

Qualidade de pitaya (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração

Quality of pitaya (Hylocereus undatus) submitted to organic fertilization and stored under refrigeration

Mariene Helena Duarte¹, Estela de Rezende Queiroz¹, Denise Alvarenga Rocha^{1*}, Ana Cláudia Costa², Celeste Maria Patto de Abreu¹

¹ Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Química, Lavras/MG - Brasil

² Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT), Departamento de Agronomia, Nova Xavantina/MT - Brasil

*Corresponding Author

Denise Alvarenga Rocha, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Química, Caixa Postal: 3037, CEP: 37200-000, Lavras/MG - Brasil, e-mail: deniserocha3@hotmail.com

Cite as: Quality of pitaya (*Hylocereus undatus*) submitted to organic fertilization and stored under refrigeration. *Braz. J. Food Technol.*, v. 20, e2015115, 2017.

Received: Dec. 28, 2015; Accepted: Apr. 04, 2017

Resumo

Neste trabalho, foi investigado o efeito da adubação orgânica, associada à refrigeração, na qualidade de pitaias vermelhas. As plantas foram adubadas, durante 4 anos, a cada três meses, conforme os seguintes tratamentos: testemunha (sem adubação) (T1); esterco bovino (14 kg/planta) (T2); esterco de galinha (2 kg/planta) (T3) e esterco de galinha (2 kg/planta) + esterco bovino (14 kg/planta) (T4). Os frutos foram armazenados por 21 dias a 13 °C e avaliados, nos dias 0, 7, 14 e 21, quanto à perda de massa fresca, cor, firmeza, acidez total titulável (AT), pH, sólidos solúveis totais (SST), SST/AT, açúcares totais, redutores e não redutores. Os resultados mostraram que, durante o armazenamento refrigerado da pitaya, os tratamentos de adubação orgânica interferiram nos parâmetros de qualidade avaliados, atenuando a perda de qualidade de frutos. Destaca-se que a adubação com esterco de bovino associada ao esterco de galinha foi mais eficaz que as demais adubações orgânicas e resultaram em frutos com menores perdas de qualidade durante o armazenamento.

Palavras-chave: Esterco bovino; Esterco de galinha; Pós-colheita.

Abstract

In this work the effect of organic fertilization associated with refrigeration on red pitaya quality was investigated. For 4 years the plants were fertilized every three months according to the following treatments: control (no fertilization) (T1); bovine manure (14 kg / plant) (T2); chicken manure (2 kg / plant) (T3) and chicken manure (2 kg / plant) + bovine manure (14 kg / plant) (T4). The fruits were stored for 21 days at 13 °C and evaluated on days 0, 7, 14 and 21 for loss of fresh mass, colour, firmness, total titratable acidity (TTA), pH, total soluble solids (TSS), TSS / TA, total sugars and reducing and non-reducing sugars. The results showed that during refrigerated storage of the pitaya fruits, the organic fertilization treatments interfered with the quality parameters evaluated, attenuating the loss of fruit quality. It should be highlighted that fertilization with bovine manure associated with chicken manure proved to be more effective than the other organic fertilizers, and resulted in fruits with reduced quality losses during storage.

Keywords: Bovine manure; Chicken manure; Post harvesting.



Qualidade de pitaia (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração

Duarte, M. H. et al.

1 Introdução

A pré e pós-colheita são fatores determinantes na qualidade de frutos e hortaliças. Depois da colheita, diversas transformações bioquímicas influenciam a qualidade dos frutos. Muitas das mudanças que ocorrem são continuações dos eventos normais de amadurecimento e levam ao amolecimento, a modificações na aparência e textura (TOIVONEN; BRUMMELL, 2008), a perdas nutricionais e à senescência dos frutos, o que reduz a aceitação pelos consumidores. Diante da elevada perecibilidade dos frutos, torna-se necessário que técnicas adequadas de manuseio e conservação sejam desenvolvidas, visando a aumentar sua vida útil na pós-colheita (FREITAS SILVA et al., 2013) e minimizar as perdas na qualidade.

Nesse sentido, cuidados durante a pré-colheita, como a adubação, desempenham um papel fundamental na qualidade dos frutos. Assim, a nutrição do pomar é um fator pré-colheita que afeta a produtividade e a qualidade do fruto, e deve ser executada com cuidado, pois, após a colheita, a qualidade dos frutos não pode ser melhorada (MILOŠEVIĆ et al., 2013).

Estudos indicam que diferentes tipos de adubação podem influenciar a produtividade, a qualidade nutricional e a atividade antioxidante de frutos (MILOŠEVIĆ et al., 2013; CARDOSO et al., 2011); e apontam que a adubação orgânica pode influenciar a qualidade e conservação pós-colheita de frutos (DAMATTO JUNIOR et al., 2005). Estudos sobre a influência da adubação na qualidade da pitaia são escassos, pois o cultivo comercial da pitaia é recente, tendo início na década de 90, no Estado de São Paulo (MOREIRA, 2012). Dessa forma, faz-se necessário desenvolver pesquisas que busquem avaliar as melhores condições de plantio e armazenamento para melhorar a qualidade da pitaia produzida no Brasil, uma vez que sua produção e comercialização têm sido crescentes.

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

Embora tenha ocorrido uma grande expansão do cultivo de pitaia tanto no Brasil como em outros países, a cultura necessita de informações científicas que subsidiem a definição de sistemas de produção mais adequados às condições edafoclimáticas brasileiras (PONTES-FILHO et al., 2014). Assim, diante da escassez de informações sobre

armazenamento e comportamento pós-colheita da pitaia cultivada no Brasil, objetivou-se neste trabalho determinar a qualidade pós-colheita da pitaia cultivada em diferentes tratamentos de adubação orgânica e armazenada por 21 dias a 13 °C.

2 Material e métodos

2.1 Amostras

Os frutos da pitaia-vermelha [*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. As plantas da pitaia, tutoradas em mourões de eucalipto com 1,80 m de altura, no espaçamento de 3 x 3 m, em sistema do tipo espaldeira, foram adubadas a cada três meses com: esterco de galinha (2 kg/planta); esterco bovino (14 kg/planta); esterco de galinha (2 kg/planta) + esterco bovino (14 kg/planta) e a testemunha (sem adubação), desde o plantio em 2008.

Os frutos foram colhidos manualmente, pela manhã, em estádio de maturação utilizado para o consumo comercial, usando como critério frutos com maior massa e intensidade de coloração da casca. Foram selecionados 240 frutos quanto à uniformidade da cor, tamanho e ausência de defeitos. Estes foram lavados, sanificados em hipoclorito de sódio a 300 mg L⁻¹ por 15 minutos, secos em papel toalha e separados nos tratamentos (T1-Testemunha; T2- Esterco bovino; T3- Esterco de galinha e T4- Esterco bovino + esterco de galinha). Cada tratamento foi 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 lotes foram armazenados em incubadora refrigerada do tipo BOD a 13 °C e, a cada sete dias, um lote era retirado para realização das análises. A temperatura de 13 °C foi escolhida, pois, de acordo com a literatura, seria a adequada para o armazenamento da pitaia (BRUNINI; CARDOSO, 2011).

A cada avaliação, os frutos foram submetidos às análises de 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.

2.2 Delineamento experimental e estatístico

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (4 x 4) x 3, no qual foram utilizados 4 tratamentos:

Qualidade de pitaiá (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração

Duarte, M. H. et al.

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 à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade, usando o 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. O procedimento de Scott e Knott (1974) é uma técnica que utiliza o teste da razão de verossimilhança para agrupar n tratamentos em k grupos, e foi escolhido pois constitui um método de comparação múltipla baseada em análise univariada de agrupamentos, capaz de eliminar ambiguidade que ocorre quando, por exemplo, dois tratamentos tidos como diferentes entre si, não diferem de um terceiro (RODRIGUES DA SILVA, 2007).

2.3 Métodos

2.3.1 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 g.

2.3.2 Firmeza

Foi determinada com auxílio de um penetrômetro Mc Cormick, modelo FT 327 com ponteira de 8 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).

2.3.3 Análise colorimétrica

A coloração da pitaiá foi determinada com auxílio de um colorímetro Minolta CR 400, pelo sistema CIELAB $L^* a^* b^*$, com iluminante D_{65} . As coordenadas indicam: L^* (brilho), a^* (-a é verde/ + a é vermelho) e b (-b é azul/ +b é amarelo). As leituras dos valores $L^* a^* b^*$ foram realizadas, aleatoriamente, em quatro pontos na casca do fruto de cada repetição.

2.3.4 Acidez Total Titulável (ATT)

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

2.3.5 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 (HORWITZ, 2005).

2.3.6 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 (HORWITZ, 2005).

2.3.7 Relação sólidos solúveis totais/ acidez total titulável (SST/ATT)

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

2.3.8 Açúcares totais, redutores e não redutores

Os açúcares totais e redutores foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (HORWITZ, 2005) e doseados 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 discussão

3.1 Perda de massa fresca e firmeza

Houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos para todas as variáveis avaliadas durante o armazenamento.

Observou-se, na Figura 1A, que os tratamentos apresentaram perda de massa fresca crescente durante o armazenamento refrigerado. Os frutos dos tratamentos T3 e T4 apresentaram os maiores percentuais de perda de massa fresca durante o armazenamento (16,37% e 17,06%, respectivamente), diferenciando-se, significativamente, dos frutos de T2 (13,87%) e T1 (14,06%) que apresentaram a menor perda de massa fresca.

Tal comportamento pode ser atribuído ao fato de os tratamentos de adubação terem propiciado frutos maiores, com maior área de exposição e, conseqüentemente, com 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, apresentaram porcentagens de perda de massa que não diferiram significativamente das observadas na testemunha, tratamento que apresentou a menor perda de massa. Apesar da alta perda de água

Qualidade de pitaita (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração

Duarte, M. H. et al.

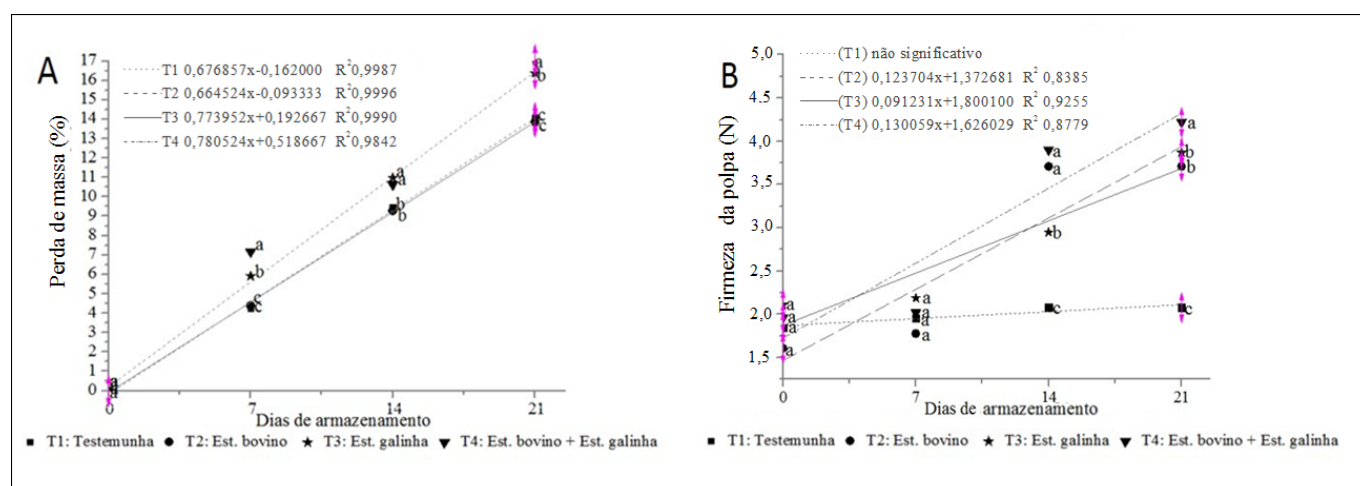


Figura 1. Perda de massa (A) e firmeza (B) dos frutos de pitaita submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13 °C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

pelos frutos, a casca manteve boa aparência até o final do armazenamento em todos os tratamentos adubados.

Brunini e Cardoso (2011), estudando o comportamento pós-colheita da pitaita vermelha de polpa branca em armazenamento refrigerado, observaram que, na temperatura de 13 °C, a pitaita apresentou perda de massa em torno de 7,82% em 25 dias de armazenamento, enquanto que em temperatura ambiente apresentou perda de 6,41% em apenas 5 dias de armazenamento. 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 a condições climáticas de cultivo e à umidade relativa do ambiente ao qual foi armazenada, diferindo deste trabalho.

A perda de massa está relacionada à atividade respiratória com perda de água para o meio, pela transpiração dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005), e é considerada fator limitante para conservação, pois provoca enrugamento da casca e compromete a comercialização do produto, mesmo estando a polpa em boas condições para consumo.

A polpa da pitaita apresentou aumento da firmeza, durante o armazenamento para todos os tratamentos, com exceção dos frutos do tratamento T1 que não apresentaram diferenças significativas (Figura 1B). Até sete dias de armazenamento, não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos. Porém, após este período, os tratamentos que foram adubados diferiram, significativamente, dos frutos da Testemunha (T1).

Nos frutos dos tratamentos T2 e T4, verificou-se o maior aumento da firmeza, 130% e 115,31%, respectivamente. Os frutos do tratamento T2 apresentaram menor perda de água (Figura 1A) e maior porcentagem de aumento

da firmeza. Apesar do aumento deste parâmetro, isto não afetou consideravelmente a aparência da polpa nos tratamentos.

A perda de massa fresca ocasionou murchamento e flacidez dos frutos, conferindo maior resistência à penetração da ponteira do penetrômetro, uma vez que eleva a concentração de substâncias que enrijecem a polpa do fruto. Como a polpa da pitaita apresenta quantidades consideráveis de fibras insolúveis, a redução da umidade pode ter influenciado o aumento da firmeza da polpa.

Adicionalmente, em frutíferas, o cálcio desempenha papel fundamental, pois afeta a qualidade do produto final e sua capacidade de armazenamento após a colheita. Há relação direta entre o conteúdo de Ca nos frutos e o amolecimento, firmeza e tempo de vida útil de prateleira. Quando o conteúdo de Ca no fruto é baixo, o metabolismo respiratório aumenta e acelera a maturação e a senescência (AULAR; NATALE, 2013). Por outro lado, os íons de cálcio inibem o processo de solubilização de poliuronídeos presentes na lamela média, aumentando a firmeza (GLENN et al., 1988; PEREIRA et al., 2002).

Diante dos resultados observados neste estudo, é possível que o aumento da firmeza da pitaita esteja relacionado, além da perda de massa, a outros fatores, como o teor de cálcio dos frutos nos diferentes tipos de adubação, que culminaram em maior firmeza da polpa da pitaita nos frutos submetidos à adubação orgânica.

O comportamento da pitaita neste estudo foi semelhante ao reportado por Wall e Khan (2008), que observaram aumento da firmeza interna (polpa) da pitaita, durante armazenamento, quando tratada com irradiação. Porém, divergem dos resultados verificados por Brunini e Cardoso (2011), que observaram que pitaitas armazenadas a 13 °C apresentaram oscilações na firmeza no decorrer

Qualidade de pitaita (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração

Duarte, M. H. et al.

do armazenamento, com decréscimo da firmeza após 25 dias de armazenamento e por Duenãs et al. (2009), que, estudando a pitaita amarela, observaram perda de firmeza de 68% em armazenamento refrigerado e de 72% em temperatura ambiente. A refrigeração reduz a taxa de maturação do fruto, retardando a perda da firmeza.

3.2 Análise colorimétrica

Todos os tratamentos apresentaram diminuição linear dos valores de L durante armazenamento (Figura 2A). Os frutos do tratamento T3 apresentaram a maior perda de luminosidade (18,74%), enquanto os frutos do tratamento T2, a menor perda de luminosidade (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 (Figura 1A).

O tratamento T4 apresentou maior perda de massa, portanto era esperado que houvesse maior perda de luminosidade, o que não ocorreu. Nesse sentido,

pode-se inferir que os frutos do tratamento T4, por terem recebido maior quantidade de adubação, conseguiram 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 2B, todos os tratamentos apresentam um aumento linear dos valores de a* durante os 21 dias de armazenamento, o que sugere que os frutos continuaram amadurecendo durante o armazenamento, mesmo estando submetidos à refrigeração. Os efeitos dos diferentes tratamentos de adubação não diferiram significativamente durante o armazenamento. Os frutos do tratamento T1 apresentaram um aumento expressivo dos valores de a* após 14 dias de armazenamento, refletindo um rápido amadurecimento. Tal comportamento pode ser justificado pelo fato de que frutos melhor adubados são mais saudáveis, adaptam-se melhor às condições de temperatura e podem retardar os processos de senescência.

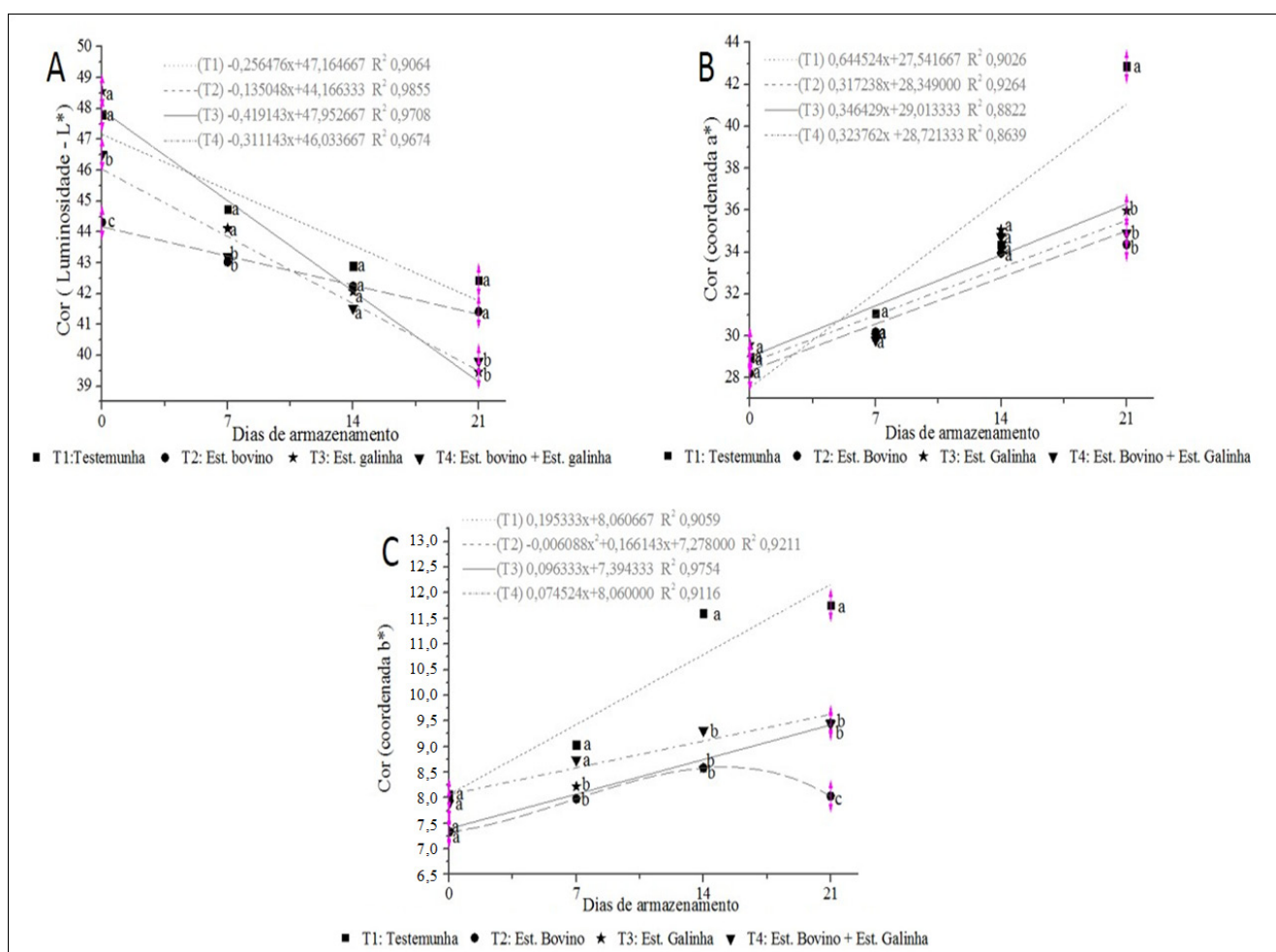


Figura 2. Valores das coordenadas L* (A), a* (B) e b* (C) da casca dos frutos de pitaita, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13 °C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Qualidade de pitaiá (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração

Duarte, M. H. et al.

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

Na Figura 2C, é possível observar que houve aumento dos valores da coordenada b^* , para todos os tratamentos, durante o armazenamento, com exceção dos frutos do tratamento T2, que apresentaram diminuição após 14 dias.

O comportamento apresentado pelos tratamentos para este parâmetro é coerente com o observado para a coordenada a^* (Figura 2B), o que ressalta que a adubação retardou o aparecimento de pigmentos que caracterizam aumento da maturação do fruto. A adubação não influencia diretamente a cor e sim o estágio de maturação dos frutos. Frutos bem nutridos retardam por mais tempo o seu amadurecimento e, conseqüentemente, o aparecimento da cor vermelha. A adubação fornece nutrientes às plantas, dentre eles, o nitrogênio, cuja deficiência produz frutos pequenos que amadurecem mais cedo (NACHTIGALL et al., 2004).

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

3.3 Acidez Total Titulável (ATT) e pH

A acidez total titulável na polpa da pitaiá diminuiu linearmente durante o armazenamento para todos os tratamentos (Figura 3A). No início do armazenamento, os frutos dos tratamentos T2 e T4 exibiram os maiores teores de acidez total titulável $0,34 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de ácido málico, sendo este majoritário. Porém, ao final do armazenamento, os tratamentos não diferiram estatisticamente, o que sugere que esta característica não é influenciada pelo tipo de adubação utilizada. 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 respiratória.

O teor de acidez é indicativo do estágio de maturação dos frutos, frutos mais verdes apresentam acidez mais elevada. Para Nerd e Mizrahi (1999), acidez titulável inferior a 1%, explica um bom sabor e doçura em frutos de pitaiá. Rodrigues (2010) verificou valores de acidez titulável dos frutos da pitaiá 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 e 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 em açúcares. Kays (1997) também afirma que, após a colheita e durante o 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.

De acordo com a Figura 3B, houve um aumento linear do pH na polpa de todos os tratamentos durante o armazenamento. Tal comportamento é coerente com

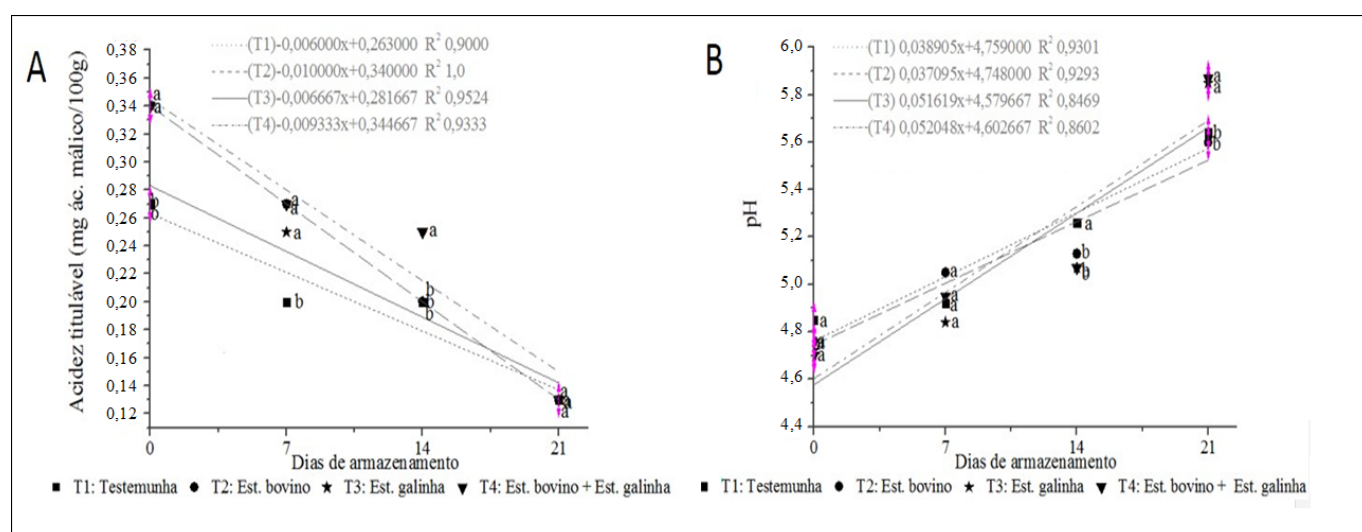


Figura 3. Acidez total titulável (A) e pH (B) na polpa dos frutos de pitaiá, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a $13 \text{ }^\circ\text{C}$. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Qualidade de pitaiia (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração

Duarte, M. H. et al.

a diminuição da acidez total titulável, uma vez que o consumo dos ácidos orgânicos resultam em aumento do pH. Entretanto, o pH apresentado pelos frutos dos tratamentos T3 e T4, ao final do armazenamento, mostraram-se superiores aos dos tratamentos T1 e T2. O aumento do pH para os tratamentos T3 e T4 pode ser relacionado a um maior fornecimento de nitrogênio pelo esterco de galinha.

Brunini e Cardoso (2011), estudando o armazenamento de pitaiia a 13 °C por 25 dias, observaram aumento do valor do pH de 4,60 a 5,8, resultado coerente com o apresentado neste trabalho. Rodrigues (2010) encontrou valores de pH para a pitaiia do cerrado, variando entre 5,7 e 6,2 durante o período de amadurecimento. A pitaiia é considerada um fruto pouco ácido, quando comparada com outras espécies, desse modo apresenta valores de pH superiores a frutos como laranja (pH 3,66) (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010) e Kiwi (pH 3,3) (BLUM; AYUB, 2009).

3.4 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Os teores de sólidos solúveis, apresentados na Figura 4, sugerem que a adubação orgânica influenciou de forma positiva este parâmetro, visto que no início do armazenamento a testemunha apresentou o menor valor de sólidos solúveis totais. Enquanto que o tratamento T4, que recebeu os dois tipos de esterco, apresentou o maior teor de sólidos solúveis (13,5 mg 100 g⁻¹). No decorrer do armazenamento, os tratamentos apresentaram comportamentos diferentes. Nos tratamentos T1 e T3, houve um aumento inicial dos SST nos primeiros 7 dias, enquanto que para os tratamentos T2 e T4 ocorreu uma redução deste parâmetro. Oscilações nos teores de sólidos solúveis durante o armazenamento da pitaiia também foi observado por Brunini e Cardoso (2011). Esta variação

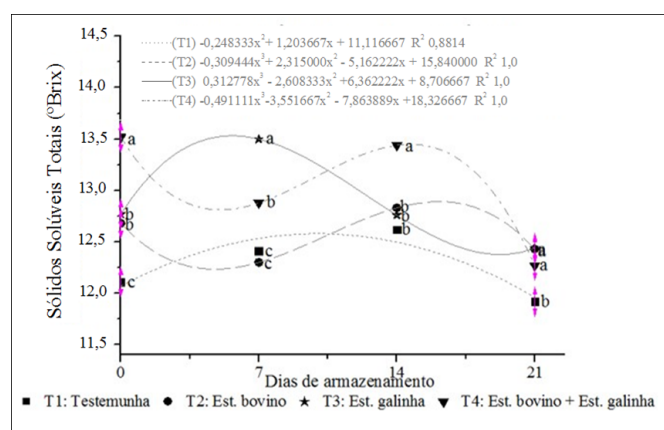


Figura 4. Sólidos solúveis totais na polpa dos frutos de pitaiia, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13 °C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

pode ter sido afetada pelo tipo de adubação recebida pelos dois tratamentos, esterco bovino, condição que possivelmente influenciou o aumento do consumo de açúcares no início do armazenamento e degradação de polissacarídeos logo em seguida, a fim de manter o equilíbrio metabólico entre os componentes dos sólidos solúveis. A diminuição observada nos teores de sólidos solúveis também pode ter sido influenciada, a princípio, pela condição de armazenamento (13 °C), a qual pode ter afetado, de forma mais expressiva, os processos metabólicos como respiração. Por outro lado, o aumento dos teores de sólidos solúveis, após os 7 dias de armazenamento, remete a uma estabilidade das condições do armazenamento, assim como a continuação do processo de amadurecimento, o qual geralmente é relacionado com a degradação de polissacarídeos a açúcares simples. Entretanto, após 14 dias de armazenamento, todos os tratamentos começaram a apresentar redução dos teores de sólidos solúveis, fator indicativo do início da senescência dos frutos, fase na qual ocorre consumo de açúcares.

Contrapondo este resultado, Costa et al. (2015) não observaram diferenças significativas entre os teores de sólidos solúveis de frutos de pitaiia ao comparar a adubação com esterco bovino, esterco de galinha e granulados biocásticos (*Lithothamnium*). Porém, os teores observados pelos referidos autores são semelhantes aos observados no presente estudo.

Estudos mostram que os teores de sólidos solúveis da pitaiia, variam de 10 °Brix a 24 °Brix, resultado que está diretamente relacionado ao estágio de maturação do fruto e às condições edafoclimáticas de cultivo. Brunini e Cardoso (2011), avaliando o armazenamento da pitaiia (*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 pitaiia do cerrado, observou que, após 70 dias da antese, os teores de sólidos solúveis começaram a diminuir.

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 pitaiia.

3.5 Relação SST/ATT

A relação SST/ATT aumentou durante o armazenamento para todos os tratamentos (Figura 5). Os frutos do tratamento T4 apresentaram, até 14 dias, os menores valores de SST/ATT. Tal comportamento pode ser explicado pela menor diferença entre a acidez total titulável (ATT) (Figura 3A) e os sólidos solúveis totais (Figura 4).

Moreira et al. (2011) também encontraram melhor relação SST/AT para frutos da pitaiia (*Hylocereus undatus*)

Qualidade de pitaia (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração

Duarte, M. H. et al.

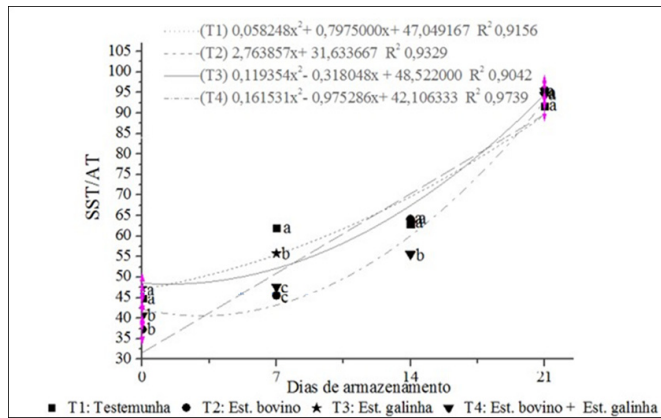


Figura 5. Relação de sólidos solúveis totais versus acidez titulável (SST/AT) na polpa dos frutos de pitaia, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13 °C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

adubados com esterco de galinha e esterco bovino quando comparados aos mesmos tratamentos utilizados neste trabalho.

Estudos reportados por Nerd e Mizrahi (1999) e To et al. (2002) apontam que a relação sólidos solúveis/acidez total titulável ideal para consumo da pitaia (*Hylocereus undatus*) é inferior a 40. Apenas os tratamentos T2 e T4 apresentaram valores próximos a esta inferência. O aumento da relação SST/ ATT pode ser um indício da senescência do fruto (MENEZES et al., 2015). Portanto é um importante parâmetro para avaliar o melhor estágio de maturação para a colheita e também a qualidade do fruto.

3.6 Açúcares totais, redutores e não redutores

Os tratamentos submetidos à adubação orgânica apresentaram teor de açúcar total superior à testemunha, durante todo o armazenamento (Figura 6A).

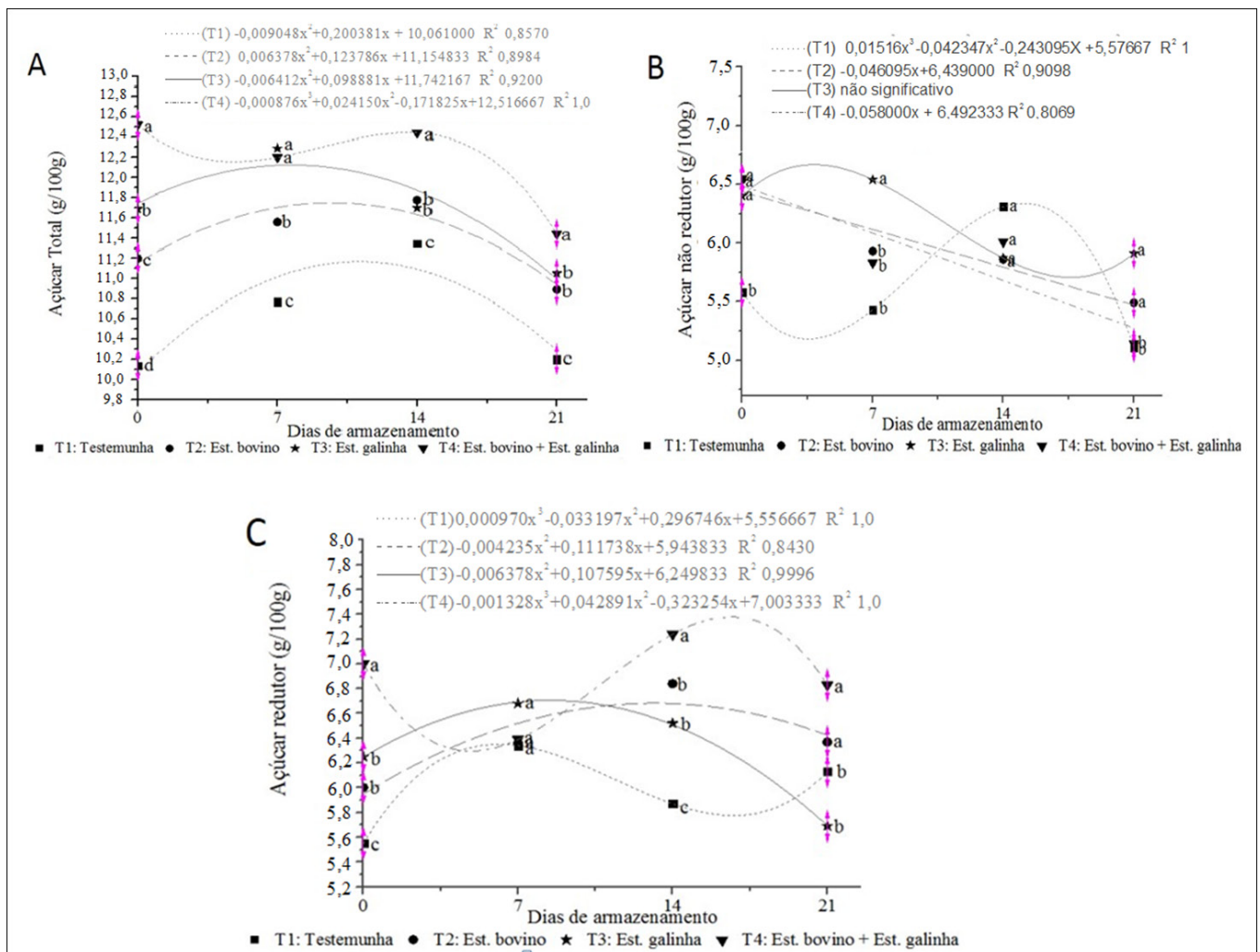


Figura 6. Teor de açúcar total (A), não redutor (B) e redutor (C) na polpa dos frutos de pitaia, submetidos à adubação orgânica, armazenados por 21 dias a 13 °C. UFLA, Lavras, 2013. Médias seguidas da mesma letra, em cada tempo, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Qualidade de pitaita (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração

Duarte, M. H. et al.

Este comportamento é coerente com os valores de sólidos solúveis totais apresentados na Figura 4. No entanto, os teores de açúcares totais foram inferiores aos teores de sólidos solúveis totais, resultado que pode ser explicado pelo fato de os sólidos solúveis apresentarem não somente os açúcares solúveis, mas também substâncias como aminoácidos, vitaminas e algumas pectinas presentes no fruto (GOMES et al., 2002).

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 monossacarídeos e dissacarídeos tendem a aumentar. Os açúcares totais são separados em duas classes de compostos, os açúcares não redutores e redutores, os quais estão representados na Figura 6B e Figura 6C.

Ao observar os teores iniciais e finais de açúcares não redutores (Figura 6B) dos grupos T1, T2 e T3, observou-se um pequeno declínio, sem diferença significativa, exceto no T4, no qual houve uma redução significativa de açúcares não redutores durante o armazenamento, que pode estar associada à degradação da sacarose, liberando glicose e frutose.

Os teores de açúcares redutores oscilaram durante o armazenamento. Estas oscilações podem ter ocorrido em função da atividade respiratória dos frutos, sendo observados, em todos os tratamentos, teores iniciais de açúcares redutores superiores aos finais. Nos grupos T2 e T3, esta redução não foi significativamente distinta. Variações nos açúcares redutores e não redutores refletem o conteúdo final dos açúcares totais, sendo o grupo T4, grupo que recebeu a adubação com esterco bovino + galinha, o grupo que se destacou com teores superiores de açúcares totais (12,54 mg 100 g⁻¹ no dia zero e 11,44 mg 100 g⁻¹ aos 21 dias), esta diferença pode estar relacionada à perda de água, que concentrou os açúcares e/ou à nutrição dos frutos.

Rodrigues (2010), avaliando o teor de açúcar total na pitaita do cerrado, verificou que, em 63 dias após a antese, os teores de açúcares encontrados nos frutos foram de 11 mg 100 g⁻¹, e que, após este período, houve redução nos teores de açúcares totais. 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 indício de processos de degradação.

4 Conclusões

Os tratamentos de adubação orgânica interferiram positivamente nos parâmetros de qualidade avaliados nos frutos de pitaita, atenuando a perda de qualidade durante o período de armazenamento refrigerado, a 13 °C por 21 dias, resultando em frutos mais firmes, com menor

perda de luminosidade, menor aumento das coordenadas a* e b* e maiores teores de sólidos solúveis e açúcares. A adubação com esterco de bovino associado ao esterco de galinha foi mais eficaz que as demais adubações orgânicas, resultando em menores perdas de qualidade durante o armazenamento a 13 °C por 21 dias.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Referências

- AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000400033>.
- 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, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000100007>.
- 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, 2011.
- CARDOSO, P. C.; TOMAZINI, A. P. B.; STRINGHETA, P. C.; RIBEIRO, S. M. R.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Vitamin C and carotenoids in organic and conventional fruits grown in Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 126, n. 2, p. 411-416, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.109>.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 785 p.
- CORDEIRO, M. H. M.; SILVA, J. M. D.; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H.; MOTA, W. F. D. Caracterização física, química e nutricional da pitaita-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 20-26, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-046/14>.
- COSTA, A. C.; RAMOS, J. D.; REIS-SILVA, F. O.; MENEZES, T. P.; MOREIRA, R. A.; DUARTE, M. H. Adubação orgânica e Lithothamnium no cultivo da pitaita vermelha. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 77-88, 2015.
- 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. Supl. 1, p. 15-19, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612010000500003>.
- DAMATTO JUNIOR, E. R.; LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de

Qualidade de pitaiá (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração

Duarte, M. H. et al.

- maracujá-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 188-190, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452005000100051>.
- DUENÑAS, 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, 2009.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**. Versão 5.3, Build 77. Lavras: UFLA, 2010. Software.
- FREITAS-SILVA, O.; SOUZA, A. M.; OLIVEIRA, E. M. M. Potencial da ozonização no controle de fitopatógenos em pós-colheita. In: LUZ, W. C. (Ed.). **Revisão anual de patologia de plantas**. Passo Fundo: Gráfica e Editora Padre Berthier dos Missionários da Sagrada Família, 2013. p. 96-130. v. 21.
- GLENN, G. M.; REDDY, A. S. N.; POOVAIAH, B. W. Effect of calcium on cell wall structure, protein phosphorylation and protein profile in senescence apples. **Plant Cell Physiology**, Tokyo, v. 29, n. 24, p. 565-573, 1988.
- GOMES, P. M. A.; FIGUEIRÉDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Caracterização e isothermas 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. <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v4n2p157-165>.
- HOA, T. T.; CLARK, C. J.; WADDELL, B. C.; WOOLF, A. B. Postharvest quality of Dragon fruit (*Hylocereus undatus*) following disinfesting hot air treatments. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 62-69, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.02.010>.
- HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed. Gaithersburg: AOAC, 2005.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. v. 1. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2013.
- 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.
- MENEZES, T. P.; RAMOS, J. D.; LIMA, L. C. O.; COSTA, A. C.; NASSUR, R. C. M. R.; RUFINI, J. C. M. Características físicas e físico-químicas de pitaiá vermelha durante a maturação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 631-644, 2015.
- MILOŠEVIĆ, T.; MILOŠEVIĆ, N.; GLIŠIĆ, I.; BOŠKOVIĆ-RAKOČEVIĆ, L.; MILIVOJEVIĆ, J. Fertilization effect on trees and fruits characteristics and leaf nutrient status of apricots which are grown at Cacak region (Serbia). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 164, p. 112-123, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2013.09.028>.
- MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas: the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 124-138, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-452/13>.
- MOREIRA, R. A. **Cultivo da pitaiá: implantação**. Lavras: UFLA, 2012. p. 1-16. (Boletim Técnico, 92). Disponível em: <[http://www.downloads/boletim-tecnico-92%20\(1\).pdf](http://www.downloads/boletim-tecnico-92%20(1).pdf)>. Acesso em: 22 nov 2016.
- MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; MARQUES, V. B. Produção e qualidade de frutos de Pitaiá-vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 762-766, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000500106>.
- NACHTIGALL, G. R.; BASSO, C.; FREIRE, C. J. S. Nutrição e adubação de pomares. In: NACHTIGALL, G. R. (Ed.). **Maçã: produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 63-77.
- NELSON, N. A fotometric adaptation 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 pitaiá. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 99-105, 1999. [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214\(98\)00080-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5214(98)00080-5).
- PEREIRA, A. J.; BLANK, A. F.; ALVARENGA, M. A. R.; SOUZA, R. J. Aplicação de fontes e doses de cálcio na produção e qualidade de frutos de melão. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 20, n. 3, p. 428-431, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362002000300006>.
- PEREIRA, T.; CARLOS, L. A.; OLIVEIRA, J. G.; MONTEIRO, A. R. Influência das condições de armazenamento nas características físicas e químicas de goiaba (*Psidium guajava*), cv. cortibel de polpa branca. **Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 306, p. 276-284, 2006.
- PONTES FILHO, F. S. T.; ALMEIDA, E. I. B.; BARROSO, M. M. A.; CAJAZEIRA, J. P.; CORRÊA, M. C. M. Comprimento de estacas e concentrações de ácido indolbutírico (AIB) na propagação vegetativa de pitaiá. **Ciência Agrônoma**, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 788-793, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902014000400017>.
- RODRIGUES DA SILVA, C. M. **Uso do teste Scott-Knott e da análise de agrupamentos, na obtenção de grupos de locais para experimento com cana-de-açúcar**. 2007. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- RODRIGUES, L. J. **Desenvolvimento e processamento mínimo de pitaiá nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz.) do cerrado brasileiro**. 2010. 164 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- RODRÍGUEZ, D. A. R.; PATIÑO, M. P. G.; MIRANDA, D. L.; FISCHER, G.; GALVIS, A. J. V. Efecto de dos índices de madurez y dos

Qualidade de pitaia (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração

Duarte, M. H. et al.

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.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Alexandria, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974. <http://dx.doi.org/10.2307/2529204>.

SILVA, G. J. F.; CONSTANT, P. B. L.; FIGUEIREDO, R. W.; MOURA, S. M. Formulação e estabilidade de corantes de antocianinas extraídas das cascas de jaboticaba (*Myrciaria* ssp.). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 3, p. 429-436, 2010.

TO, L. V.; NGU, N.; DUC, N. D.; HUONG, H. T. T. Dragon fruit quality end storage life: effect of harvest time use of plant

growth regulators and modified atmosphere packaging. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 2, n. 575, p. 611-621, 2002.

TOIVONEN, P. M. A.; BRUMMELL, D. A. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 1-14, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.09.004>.

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

WANITCHANG, J.; TERDWONGWORAKUL, A.; WANITCHANG, P.; NOYPITAK, S. Maturity sorting index of dragon fruit: *Hyloceresus polyrhizus*. **Journal of Food Engineering**, Thailand, v. 100, n. 3, p. 409-416, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.04.025>.