

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE MARACUJÁ-ALHO BRS VITA FRUIT PRODUZIDOS EM SISTEMA CONVENCIONAL E ORGÂNICO

*Maria Madalena Rinaldi¹, Ana Maria Costa¹, Samara Figueiredo de Oliveira Assis Braz²,
Débora Figueiredo de Oliveira da Silva Assis²*

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)/ Embrapa Cerrados (CPAC) BR 020, km 18, Rodovia Brasília-Fortaleza, Caixa Postal: 08223, 73310-970, Planaltina, DF, Brasil. madalena.rinaldi@embrapa.br, ana-costa@embrapa.br

²Faculdade UnB Planaltina - FUP - Vila NS de Fátima - Vila Nossa Sra. de Fátima, 73345-010, Planaltina - Brasília - DF, Brasil. figueiredosama@gmail.com, dfoassis@gmail.com

A *Passiflora tenuifila* tem sido estudada como alternativa para a indústria farmacêutica devido a sua característica de possuir propriedades para controle de tremores causados pela doença de Parkinson. Devido ao aroma característico de seus frutos é conhecida como maracujá-alho sendo uma espécie silvestre, não havendo informações sobre a conservação pós-colheita. Assim, avaliou-se a vida útil de frutos de *P. tenuifila* produzidos em sistema convencional e orgânico acondicionados em embalagem PEBD com 30 µm de espessura e armazenados sob condição ambiente (23 °C e 77% de umidade relativa) e refrigerada (10 °C e 90% de umidade relativa) por 10 dias. Analisou-se a perda de massa fresca, concentração de O₂ e CO₂ no interior das embalagens, luminosidade, a*, b*, incremento no escurecimento, croma, ângulo hue, textura, pH, acidez titulável, sólidos solúveis e Ratio. Frutos de *P. tenuifila* devem ser armazenados em condição refrigerada com temperatura de 10 °C e 90% de umidade relativa. Não há diferença significativa na vida útil de frutos de *P. tenuifila* produzidos em sistema convencional e orgânico. Frutos de *P. tenuifila* acondicionados em embalagem de PEAD com 30 µm de espessura apresentam maior vida útil por meio da redução da perda de massa fresca, manutenção da cor, textura e características físico-químicas.

Palavras-chave: *Passiflora tenuifila*, vida útil, embalagens, armazenamento, sistema de produção.

Postharvest conservation of passion fruit BRS Vita Fruit produced in conventional and organic systems. *Passiflora tenuifila* has been studied as an alternative for the pharmaceutical industry due to its characteristic of having properties to control tremors caused by Parkinson's disease. Due to the characteristic aroma of its fruits, it is known as passion fruit, being a wild species, with no information on post-harvest conservation. Thus, the shelf life of *P. tenuifila* fruits produced in a conventional and organic system, packed in 30 µm thick LDPE packaging and stored under ambient conditions (23 °C and 77% relative humidity) and refrigerated (10 °C) was evaluated and 90% relative humidity) for 10 days. The loss of fresh mass, concentration of O₂ and CO₂ inside the packages, luminosity, a*, b*, increase in browning, chroma, hue angle, texture, pH, titratable acidity, soluble solids and Ratio were analyzed. Fruits of *P. tenuifila* must be stored in a refrigerated condition at a temperature of 10 °C and 90% relative humidity. There is no significant difference in the shelf life of *P. tenuifila* fruits produced in conventional and organic systems. Fruits of *P. tenuifila* packaged in HDPE packaging 30 µm thick have a longer shelf life by reducing the loss of fresh mass, maintaining color, texture and physicochemical characteristics.

Key words: *Passiflora tenuifila*, shelf life, packaging, storage, production system.

Introdução

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de maracujá (Faleiro et al., 2017) sendo que aproximadamente 95% dos pomares brasileiros são cultivados com o maracujá amarelo ou azedo (*Passiflora edulis* Sims) onde o gênero *Passiflora* é composto por mais de 500 espécies (Faleiro et al., 2020), sendo que muitas delas apresentam potencial de uso alimentar, ornamental e funcional medicinal (Faleiro et al., 2020). Várias espécies do gênero *Passiflora* são cultivadas comercialmente no mundo, sendo que a espécie *Passiflora tenuifila* Killip está entre as espécies com potencial de uso funcional-medicinal (Carlosama et al., 2020). Esta espécie tem sido trabalhada no programa de melhoramento genético dos maracujás realizados pela Embrapa Cerrados e parceiros visando o aumento da produtividade e da qualidade física e química de frutos, considerando suas propriedades medicinais-funcionais (Faleiro et al., 2018).

Já foi desenvolvida a BRS Vita Fruit que é uma cultivar de maracujazeiro medicinal da espécie *P. tenuifila* com propósitos de processamento de produtos funcionais-medicinais sendo uma alternativa para o mercado de frutas especiais (Holanda et al., 2020; Pereira, Silveira e Costa, 2017; Faleiro et al., 2018). Esta espécie é popularmente conhecida como maracujá alho devido ao aroma característico de seus frutos. Além das suas propriedades medicinais-funcionais a espécie possui alta produtividade e qualidade física e química de frutos. Devido às características benéficas, os frutos de *P. tenuifila* podem ser utilizados como matéria-prima na indústria alimentícia, química e farmacêutica (Holanda et al., 2020; Holanda et al., 2019; Silveira et al., 2019).

A aparência externa é um dos principais critérios considerados quando o fruto é destinado ao mercado “*in natura*”, sendo que no maracujá ocorre a perda de massa e o conseqüente murchamento conferindo aspecto enrugado ao fruto logo após a colheita (Rinaldi, Dianese e Costa, 2021). Outros fatores que atuam no processo de redução da vida útil pós-colheita desses frutos é a susceptibilidade à podridão e a fermentação da polpa (Tavares et al., 2003). Em condições normais, a temperatura e umidade relativa ambiente, Rinaldi et al (2019a) obtiveram vida útil de três a sete dias para frutos de *P. edulis* ou *P. alata*. Em frutos de *Passiflora*

setacea o período de vida útil pós-colheita pode ser ainda menor (Rinaldi et al., 2017a e 2017b). Já para frutos de *Passiflora cincinnata* cv. BRS Sertão Forte a vida útil pós-colheita é significativamente superior (Rinaldi, Dianese e Costa, 2021). Considerando a importância do gênero *Passiflora* para o nosso país, boas práticas de pós-colheita vêm sendo estudadas e recomendadas (Rinaldi et al., 2019b).

De acordo com a Instrução Normativa Conjunta 2/2018 (ANVISA, 2018) os produtores de maracujá devem priorizar a qualidade dos frutos a fim de atender as exigências do mercado. O uso de tecnologias objetivando a melhoria de tratamentos pós-colheita, armazenamento refrigerado, dentre outros, devem ser priorizados (Zacharias, Faleiro e Almeida, 2020). Essas tecnologias também irão auxiliar na redução de perdas pós-colheita destes frutos, que ainda é significativa a nível de campo, armazenamento e comercialização.

Os atributos de qualidade à comercialização “*in natura*” e utilização da polpa na elaboração de produtos industrializados devem ser mantidos, por meio de técnicas adequadas de conservação pós-colheita, incluindo à longevidade e condições de armazenamento de frutos de *P. tenuifila* (Holanda et al., 2019). A utilização de embalagens no acondicionamento de frutos de *Passifloras* como alternativa para o aumento da vida útil também tem sido estudada e recomendada (Rinaldi et al., 2019a e 2019b; Rinaldi et al., 2017b). A embalagem, quando adequada, auxilia na redução de perda de massa fresca, manutenção da cor, textura e características físico-químicas dos frutos.

Estudos de conservação pós-colheita com a recomendação do manuseio e formas adequadas de armazenamento para frutos de *P. tenuifila* produzidos em sistema convencional e orgânico ainda não foram publicados. Assim, no presente trabalho, objetivou-se avaliar a conservação pós-colheita de frutos de *P. tenuifila* cultivar BRS Vita Fruit produzidos em sistema convencional e orgânico acondicionados em embalagem PEAD e armazenado em diferentes temperaturas.

Material e Métodos

Utilizaram-se frutos da espécie *Passiflora tenuifila* cv. BRS VF (nome comercial BRS Vita Fruit) oriundos do campo experimental da Embrapa Cerrados

(15°36'13.02"S; 47°43'17.34"O) a uma altitude de aproximadamente 1050 m, em Planaltina, Distrito Federal em Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa (45% argila) (Lima et al., 2014). Os frutos foram produzidos em sistema convencional e orgânico e colhidos manualmente diretamente na copa das plantas, tendo como índice de colheita a coloração dos frutos no ponto de maturação com 20% da cor da casca amarelada. A colheita e transporte dos frutos foram realizados nas primeiras horas do dia com o objetivo de evitar o calor de campo. No Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Cerrados, os frutos foram resfriados em câmara fria (10 °C ± 1 °C e 80% de umidade relativa).

O experimento consistiu nos seguintes tratamentos: (i) Frutos de *P. tenuifila* oriundos de produção convencional armazenados sob condição ambiente - Convencional Ambiente; (ii) Frutos de *P. tenuifila* oriundos de produção convencional armazenados a 10 °C - Convencional 10 °C (iii) Frutos de *P. tenuifila* oriundos de produção orgânica armazenados sob condição ambiente - Orgânico Ambiente (iv) Frutos de *P. tenuifila* oriundos de produção orgânica armazenados a 10 °C - Orgânico 10 °C (v) Frutos de *P. tenuifila* oriundos de produção convencional acondicionados em embalagem PEAD com 19 cm x 29 cm com 30 µm de espessura e armazenados sob condição ambiente - PEAD Convencional Ambiente (vi) Frutos de *P. tenuifila* oriundos de produção convencional acondicionados em embalagem PEAD com 19 cm x 29 cm com 30 µm de espessura e armazenados a 10 °C - PEAD Convencional 10 °C (vii) Frutos de *P. tenuifila* oriundos de produção orgânica acondicionados em embalagem PEAD com 19 cm x 29 cm com 30 µm de espessura e armazenados sob condição ambiente - PEAD Orgânico Ambiente (viii) Frutos de *P. tenuifila* oriundos de produção orgânica acondicionados em embalagem PEAD com 19 cm x 29 cm com 30 µm de espessura e armazenados a 10 °C - PEBD Orgânico 10 °C. Os frutos dos diferentes tratamentos foram armazenados sob refrigeração em câmara fria com umidade relativa de 90% na temperatura de 10 °C. Para a simulação de condição ambiente, os frutos também foram mantidos em câmara fria na temperatura de 23 °C e de 77% UR. O período de armazenamento para todos os tratamentos foi de 10 dias.

Ao zero, seis e 10 dias de armazenamento, analisou-se a perda de massa fresca (PMF) dos frutos obtida pela diferença de peso entre a massa inicial e a massa no momento da avaliação. Textura onde para a análise utilizou-se o texturômetro da marca Brookfield texture Analyzer, modelo CT3 4500. A análise consistiu no teste de resistência de perfuração (teste normal), sendo adotados os padrões de Trigger (força): 10 g, Deformation (deformação): 10 mm e Speed (velocidade): 10 mm/s com o auxílio da ponteira TA 17 Cone 30 mm D, 45°. Os resultados foram apresentados em Newton (N). Concentração gasosa no interior das embalagens, sendo que as análises da concentração de O₂ e CO₂ no interior das embalagens foram realizadas utilizando-se o equipamento CheckPoint II (PBI-Dansensor America Inc) de acordo com Rinaldi et al. (2009). Cor (L*, a*, b*) determinada em espectrofotômetro MiniScan® EZ marca HunterLab, sendo realizadas cinco leituras por fruto. O valor de L* define a luminosidade (L* = 0 preto e L* = 100 branco) e a* e b* são responsáveis pela cromaticidade (+a* vermelho e -a* verde), b* (+b* amarelo e -b* azul). Por meio do módulo L*, a* e b* foi possível calcular o incremento no escurecimento $[(L^* - L^*_0)^2 + (a^* - a^*_0)^2 + (b^* - b^*_0)^2]^{1/2}$, chroma (saturação ou intensidade da cor; 0 - cor impura e 60 - cor pura) e o ângulo hue (ângulo da cor; 0° vermelho; 90° amarelo; 180° verde; 270° azul e 360° negro) por meio das fórmulas: chroma $[(a^2 + b^2)^{1/2}]$ e ângulo hue [arco tangente (b/a)] para a* positivo e [arco tangente (b*/a*) (-1) + 90] para a* negativo, conforme recomendado por Hunterlab (2008). Análises de pH, acidez titulável, sólidos solúveis e Ratio realizadas de acordo com a Association of Official Analytical (2016). Para as análises de pH, acidez titulável e sólidos solúveis os frutos de *P. tenuifila* foram triturados integralmente em liquidificador industrial formando uma massa base conforme POP CPAC-2012.

O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 (ambiente e refrigerado) x 3 (tratamentos) x 3 (dias de avaliação) com três repetições para cada tratamento, sendo que cada repetição consistiu em seis frutos. Para as análises de cor foram utilizados os seis frutos por tratamento sendo realizadas cinco leituras por fruto em cada dia de análise. Para textura foram realizadas três leituras em cada um dos seis frutos

analisados. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F e as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2019).

Resultados e Discussão

Frutos de *P. tenuifila* produzidos em sistema convencional e orgânico não apresentaram variação significativa na vida útil pós-colheita. Os frutos desta espécie quando armazenados na temperatura de 10 °C tiveram maior durabilidade pós-colheita. A embalagem PEBD também foi efetiva no aumento da vida útil pós-colheita dos frutos de *P. tenuifila*. Quanto à perda de massa fresca, os frutos produzidos em sistema convencional, acondicionados em embalagem PEBD e armazenados na temperatura de 10 °C apresentaram menores valores atingindo o valor de 1,02% aos 10 dias de armazenamento. Os resultados comprovam que a junção da embalagem adequada e a redução da temperatura de armazenamento foram responsáveis pela manutenção da vida útil pós-colheita dos frutos desta espécie (Tabela 1). O resultado também corrobora com Kader (2010) que afirma que a perda de massa fresca dos produtos vegetais é fortemente reduzida por meio do uso de filmes plásticos flexíveis. Nos frutos sem embalagem, nas duas condições de cultivo, ocorreu menor perda de massa fresca quando armazenados em condição de refrigeração na temperatura de 10 °C. Frutos produzidos em sistema orgânico sem embalagem, armazenados em condição ambiente apresentaram a maior perda de massa fresca atingindo 34,77% aos 10 dias de armazenamento. Em todos os tratamentos, frutos produzidos neste sistema também apresentaram maior percentagem de perda de massa fresca quando comparado aos frutos da mesma

espécie produzidos em sistema convencional.

A aparência dos frutos de maracujá é significativamente afetada pela perda de massa fresca ocasionando em prejuízos na comercialização *in natura*, considerando que os consumidores adquirem os frutos de acordo com a aparência (Solino et al., 2012). Os frutos de *P. tenuifila* possuem casca com espessura muito fina resultando no ressecamento da mesma com a perda de massa fresca. Além disso, os frutos de maracujá são comercializados por peso, resultando em perdas econômicas para o produtor

Tabela 1. Valores médios de perda de massa fresca (PMF) e textura dos frutos, oxigênio (%) e dióxido de carbono (%) no interior das embalagens com frutos de *Passiflora tenuifila* acondicionados em embalagem de PEAD 30 µm a armazenados por 10 dias em condição ambiente e refrigerada

| Perda de Massa Fresca (%) | | | |
|-------------------------------|----------|-----------|------------|
| Tempo de Armazenamento (dias) | | | |
| Tratamentos | zero | 6 | 10 |
| Convencional Ambiente | 0,00 aC | 19,21 bB | 27,16 bA |
| Convencional 10 °C | 0,00 aB | 8,99 cA | 10,29 dA |
| Orgânico Ambiente | 0,00 aC | 27,52 aB | 34,77 aA |
| Orgânico 10 °C | 0,00 aB | 16,27 bA | 20,98 cA |
| PEAD Convencional Ambiente | 0,00 aB | 0,67 dB | 7,90 dA |
| PEAD Convencional 10 °C | 0,00 aA | 0,71 dA | 1,02 eA |
| PEAD Orgânico Ambiente | 0,00 aB | 10,70 cA | 10,75 dA |
| PEAD Orgânico 10 °C | 0,00 aB | 0,98 dB | 7,41 dA |
| Textura (N) | | | |
| Convencional Ambiente | 1,07 aA | 0,83 bA | 1,00 abcA |
| Convencional 10 °C | 1,07 aA | 1,27 abA | 1,07 abcA |
| Orgânico Ambiente | 1,23 aA | 0,80 bB | 0,90 abcAB |
| Orgânico 10 °C | 1,23 aA | 1,40 aA | 1,20 abA |
| PEAD Convencional Ambiente | 1,07 aA | 0,93 abA | 0,76 bcA |
| PEAD Convencional 10 °C | 1,07 aA | 1,13 abA | 1,33 aA |
| PEAD Orgânico Ambiente | 1,23 aA | 0,90 bAB | 0,70 cB |
| PEAD Orgânico 10 °C | 1,23 aA | 1,17 abA | 1,67 abcA |
| Oxigênio (%) | | | |
| PEAD Convencional Ambiente | 20,95 aA | 8,57 bC | 13,07 cB |
| PEAD Convencional 10 °C | 20,95 aA | 10,90 abC | 16,87 abB |
| PEAD Orgânico Ambiente | 20,95 aA | 11,70 abB | 14,43 bcB |
| PEAD Orgânico 10 °C | 20,95 aA | 14,10 aB | 19,43 aA |
| Dióxido de Carbono (%) | | | |
| PEAD Convencional Ambiente | 0,04 aC | 6,00 aA | 4,63 aB |
| PEAD Convencional 10 °C | 0,04 aC | 4,90 aA | 2,93 bB |
| PEAD Orgânico Ambiente | 0,04 aB | 5,97 aA | 4,80 aA |
| PEAD Orgânico 10 °C | 0,04 aC | 4,73 aA | 2,17 bB |

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste Tukey.

Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste Tukey.

(Pereira et al., 2018). Os frutos de maracujá são climatéricos havendo aumento da taxa respiratória e da emissão de etileno, causando a rápida senescência após a colheita (Silva, Silva e Souza, 2019).

Para os frutos de *P. tenuifila* é recomendado o manuseio de forma a evitar o empilhamento devido as suas características físicas de não suportar peso. Também apresentam desidratação e enrugamento da casca, o que não é desejado na comercialização.

Portanto, a definição da forma mais adequada de manuseio e armazenamento dos frutos desta espécie é imprescindível. Em frutos de maracujá azedo, *Passiflora setacea*, *Passiflora alata* e *Passiflora cincinnata*, baixas temperaturas são fundamentais na redução da perda de massa fresca (Rinaldi et al., 2017a e 2017b; Rinaldi et al., 2019a e 2019b; Rinaldi, Dianese e Costa, 2021).

Os tratamentos em que os frutos foram produzidos em sistema convencional e acondicionados em embalagem PEAD armazenados sob condição ambiente e refrigerado e, também, os frutos produzidos em sistema orgânico acondicionados em embalagem PEAD armazenados a 10 °C apresentaram perda de massa fresca inferior a 8% durante os 10 dias de armazenamento, o que é desejável. Assim, se for considerado o padrão utilizado para maracujazeiro-azedo, esses tratamentos são recomendados para *P. tenuifila*, uma vez que frutos de maracujazeiro azedo são considerados murchos a partir de uma perda de 8% do seu peso inicial, por prejudicar a aparência do fruto, depreciando o seu valor comercial (FAEP, 2008).

A textura dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos variou entre 0,70 a 1,67 N sendo considerados valores muito baixos quando comparado a outros frutos de maracujá como *P. cincinnata* (Rinaldi, Dianese e Costa, 2021) e *P. alata* (Rinaldi et al., 2019a e 2019b). Durante os 10 dias de armazenamento ocorreu redução significativa para esta variável nos tratamentos com os frutos produzidos no sistema orgânico apenas armazenado a 10 °C, e no mesmo sistema acondicionado em embalagem PEAD armazenado em condição ambiente (Tabela 1). A não redução de textura dos frutos é desejável e pode ocorrer devido a composição da casca dos frutos. A diminuição da textura ocorre devido à solubilização de pectinas e hidrólise de polissacarídeos estruturais da parede celular (D'Abadia et al., 2020).

A maior redução na concentração de oxigênio no interior das embalagens contendo os frutos de *P. tenuifila* ocorreu até os seis dias de armazenamento, sendo mais acentuado na embalagem contendo os frutos produzidos em sistema convencional, e armazenados sob condição ambiente atingindo o valor de 8,57%. Do sexto ao décimo dia de armazenamento os valores de oxigênio aumentaram em todos os tratamentos, com exceção, do PEAD Orgânico Ambiente (Tabela 1). De maneira geral, a embalagem não foi eficiente na manutenção da concentração reduzida desejável de oxigênio em seu interior (Flores e Matsos, 2005) devido às características de permeabilidade da mesma a este gás. Mesmo assim, auxiliou na manutenção da vida útil dos frutos da espécie.

Quanto à concentração de dióxido de carbono a maior concentração (6,00%) também ocorreu na embalagem em que os frutos foram submetidos ao tratamento Convencional Ambiente aos seis dias de armazenamento. No décimo dia de armazenamento, os valores foram significativamente inferiores aos demais dias de armazenamento com exceção da concentração de dióxido de carbono obtida no tratamento PEAD Orgânico Ambiente que não apresentou valores significativamente superiores ao obtido no sexto dia de armazenamento. Aos 10 dias de armazenamento, a condição ambiente interferiu em maior grau nos níveis de CO₂ dos frutos, apresentando maiores concentrações dessa variável na embalagem avaliada devido a maior taxa respiratória dos frutos (Tabela 1).

Não houve diferença na luminosidade dos frutos de *P. tenuifila* produzidos em sistema convencional e orgânico sendo que a luminosidade (Tabela 2) oscilou entre 45,33 e 66,50 com a tendência, na maioria dos tratamentos, de aumento dos valores durante o armazenamento. Maiores valores de luminosidade indicam que os produtos são mais claros (AMSAM, 2012) ($L^* = 0$ preto e $L^* = 100$ branco). Durante o armazenamento, as variações ocorreram nos frutos produzidos no sistema orgânico armazenado a 10 °C apresentando escurecimento dos frutos aos seis e 10 dias de armazenamento em relação à matéria-prima (dia zero). Nos frutos produzidos em sistema convencional acondicionado em embalagem PEAD e armazenados em condição ambiente aos seis dias de

armazenamento, os valores de luminosidade foram superiores aos do dia zero. Frutos produzidos no sistema orgânico acondicionado no mesmo tipo de embalagem e armazenamento em condição ambiente estavam mais claros aos 10 dias de armazenamento, corroborando com Botelho et al. (2019) que afirmam que ao longo do amadurecimento ocorre à mudança de cor da casca dos frutos devido às transformações fisiológicas que também alteram as suas características físico-químicas.

De acordo com os valores de a^* , em todos os tratamentos ocorreu alteração da cor da casca dos frutos de levemente verdes para vermelho ($+a^*$ vermelho e $-a^*$ verde) (Tabela 2). A maior variação nos valores de a^* ocorreram nos frutos armazenados sob condição ambiente, o que já era esperado, uma vez que em condição ambiente a maior atividade metabólica nos frutos influenciou na alteração da cor.

Os valores de b^* estiveram na faixa de cor amarelo ($+b^*$ amarelo e $-b^*$ azul) não apresentando valores negativos, com variação significativa apenas nos tratamentos em que os frutos foram armazenados sob condição ambiente (Tabela 2).

O incremento no escurecimento variou entre zero e 53,15 sendo considerado um valor alto para esta variável. Com exceção dos frutos produzidos em sistema convencional armazenados em condição ambiente, que não apresentaram aumento significativo entre os seis e 10 dias, todos os demais tratamentos apresentaram incremento no escurecimento significativo durante os 10 dias de armazenamento (Tabela 2). Os resultados comprovam que a temperatura de armazenamento influencia diretamente na coloração dos frutos. O objetivo de realizar a medida do incremento no escurecimento é verificar

Tabela 2. Valores médios de luminosidade (L^*), a^* , b^* , Incremento no escurecimento (IE) e croma em frutos de *Passiflora tenuifila* submetidos a diferentes tratamentos

| Luminosidade (L^*) | | | |
|----------------------------------|----------|------------|------------|
| Tempo de Armazenamento (dias) | | | |
| Tratamentos | zero | 6 | 10 |
| Convencional Ambiente | 54,99 aA | 54,91 abcA | 57,35 abA |
| Convencional 10 °C | 54,99 aA | 49,39 bcA | 50,48 bcA |
| Orgânico Ambiente | 57,42 aA | 56,45 abcA | 56,79 abA |
| Orgânico 10 °C | 57,42 aA | 48,02 cB | 45,33 cB |
| PEAD Convencional Ambiente | 54,99 aB | 64,14 aA | 62,86 aAB |
| PEAD Convencional 10 °C | 54,99 aA | 55,78 abcA | 60,75 abA |
| PEAD Orgânico Ambiente | 57,42 aB | 61,68 aAB | 66,50 aA |
| PEAD Orgânico 10 °C | 57,42 aA | 59,92 abA | 58,98 abA |
| a^* | | | |
| Convencional Ambiente | 0,67 aB | 16,17 aA | 16,88 aA |
| Convencional 10 °C | 0,67 aB | 4,05 cA | 3,95 bA |
| Orgânico Ambiente | 0,39 aB | 15,61 aA | 16,77 aA |
| Orgânico 10 °C | 0,39 aB | 3,56 cA | 4,02 bA |
| PEAD Convencional Ambiente | 0,67 aC | 12,17 bB | 15,57 aA |
| PEAD Convencional 10 °C | 0,67 aB | 4,02 cA | 5,20 bA |
| PEAD Orgânico Ambiente | 0,39 aC | 9,49 bB | 16,43 aA |
| PEAD Orgânico 10 °C | 0,39 aB | 1,83 cAB | 2,98 bA |
| b^* | | | |
| Convencional Ambiente | 36,89 aB | 44,01 abAB | 45,33 abcA |
| Convencional 10 °C | 36,89 aA | 35,44 bA | 36,77 cA |
| Orgânico Ambiente | 38,55 aB | 46,50 aA | 47,10 abA |
| Orgânico 10 °C | 38,55 aA | 35,57 bA | 36,02 cA |
| PEAD Convencional Ambiente | 36,89 aB | 48,28 aA | 50,00 abA |
| PEAD Convencional 10 °C | 36,89 aA | 39,28 abA | 42,96 bcA |
| PEAD Orgânico Ambiente | 38,55 aB | 46,12 aA | 53,23 aA |
| PEAD Orgânico 10 °C | 38,55 aA | 42,25 abA | 43,20 bcA |
| Incremento no escurecimento (IE) | | | |
| Convencional Ambiente | 0,00 aB | 26,99 aA | 27,94 cA |
| Convencional 10 °C | 0,00 aC | 15,86 aB | 36,95 abcA |
| Orgânico Ambiente | 0,00 aC | 25,81 aB | 35,21 bcA |
| Orgânico 10 °C | 0,00 aC | 20,62 aB | 45,42 abA |
| PEAD Convencional Ambiente | 0,00 aC | 23,37 aB | 48,63 abA |
| PEAD Convencional 10 °C | 0,00 aC | 12,84 aB | 53,15 aA |
| PEAD Orgânico Ambiente | 0,00 aC | 25,90 aB | 48,55 abA |
| PEAD Orgânico 10 °C | 0,00 aC | 14,10 aB | 46,06 abA |
| Croma | | | |
| Convencional Ambiente | 37,05 aB | 47,18 abA | 48,49 abA |
| Convencional 10 °C | 37,05 aA | 35,98 cA | 37,19 cA |
| Orgânico Ambiente | 38,72 aB | 49,23 aA | 50,13 abA |
| Orgânico 10 °C | 38,72 aA | 36,25 cA | 36,49 cA |
| PEAD Convencional Ambiente | 37,05 aB | 49,93 aA | 52,44 abA |
| PEAD Convencional 10 °C | 37,05 aA | 39,75 bcA | 43,42 bcA |
| PEAD Orgânico Ambiente | 38,72 aC | 47,17 abB | 55,75 aA |
| PEAD Orgânico 10 °C | 38,72 aA | 42,25 abcA | 43,55 bcA |

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste Tukey.

Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste Tukey.

o escurecimento do produto durante o armazenamento. De acordo com Rinaldi et al. (2017a) para produtos vegetais, considera-se que, quando os valores de $E > 10$, o grau de escurecimento é elevado não sendo desejável para o produto. Visualmente não foi observado escurecimento significativo nos frutos de *P. tenuifila* nos diferentes tratamentos avaliados. Assim, essa variável pode não ser adequada para a avaliação de frutos dessa espécie.

A cromaticidade foi mais uniforme nos frutos armazenados na temperatura de 10 °C não havendo diferença no decorrer do armazenamento (Tabela 2). Nos tratamentos armazenados sob condição ambiente, com exceção dos frutos produzidos em sistema orgânico acondicionados na embalagem PEAD, que apresentaram variação durante os 10 dias de armazenamento, nos demais tratamentos, só variou aos seis e 10 dias em relação ao início do armazenamento (dia zero). O chroma ou cromaticidade expressa a intensidade da cor, ou seja, a cor em termos de saturação de pigmentos. O chroma indica a intensidade e saturação da cor (D'Abadia et al., 2020). Os maiores valores de chroma foram apresentados pelos frutos armazenados em condição ambiente, comprovando que para frutos de *P. tenuifila* esta variável é influenciada pela temperatura de armazenamento.

Quando armazenados em temperatura ambiente a cor dos frutos de *P. tenuifila* foi mais avermelhado em todos os tratamentos até os seis dias de armazenamento. Aos 10 dias, frutos produzidos em sistema orgânico apenas armazenado a 10 °C, e os produzidos em sistema orgânico e convencional acondicionados em embalagem PEAD e armazenados a 10 °C apresentaram valores de ângulo hue inferior aos demais dias de armazenamento (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de ângulo hue, pH, acidez titulável, sólidos solúveis e Ratio em frutos de *Passiflora tenuifila* submetidos a diferentes tratamentos

| Ângulo hue | | | |
|-------------------------------|----------|-----------|------------|
| Tempo de Armazenamento (dias) | | | |
| Tratamentos | zero | 6 | 10 |
| Convencional Ambiente | 85,51 aA | 67,07 aA | 68,65 abA |
| Convencional 10 °C | 85,51 aA | 85,49 aA | 70,27 aA |
| Orgânico Ambiente | 89,75 aA | 77,27 aA | 69,40 abA |
| Orgânico 10 °C | 89,75 aA | 84,44 aA | 39,84 cB |
| PEAD Convencional Ambiente | 85,51 aA | 79,03 aA | 72,78 aA |
| PEAD Convencional 10 °C | 85,51 aA | 84,96 aA | 59,61 abcB |
| PEAD Orgânico Ambiente | 89,75 aA | 80,19 aA | 72,83 aA |
| PEAD Orgânico 10 °C | 89,75 aA | 87,75 aA | 41,84 bcB |
| pH | | | |
| Convencional Ambiente | 5,20 aC | 5,94 aA | 5,49 aB |
| Convencional 10 °C | 5,20 aC | 5,90 aA | 5,44 aB |
| Orgânico Ambiente | 5,19 aC | 5,93 aA | 5,47 aB |
| Orgânico 10 °C | 5,19 aC | 5,76 aA | 5,46 aB |
| PEAD Convencional Ambiente | 5,20 aC | 6,00 aA | 5,57 aB |
| PEAD Convencional 10 °C | 5,20 aA | 5,35 bA | 5,39 aA |
| PEAD Orgânico Ambiente | 5,19 aB | 6,04 aA | 5,26 aB |
| PEAD Orgânico 10 °C | 5,19 aA | 5,26 bA | 5,41 aA |
| Acidez Titulável (%) | | | |
| Convencional Ambiente | 0,13 aA | 0,13 aA | 0,16 aA |
| Convencional 10 °C | 0,13 aA | 0,11 aA | 0,14 aA |
| Orgânico Ambiente | 0,32 aA | 0,09 aA | 0,12 aA |
| Orgânico 10 °C | 0,32 aA | 0,10 aA | 0,11 aA |
| PEAD Convencional Ambiente | 0,13 aA | 0,13 aA | 0,12 aA |
| PEAD Convencional 10 °C | 0,13 aA | 0,14 aA | 0,12 aA |
| PEAD Orgânico Ambiente | 0,32 aA | 0,07 aA | 0,10 aA |
| PEAD Orgânico 10 °C | 0,32 aA | 0,12 aA | 0,12 aA |
| Sólidos Solúveis (°Brix) | | | |
| Convencional Ambiente | 5,90 aB | 6,23 aAB | 6,83 abA |
| Convencional 10 °C | 5,90 aB | 6,33 aAB | 7,10 aA |
| Orgânico Ambiente | 6,47 aA | 5,50 abB | 6,70 abA |
| Orgânico 10 °C | 6,47 aA | 6,40 aA | 6,40 abcA |
| PEAD Convencional Ambiente | 5,90 aA | 4,50 bB | 5,23 cdAB |
| PEAD Convencional 10 °C | 5,90 aA | 6,37 aA | 5,67 bcdA |
| PEAD Orgânico Ambiente | 6,47 aA | 4,77 bB | 4,97 dB |
| PEAD Orgânico 10 °C | 6,47 aA | 6,10 aAB | 5,30 cdB |
| Ratio | | | |
| Convencional Ambiente | 45,38 aA | 47,92 cbA | 42,69 bA |
| Convencional 10 °C | 45,38 aB | 57,54 bA | 50,7 abA |
| Orgânico Ambiente | 20,22 bB | 61,11 aA | 55,83 aA |
| Orgânico 10 °C | 20,22 bB | 64,00 aA | 58,18 aA |
| PEAD Convencional Ambiente | 45,38 aA | 34,61 dB | 43,58 bA |
| PEAD Convencional 10 °C | 45,38 aA | 45,50 cbA | 47,25 bA |
| PEAD Orgânico Ambiente | 20,22 bC | 68,14 aA | 49,70 abB |
| PEAD Orgânico 10 °C | 20,22 bB | 50,83 bA | 44,17 bA |

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste Tukey. Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste Tukey.

Durante todo o período de armazenamento os valores situaram-se no primeiro quadrante (zero a 90°), ou seja, coloração variando do vermelho ao amarelo. O ângulo hue define a tonalidade da cor e pode indicar o grau de maturação do fruto.

Os valores de pH estiveram entre 5,19 e 6,04 durante os 10 dias de armazenamento, não havendo diferença nos tratamentos em que os frutos foram produzidos em sistema convencional e orgânico e acondicionados em embalagem PEAD armazenados na temperatura de 10 °C. Holanda et al. (2015) obtiveram valores inferiores (4,43) de pH em frutos de *P. tenuifila*. Nos demais tratamentos, com exceção do PEAD Orgânico Ambiente, ocorreu aumento aos seis e 10 dias em relação ao dia zero, com maiores valores de pH aos seis dias. Estes dois tratamentos também apresentaram menores valores de pH em relação aos demais aos seis dias. No tratamento PEAD Orgânico Ambiente o pH aos 10 dias de armazenamento não diferiu do início do armazenamento (dia zero) (Tabela 3).

Os diferentes tratamentos não influenciaram na acidez titulável dos frutos de *P. tenuifila* durante todo o experimento onde os valores foram entre 0,07% e 0,32%. Acidez titulável superior (0,41%) foram obtidos por Silveira et al. (2019) na polpa de frutos de *P. tenuifila*. Na mesma espécie Holanda (2015) obteve valor médio de 0,19% estando na faixa de valores obtido no presente trabalho.

Quanto aos sólidos solúveis os frutos submetidos aos tratamentos Orgânico 10 °C e PEAD Convencional 10 °C não foram influenciados para esta variável. Os valores de sólidos solúveis foram de 4,50 °Brix e 7,10 °Brix sendo bem inferior aos obtidos (22 °Brix) por Silveira et al. (2019) na polpa de frutos da mesma espécie. No presente trabalho a variável foi determinada na massa base, ou seja, todo o fruto (polpa, semente e casca) devido ao fruto poder ser consumido em sua totalidade, justificando assim a diferença nos valores. De acordo com Ramos et al. (2013) os sólidos solúveis podem ser influenciados, principalmente, por características genéticas do material e, também, pelas condições do processo produtivo, como adubação, temperatura e disponibilidade de água. Ainda, de acordo com os mesmos autores, os sólidos solúveis é o principal

responsável pelo sabor do fruto justificando a sua importância na qualidade pós-colheita.

Os valores de Ratio variaram entre 20,22 e 68,14 durante os 10 dias de armazenamento (Tabela 3). Frutos produzidos em sistema convencional armazenado sob condição ambiente e também no tratamento PEAD Convencional 10 °C não apresentaram diferença nos valores de Ratio. Nos demais tratamentos os valores oscilaram correspondendo ao ocorrido com os sólidos solúveis e acidez titulável. No início do armazenamento, os frutos produzidos em sistema orgânico apresentaram valores de Ratio inferiores aos produzidos em sistema convencional. No entanto, no decorrer do armazenamento os valores foram superiores ou semelhantes aos frutos produzidos em sistema convencional. De acordo com Moura et al. (2016) o Ratio pode ser influenciado pela cultivar em estudo, local e a época da colheita, tendendo a aumentar com o amadurecimento dos frutos devido a diminuição da acidez.

Conclusão

Entre os tratamentos analisados no presente trabalho, a melhor forma de armazenamento pós-colheita de frutos de *P. tenuifila* é a condição refrigerada com temperatura de 10 °C e 90% de umidade relativa.

Frutos de *P. tenuifila* produzidos em sistema convencional e orgânico possuem a mesma vida útil após a colheita. A acidez titulável não varia durante o armazenamento pós-colheita desses frutos.

A embalagem de PEAD com 30 µm de espessura é recomendada como auxiliar na manutenção da vida útil dos frutos de *P. tenuifila* reduzindo a perda de massa fresca, manutenção da textura, cor e características físico-químicas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) projeto nº 404847/2012-09 pelo apoio financeiro, bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPQ) e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) pelo apoio no desenvolvimento do projeto de pesquisa.

Literatura Citada

- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION MEAT - AMSAM. 2012. Meat color measurement guidelines. Savoy: American Meat Science Association.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Brasília, 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/54522298/doi-10.12-11-resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-255-de-10-de-dezembro-de-2018-54521871 Acesso em: 10 jan. 2021.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL – AOAC. 2016. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (20th ed.) Gaithersburg: AOAC.
- BOTELHO, S. C. C. et al. 2019. Qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-amarelo colhidos em diferentes estádios de maturação. Revista Ciências Agrárias 62:1-8.
- CARLOSAMA, A. R. et al. 2020. Passifloras: especies cultivadas en el mundo. Brasília, DF: ProImpress. 249p. il.
- D'ABADIA, A. C. A. et al. 2020. Determination of the maturation stage and characteristics of the fruits of two populations of *Passiflora cincinnata* Mast. Revista Caatinga 33(2):349-360.
- FALEIRO, F. G. et al. 2017. Espécies de maracujazeiro no mercado internacional. In: Junghans, T. G.; Jesus, O. N. Maracujá: do cultivo à comercialização. Brasília, DF, Embrapa. pp.15-37.
- FALEIRO, F. G. et al. 2018. Cultivar de maracujazeiro medicinal da espécie *Passiflora tenuifila* Killip como alternativa para o mercado de frutas especiais com propósitos de processamento de produtos funcionais medicinais BRS VF (BRS Vita Fruit). Embrapa. Folder. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197024/1/BRS-Vita-fruit-web.pdf>
- FALEIRO, F. G. et al. 2020. O gênero *Passiflora*: diversidade, conservação e uso. In: Faleiro, F. G.; Oliveira, J. S.; Walter, B. M. T.; Junqueira, N. T. V. Banco de germoplasma de *Passiflora* L. 'Flor da Paixão': caracterização fenotípica, diversidade genética, fotodocumentação e herborização. Brasília, DF: ProImpress. p. 9-16.
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ - FAEP. Classificação do maracujá-amarelo. 2008. Disponível em: <http://www.faep.com.br/comissoes/frutas/cartilhas/frutas/maracuja.htm>. Acesso em: 09 jun. 2021.
- FERREIRA, D. F. 2019. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. Revista Brasileira de Biometria 37(4):529-535.
- FLOSOS, J. D.; MATSOS, K. I. 2005. Introduction on modified atmosphere packaging. In: Han, J. H. Innovations in food packaging. Disponível em: <http://books.google.com.br>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- HOLANDA, D. K. R. et al. 2020. Garlic passion fruit (*Passiflora tenuifila* Killip): Assessment of eventual acute toxicity, anxiolytic, sedative, and anticonvulsant effects using *in vivo* assays. Food Research International 128:108813.
- HOLANDA, D. K. R. et al. 2019. *Passiflora tenuifila* Killip: Assessment of chemical composition by ¹H NMR and UPLC-ESI-Q-TOF-MS^E and its bioactive properties in a rotenone-induced rat model of Parkinson's disease. Journal of Functional Foods 62:103529.
- HOLANDA, D. K. R. 2015. Desenvolvimento e caracterização de sopa de vegetais e carne a base de maracujá silvestre (*Passiflora tenuifila* Killip) submetida ao processo de esterilização. Dissertação Mestrado, Florianópolis, UFC. 71p.
- HUNTERLAB, 1996. Insight on color: Hunter LabColor Scale. Applications Note. 8(9):1-15.
- KADER, A. A. 2010. Future of Modified Atmosphere Research. Acta Horticulturae 857:212-217.
- LIMA, L. A. S. et al. 2014. Caracterização dos solos da Bacia do Sarandi. Planaltina, DF, Embrapa Cerrados, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, v.318, 47p.
- MOURA, G. S. et al. 2016. Conservação pós-colheita de frutos de maracujá-amarelo por derivados de capim-limão (*Cymbopogon citratus*). Ambiente 12(2):667-682.

- PEREIRA, R. C. A.; SILVEIRA, M. R. S.; COSTA, A. M. 2017. Maracujá silvestre (*Passiflora tenuifila* Killip) aspectos agronômicos e característicos dos frutos. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical. 5p.
- PEREIRA, L. D. et al. 2018. Caracterização de frutos de diferentes espécies de maracujazeiro. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável 8(2):21-28.
- RAMOS, A. R. P. et al. 2013. Qualidade de frutos de tomate 'giuliana' tratados com produtos de efeitos fisiológicos. Semina: Ciências Agrárias 34(6):3543-3552.
- RINALDI, M. M.; DIANESE, A. C.; COSTA, A. M. 2021. Avaliação do uso de cera de carnaúba na conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora cincinnata* cv. BRS Sertão Forte. Agrotrópica 33(1):75-84.
- RINALDI, M. M. et al. 2019a. Post-harvest conservation of *Passiflora alata* fruits under ambient and refrigerated condition. Ciência e Tecnologia de Alimentos 1:1-8.
- RINALDI, M. M. et al. 2019b. Atmosfera modificada na conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora alata* cv. BRS Mel do Cerrado (BRS MC). Agrotrópica 31(3):185-196.
- RINALDI, M. M. et al. 2017a. Conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora setacea* DC. submetidos a diferentes sanitizantes e temperaturas de armazenamento. Brazilian Journal of Food Technology 20:1-12e2016046.
- RINALDI, M. M. et al. 2017b. Recomendações de manuseio e conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora setacea* e *Passiflora alata*. Brasília - DF: Embrapa, Comunicado Técnico. 4p.
- RINALDI, M. M. et al. 2009. Estabilidade de repolho minimamente processado sob diferentes sistemas de embalagem. Food Science and Technology, 29(2):310-315.
- SILVA, A. C. G.; SILVA, N. S.; SOUSA, F. F. 2019. Pós-colheita do maracujá amarelo com revestimentos a base de amido da entrecasca de mandioca. Revista Verde 14(2):238-245.
- SILVEIRA, M. R. S. et al. 2019. Composição físico-química e bioativa dos frutos de *Passiflora tenuifila* Killip (maracujá-alho). Revista Cubana de Plantas Medicinales 24(1):75-81.
- SOLINO, A. J. S. et al. 2012. Severidade da antracnose e qualidade dos frutos de maracujá-amarelo tratados com produtos naturais em pós-colheita. Revista Brasileira de Fruticultura 34(1):57-66.
- TAVARES, J. T. Q. et al. 2003. Aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio em maracujá amarelo. Magistra 15(1):7-12.
- ZACHARIAS, A. O.; FALEIRO, F. G.; ALMEIDA, G. Q. 2020. Producers profile and the adoption of technologies in passion fruit cultivation in the Triângulo Mineiro region. Revista Brasileira de Fruticultura 42(5):e-058.

