 2429-2436, set. 2009.

VALENTE, A. et al. Ascorbic acid content in exotic fruits: a contribution to produce quality data for food composition databases. **Food Research International**, Barking, v. 44, n. 7, p. 2237-2242, Aug. 2011.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits in Ecuador. **Food Chemistry**, London, v. 11, n. 4, p. 816-823, Dec. 2008.

WU, L. C. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**, London, v. 95, p. 319-327, Jan. 2006.

ZAINOLDIN, K. H.; BABA, A. S. O. The effect of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* on physicochemical, proteolysis, and antioxidant activity in yogurt. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, Las Cruces, v. 60, n. 35, p. 361-366, Dec. 2009.

ZARDO, D. M. et al. Intensidade de pigmentação vermelha em maçãs e sua relação com os teores de compostos fenólicos e capacidade antioxidativa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 148-154, jan./mar. 2009.



## APÊNDICE

<b>TABELA 1A</b>	Resumo de análise de variância para as características umidade, extrato etéreo, proteína, cinza, fibra solúvel e fibra insolúvel, fração glicídica dos frutos de pitaiia ( <i>Hylocereus undatus</i> ), submetidos a diferentes tratamentos de adubação orgânica. Lavras-2013.....	109
<b>TABELA 2A</b>	Resumo de análise de variância para os minerais: cálcio, manganês, cobre, zinco, magnésio e ferro dos frutos de pitaiia ( <i>Hylocereus undatus</i> ), submetidos a diferentes tratamentos de adubação orgânica. Lavras-2013.....	110
<b>TABELA 3A</b>	Resumo de análise de variância para as características perda de massa fresca (PM), análise colorimétrica L*, a* e b*, firmeza, acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis totais (SST), SST/AT, dos frutos de pitaiia ( <i>Hylocereus undatus</i> ), submetidos a diferentes tratamentos de adubação orgânica. Lavras-2013.....	111
<b>TABELA 4A</b>	Resumo de análise de variância para as características açúcar total , açúcar redutor, açúcar não redutor na polpa dos frutos de pitaiia ( <i>Hylocereus</i>	

*undatus*), submetidos a diferentes tratamentos de adubação orgânica. Lavras-2013..... 1112

<b>TABELA 5A</b>	Resumo de análise de variância para as características vitamina C, compostos fenólicos, atividade antioxidante, antocianinas, carotenoides dos frutos de pitaiá ( <i>Hylocereus undatus</i> ), submetidos a diferentes tratamentos de adubação orgânica. Lavras-2013.....	113
------------------	---	-----

## APÊNDICE

Tabela 1A Resumo de análise de variância para as características umidade, extrato etéreo, proteína, cinza, fibra solúvel, fibra insolúvel, fração glicídica dos frutos de pitaiá (*Hylocereus undatus*), submetidos a diferentes tratamentos de adubação orgânica. Lavras-2013.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS						
		Umidade	Extrato etéreo	Proteína	Fibra solúvel	Fibra insolúvel	Cinza	Fr. glicídica
Adubação	3	6,913**	0,082**	0,037**	0,059**	0,366**	6,38**	6,167**
Fração	1	379,93**	2,001**	4,267**	0,650**	54,420**	7,87**	439,38**
Adub x Fração	3	6,717**	0,035**	0,014**	0,076**	0,0367**	1,16**	5,852**
Resíduo	16	0,835	0,001	0,000	0,0005	0,005	0,50	0,011
CV%		1,043	8,758	3,348	3,331	1,885	5,52	1,554

\*\* :Significativos a 5% de probabilidade pelo teste F

Tabela 2A Resumo de análise de variância para os minerais: cálcio, manganês, cobre, zinco, magnésio e ferro dos frutos de pitiaia (*Hylocereus undatus*), submetidos a diferentes tratamentos de adubação orgânica. Lavras-2013.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS					
		Cálcio	Manganês	Cobre	Zinco	Magnésio	Ferro
Adubação	3	6,720**	6,299**	4,408**	0,047**	0,181**	0,565**
Fração	1	1683,37**	177,13**	2,112**	0,304**	44,010**	142,59**
Aduv x Fração	3	6,778**	6,369**	13,189**	0,545**	0,225**	4,543**
Resíduo	16	0,330	0,105	0,0765	0,008	0,007	0,488
CV%		6,836	8,324	3,348	2,954	2,237	6,414

\*\* : Significativos a 5% de probabilidade pelo teste F

Tabela 3A Resumo de análise de variância para as características perda de massa fresca (PM), análise colorimétrica L\*, a\* e b\*, firmeza, acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis totais (SST), SST/AT, dos frutos de pitaiia (*Hylocereus undatus*), submetidos a diferentes tratamentos de adubação orgânica. Lavras-2013.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS								
		PM	Cor			Firmeza	AT	pH	SST	SST/AT
			L	a	B					
Adubação	3	10,59**	7,98**	15,87**	10,19**	2,38**	0,005**	0,004**	3,21**	129,72**
Tempo	3	514,05**	80,05**	168,94**	10,70**	7,84**	0,06**	2,19**	12,53**	2400,72**
Adub x tempo	9	1,71**	3,70**	11,16**	1,41**	0,88**	0,001**	0,037**	0,52**	38,85**
Resíduo	32	0,11	0,46	1,69	0,24	0,04	0,0002	0,009	0,22	7,59
CV%		4,37	1,58	3,98	5,59	7,81	6,40	1,83	4,74	5,65

\*\* : Significativos a 5% de probabilidade pelo teste F

Tabela 4A Resumo de análise de variância para as características açúcar total , açúcar redutor, açúcar não redutor na polpa dos frutos de pitaia (*Hylocereus undatus*), submetidos a diferentes tratamentos de adubação orgânica. Lavras-2013.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		Açúcar total	Açúcar redutor	Açúcar não redutor
Adubação	3	6,38**	1,63**	2,93**
Tempo	3	7,87**	0,42**	8,30**
Adub x tempo	9	1,16**	0,41**	0,87**
Resíduo	32	0,50	0,095	0,35
CV%		5,52	4,84	9,17

Tabela 5A Resumo de análise de variância para as características vitamina C, compostos fenólicos, atividade antioxidante, antocianinas, carotenoides dos frutos de pitiaia (*Hylocereus undatus*), submetidos a diferentes tratamentos de adubação orgânica. Lavras-2013.

FV	GL	Vitamina C		C. fenólicos		A. antioxidante		Antocianinas.	Carotenoides
		Polpa	casca	polpa	casca	polpa	casca	casca	Casca
Adubação	3	3,057**	3,117**	113,76**	102,22**	0,539**	1,211**	0,671**	0,005**
Tempo	3	111,84**	326,74**	1483,60**	2371,00**	0,348**	0,780**	0,605**	0,008**
Adub x tempo	9	0,261**	2,642**	59,906**	35,624**	0,081**	0,162**	0,096**	0,002**
Resíduo	32	0,033	0,256	1,870	0,493	0,008	0,009	0,004	0,0002
CV%		2,51	4,58	2,47	1,15	4,01	2,87	8,76	8,37

\*\* : Significativos a 5% de probabilidade pelo teste F