

AValiação DO USO DE CERA DE CARNAÚBA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE *Passiflora cincinnata* CV. BRS SERTÃO FORTE

Maria Madalena Rinaldi, Alexei de Campos Dianese, Ana Maria Costa

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

Objetivou-se avaliar a conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora cincinnata* cultivar BRS Sertão Forte, revestidos com cera de carnaúba na concentração de 18% e armazenados sob condição ambiente (25 °C e umidade relativa de 66%) e refrigerada (10 °C e umidade relativa de 85%). Os frutos foram mantidos nestas condições por 98 dias, sendo avaliados aos zero, 30, 45, 60, 75 e 98 dias quanto a incidência de patógenos fúngicos, perda de massa fresca, cor (L*, a*, b*, incremento no escurecimento, croma e ângulo hue), textura, pH, acidez titulável, sólidos solúveis e Ratio. Não ocorreu alteração significativa da cor dos frutos durante o armazenamento. Frutos mantidos em condição ambiente tiveram alta incidência de fungos durante o armazenamento. Frutos de *P. cincinnata* podem ser mantidos em câmara fria na temperatura de 10 °C e umidade relativa de 85% por 98 dias. Em condição de temperatura e umidade relativa ambiente a vida útil dos frutos é de no máximo 30 dias. A utilização da cera de carnaúba na concentração de 18% não aumenta a vida útil dos frutos de *P. cincinnata*. Além disso, não há eficácia da cera de carnaúba quanto à prevenção de infecções fúngicas, não justificando a sua utilização.

Palavras-chave: armazenamento, temperatura, vida útil, físico-química, textura.

Post-harvest conservation of *Passiflora cincinnata* fruits cv. BRS Sertão Forte with carnauba wax. The objective was to evaluate the postharvest conservation of *Passiflora cincinnata* fruits cultivar BRS Sertão Forte, coated with carnauba wax at a concentration of 18% and stored under ambient conditions (25 °C and 66% relative humidity) and refrigerated (10 °C and relative humidity of 85%). The fruits were kept in these conditions for 98 days, being evaluated at zero, 30, 45, 60, 75 and 98 days for the incidence of fungal pathogens, loss of fresh weight, color (L *, a *, b *, increase in browning, chroma and hue angle), texture, pH, titratable acidity, soluble solids and ratio. There was no significant change in the color of the fruits during storage. Fruits kept in ambient condition had a high incidence of fungi during storage. *P. cincinnata* fruits can be kept in a cold chamber at a temperature of 10 °C and a relative humidity of 85% for 98 days. In conditions of temperature and relative humidity, the shelf-life of the fruits is a maximum of 30 days. The use of carnauba wax at a concentration of 18% does not increase the shelf-life of *P. cincinnata* fruits. In addition, there is no efficacy of carnauba wax in preventing fungal infections, not justifying its use.

Key words: storage, temperature, shelf-life, physic-chemical, texture.

Introdução

O Brasil destaca-se como o maior produtor e exportador mundial de frutos de maracujá, devido às condições edafoclimáticas favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura (Botelho et al., 2019). O maracujá do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.), é um fruto nativo da caatinga e é resistente a pragas e doenças que comumente acometem o maracujá azedo (*Passiflora edulis* Sims). Normalmente, é explorado de forma extrativista, e é utilizado para a agregação de valor com a industrialização em pequenas fábricas (Novais Júnior et al., 2020).

A espécie *Passiflora cincinnata* Mast. vem se popularizando no mercado pelo sabor diferenciado dos seus frutos. É comercializada *in natura* em feiras de pequeno porte, principalmente em Pernambuco, Minas Gerais e na Bahia, e é utilizada para preparação de geleias por pequenas cooperativas locais (Carmo et al., 2017). Essa espécie apresenta grande potencial comercial, inclusive no mercado internacional, destacando-se seu uso na agroindústria, sua produtividade e tolerância ao estresse hídrico (Faleiro et al., 2017).

A cultivar BRS Sertão Forte foi obtida pelo melhoramento genético da espécie *P. cincinnata* realizado em uma parceria da Embrapa Semiárido com a Embrapa Cerrados. Os frutos apresentam forma arredondada e, quando maduros, têm casca com coloração predominantemente verde (Araújo et al., 2019).

A cera de carnaúba, uma palmeira brasileira (*Copernicia prunifera*), tem sido usada como revestimento em frutas e hortaliças, conferindo brilho e evitando as perdas por transpiração (Hagenmaier & Baker, 1994). O produto não é tóxico, pode ser consumido nos frutos com casca e é facilmente removida com água (Hagenmaier & Baker, 1994). Blum et al. (2008) relataram que a imersão de frutos de caqui (*Diospyrus kaki*) em solução com 12,5% de cera de carnaúba foi eficiente na manutenção do ácido ascórbico e da firmeza dos tecidos, permitindo o armazenamento por até 49 dias. Mota et al. (2003) e Mota et al. (2006) indicaram que o uso de cera de carnaúba reduziu, significativamente, a perda de massa fresca e o murchamento em frutos de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) armazenados à

temperatura e umidade relativa ambiente. Silva, Lacerda e Vieites (1999) verificaram que frutos de *P. alata* imersos em cera de carnaúba, e mantidos à temperatura de 9 °C e umidade relativa entre 85 e 90%, também tiveram menos perda de massa fresca e murchamento quando comparados à testemunha. Já Rinaldi et al. (2019a) reportaram que frutos de *P. alata* revestidos por uma solução com 18% de cera de carnaúba e armazenados em temperatura ambiente apresentaram parâmetros fisiológicos, como pH e perda de massa fresca, inferiores aos frutos embalados em filmes plásticos, além de um percentual de frutos infestados por antracnose superior ao tratamento controle.

A utilização de refrigeração na conservação de frutos do maracujazeiro já é recomendada para as espécies *P. setacea*, *P. alata* e *P. edulis*, pois proporciona um maior tempo de prateleira, além de preservar vários parâmetros fisiológicos importantes, como, por exemplo, a textura da casca, além de reduzir a infestação por agentes fúngicos (Rinaldi et al., 2019a; Rinaldi et al., 2017c; Rotili et al., 2013a; Junqueira et al., 2003). No entanto, não existem informações sobre o efeito desse tipo de armazenamento em *P. cincinnata*.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a conservação pós-colheita de frutos de maracujá *P. cincinnata* cv. BRS Sertão Forte revestidos com cera de carnaúba e armazenados sob condição ambiente e refrigerada.

Material e Métodos

Utilizaram-se frutos da espécie *P. cincinnata* cv. BRS SF (nome comercial BRS Sertão Forte) 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 colhidos com aproximadamente 100 dias após a antese. A colheita foi realizada manualmente, com o auxílio de tesoura para o corte do pedúnculo, e os frutos foram resfriados em câmara fria por 12 horas (10 ± 1 °C e 85% de umidade relativa), lavados em água corrente com posterior secagem em papel toalha, e submetidos ou não ao processo de revestimento

manual de forma a cobrir toda a superfície dos frutos com uma fina camada de cera de carnaúba na concentração de 18%, fornecida pela Aruá - empresa de tecnologia de pós-colheita (São Paulo - SP). O experimento consistiu nos seguintes tratamentos: (i) Frutos de *P. cincinnata* apenas lavados em água corrente com posterior secagem em papel toalha, armazenados sob condição ambiente na temperatura de 25 °C e umidade relativa de 66% - Testemunha Ambiente (TA); (ii) Frutos de *P. cincinnata* apenas lavados em água corrente com posterior secagem em papel toalha, armazenados em câmara fria na temperatura de 10 °C ± 1 °C e umidade relativa de 85% - Testemunha Refrigerado (TR); (iii) Frutos de *P. cincinnata* lavados em água corrente com posterior secagem em papel toalha, revestidos manualmente com cera de carnaúba a 18% e armazenados sob condição ambiente na temperatura de 25 °C e umidade relativa de 66% - Cera Ambiente (CA); (iv) Frutos de *P. cincinnata* lavados em água corrente com posterior secagem em papel toalha, revestidos manualmente com cera de carnaúba a 18% e armazenados em câmara fria na temperatura de 10 °C ± 1 °C e umidade relativa de 85% - Cera Refrigerado (CR). Todos os tratamentos foram armazenados por 98 dias.

No início do experimento, os frutos foram pesados e tiveram seus diâmetros maiores (distância entre o ápice e o início do pedúnculo do fruto) e diâmetros menores determinados. Também foi obtida a massa da polpa mais sementes, massa da polpa, sementes e casca. No início do armazenamento (dia zero), aos 30, 45, 60, 75 e 98 dias de armazenamento, os frutos dos diferentes tratamentos foram submetidos à análise de perda de massa fresca, cor, textura, pH, acidez titulável, sólidos solúveis e Ratio. A análise de perda de massa fresca foi obtida pela massa inicial do produto no início do armazenamento em relação à massa no final do armazenamento. A cor (L^* , a^* , b^*) da casca foi 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 $[(L^* - L^*0)^2 + (a^* - a^*0)^2 + (b^* - b^*0)^2]^{1/2}$, croma (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: croma $[(a^* + b^*)^{1/2}]$ 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).

A textura também foi avaliada na casca dos frutos utilizando-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 expressos em Newton (N).

As análises de pH, acidez titulável, sólidos solúveis e Ratio foram realizadas na polpa dos frutos de *P. cincinnata* de acordo com Carvalho et al. (1990).

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com três repetições, sendo que cada repetição consistiu em seis frutos de *P. cincinnata*. Para as análises de cor e textura foram realizadas três leituras em cada fruto. Antes das análises fisiológicas, os frutos foram avaliados quanto à incidência (%) de patógenos fúngicos na casca. O percentual médio de frutos infectados foi calculado para cada tratamento em todas as datas de avaliação. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade, utilizando-se o Software Sisvar (Ferreira, 2019).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 estão apresentados os valores da caracterização física realizada nos frutos de *P. cincinnata* após a colheita. O diâmetro menor médio dos frutos foi de 63,57 mm e o diâmetro maior (distância do ápice ao início do pedúnculo) foi de 66,08 mm. Segundo Araújo et al. (2019) a massa dos frutos de *P. cincinnata* varia de 109 g a 212 g. O valor médio (129,25 g) obtido no presente experimento corresponde à faixa citada pelos autores. A massa dos frutos é uma das características mais importantes adotado pelos consumidores para avaliar a qualidade (Botelho et al.,

Tabela 1. Valores médios de diâmetros menores, diâmetros maiores, massa do fruto, massa da casca, rendimento de casca, massa da semente, rendimento de semente, massa da polpa e rendimento de polpa de frutos de *P. cincinnata* produzidos no campo experimental da Embrapa Cerrados

Variáveis físicas avaliadas nos frutos	Valores médios obtidos
Diâmetro menor (mm)	63,57
Diâmetro maior (mm)	66,08
Massa do fruto (g)	129,25
Massa da casca (g)	51,84
Percentual de casca (%)	40,21
Massa da semente (g)	33,20
Percentual de semente (%)	25,72
Massa da polpa (g)	44,21
Rendimento em polpa (%)	34,07

2019). A massa da casca apresentou um valor de 51,84 g correspondendo a 40,21% da massa fresca total do fruto. Assim, sugere-se que sejam desenvolvidos trabalhos com o objetivo de verificar a possibilidade de utilização da casca de frutos desta espécie para alimentação humana e/ou animal. Uma das alternativas é a possibilidade de produção de pectina, como já realizado com as cascas dos frutos de maracujá azedo. Os frutos desta espécie possuem quantidade considerável de sementes em estado fresco com massa total média de 33,20 g correspondendo a 25,72% da massa fresca total do fruto. A massa média da polpa sem sementes é de 44,21 g que corresponde a 34,07% da massa fresca total do fruto. O resultado está de acordo com o valor citado por Araújo et al. (2019) onde afirmam que o rendimento da polpa varia em torno de 35%, quando extraída manualmente em peneira, e de 50%, quando extraída em despulpadora rotativa.

Os valores de pH estiveram entre 2,73 e 3,16 durante todo o período de armazenamento com valores iniciais de 2,97 (Tabela 2). De acordo com a legislação brasileira (Brasil, 2018) a faixa mínima de pH para as polpas de maracujá em geral é de 2,7. Assim, os valores obtidos para esta variável em frutos de maracujá da espécie *P. cincinnata* estão em conformidade com os padrões exigidos pela indústria de alimentos. Paula et al. (2017) obtiveram valor médio de 2,8 para esta variável em frutos maduros da mesma espécie correspondendo a faixa de pH observado neste trabalho. Baixos valores de pH são desejados em alimentos sendo que esta variável é estabelecida como

atributo de qualidade do produto pela legislação, evitando o crescimento de microrganismos e, conseqüentemente, favorecendo a conservação da polpa (Lira Júnior et al., 2005).

Os tratamentos não influenciaram nos valores de pH, com exceção do tratamento testemunha refrigerado (TR) que apresentou valor de pH inferior ao mesmo tratamento mantido em condição ambiente (TA) e cera ambiente (CA). Frutos mantidos no tratamento testemunha refrigerado também apresentaram oscilação nos valores de pH durante o armazenamento, com maiores valores aos 60 e 98 dias de armazenamento. O aumento dos valores de pH pode ocorrer devido a formação de ácidos orgânicos e açúcares totais reduzindo a quantidade de íons de hidrogênio livres (D'Abadia et al., 2020).

Os valores de acidez oscilaram entre 2,94 e 4,90 g de ácido cítrico anidro/100ml de polpa com valores iniciais de 4,13. Frutos mantidos sob refrigeração apresentaram maiores valores de acidez durante todo o período de armazenamento, não havendo variação significativa para esta variável no tratamento em que os frutos foram revestidos com cera de carnaúba, e mantidos sob refrigeração (CR) (Tabela 2). Os resultados comprovam que no armazenamento em temperatura reduzida ocorre menor atividade metabólica nos frutos, resultando em menor consumo de ácidos orgânicos nos processos metabólicos. As variações observadas nos demais tratamentos também podem ser atribuídas ao fato de a acidez estar correlacionada diretamente a fatores externos, tais como clima, solo, tempo de maturação do fruto e outros (Leal, Reis e Luz, 2013).

Uma das vantagens observadas na polpa dos frutos de *P. cincinnata* são o alto teor de ácido cítrico, sendo apropriada para o processamento na fabricação de geleias, sucos, doces e outros produtos de alto valor agregado (Araújo et al., 2019). Para a industrialização, é importante que os frutos apresentem elevada acidez titulável, diminuindo a adição de acidificantes e propiciando melhoria nutricional, segurança alimentar e qualidade sensorial (Campos et al., 2013). Além disso, frutos mais ácidos são, naturalmente, mais estáveis quanto à deterioração e à proporção relativa de ácidos orgânicos presentes (Almeida, Silva e Gonçalves, 2018). Para os padrões de identidade e qualidade (PIQ), para o maracujá em geral, a acidez mínima deve ser

Tabela 2. Valores médios de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, Ratio, textura e perda de massa fresca em frutos de *P. cincinnata* submetidos a diferentes tratamentos

pH						
Tratamentos	0	30	45	60	75	98
TA	2,97 aA	2,92 aA	3,00 aA	3,16 aA	3,14 aA	NA
TR	2,97 aAB	2,86 aAB	2,88 aAB	3,06 aA	2,73 bB	3,02 aA
CA	2,97 aA	2,86 aA	2,97 aA	3,07 aA	3,08 aA	NA
CR	2,97 aA	2,96 aA	2,89 aA	2,95 aA	2,95 abA	3,10 aA
Acidez titulável (g de ácido cítrico anidro/100ml)						
TA	4,13 aA	3,74 aAB	2,95 bB	2,94 bB	3,15 bAB	NA
TR	4,13 aAB	3,86 aAB	3,46 abB	3,38 abB	4,90 aA	3,78 aAB
CA	4,13 aA	3,56 aAB	2,96 bB	3,09 abAB	3,07 bAB	NA
CR	4,13 aA	4,04 aA	4,15 aA	4,10 aA	3,58 bA	3,72 aA
Sólidos solúveis (°Brix)						
TA	9,87 aA	9,73 aA	8,83 aA	8,97 aA	8,33 bA	NA
TR	9,87 aA	9,57 aA	9,53 aA	8,60 aA	10,13 aA	8,80 aA
CA	9,87 aA	9,47 aA	8,90 aA	8,63 aA	8,50 abA	NA
CR	9,87 aA	9,93 aA	9,97 aA	9,47 aA	8,63 abA	8,23 aA
Ratio						
TA	2,39 aA	2,62 aA	3,00 aA	2,96 aA	2,68 aA	NA
TR	2,39 aAB	2,47 aAB	2,81 abA	2,56 abAB	2,07 bB	2,37 aAB
CA	2,39 aB	2,66 aAB	3,04 aA	2,81 abAB	2,82 aAB	NA
CR	2,39 aA	2,48 aA	2,43 bA	2,31 bA	2,41 abA	2,23 aA
Textura (N)						
TA	35,00 aA	11,60 bB	5,20 bB	4,80 bB	7,70 cB	NA
TR	35,00 aA	28,20 aAB	23,80 aABC	15,36 abC	26,70 aABC	20,80 aBC
CA	35,00 aA	27,30 aAB	9,50 bC	13,76 abBC	13,80 bcBC	NA
CR	35,00 aA	33,60 aA	27,20 aA	22,41 aA	24,60 abA	25,10 aA
Perda de massa fresca (%)						
TA	0,00 aE	5,48 aD	12,13 aC	25,36 aB	45,07 aA	NA
TR	0,00 aA	1,86 aA	3,15 aA	4,38 cA	5,66 cA	7,89 aA
CA	0,00 aB	2,78 aB	5,42 aB	10,91 bAB	21,63 bA	NA
CR	0,00 aA	0,24 aA	1,61 aA	2,25 cA	2,94 cA	4,61 aA

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 1% no teste de Tukey.

Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 1% no teste de Tukey.

TA: Testemunha Ambiente; TR: Testemunha Refrigerado; CA: Cera Ambiente; CR: Cera Refrigerado.

NA: Não Analisado devido a 100% de contaminação fúngica.

de 2,50%. Os resultados de acidez titulável obtidos no presente trabalho na polpa dos frutos de *P. cincinnata* estão acima do valor mínimo exigido.

Os valores de sólidos solúveis estiveram entre 8,23 °Brix e 10,13 °Brix correspondendo à concentração de sólidos solúveis para a espécie, onde segundo Araújo et al. (2019), os valores variam de 8 °Brix a 13 °Brix. Entretanto, a legislação brasileira estabelece o valor

mínimo de 11 °Brix para a polpa de frutos de maracujá em geral (BRASIL, 2000). A variável sólidos solúveis é utilizada como indicadora na qualidade de frutos destinados à indústria, com uma preferência por frutos com teores de sólidos solúveis superiores a 13° Brix (Bruckner et al., 2002). Santos (2018) obteve o valor máximo de 12,0 °Brix ao estudar a fisiologia do amadurecimento de frutos de *P. cincinnata*, com o

objetivo de avaliar o desenvolvimento e a fisiologia da maturação dos frutos, visando à indicação do ponto de colheita. O valor máximo obtido por D'Abadia et al. (2020) foi de 12,90 °Brix em frutos de *P. cincinnata* também com 100 dias após a antese.

Os valores de Ratio variaram de 2,07 a 3,04 correspondendo aos valores de sólidos solúveis e acidez titulável (Tabela 2). De acordo com Aguiar et al. (2015), o equilíbrio entre sólidos solúveis e acidez titulável é uma das formas mais práticas de estimar o sabor dos frutos, sendo que com a acidez titulável alta, o Ratio diminui e, quanto maior for o Ratio, mais agradável ao paladar é o suco ou polpa. Essa variável expressa à doçura relativa do produto e é utilizada para indicar a maturidade pela indústria de processamento de frutos tropicais (Askar & Treptow, 1993).

Para a indústria de sucos de maracujá, o Ratio de 3,5 a 4,7 em maracujá amarelo confere maior palatabilidade ao produto (Nagato et al., 2003). Estes valores estão bem acima do observado no presente trabalho devido à maior acidez do maracujá *P. cincinnata* em relação ao amarelo (Pita, 2012). No entanto, do ponto de vista industrial, o elevado teor de acidez diminui a necessidade de adição de acidificantes e propicia melhoria nutricional, segurança alimentar e qualidade sensorial (Rocha et al., 2001).

A textura dos frutos mantidos sob refrigeração foi significativamente maior que a dos mantidos em condição ambiente. Frutos com aplicação de cera de carnaúba a 18% mantidos sob refrigeração (CA) mantiveram a textura inicial durante os 98 dias de armazenamento (Tabela 2) não diferindo dos frutos mantidos apenas sob refrigeração (TR). A manutenção da textura dos frutos durante o armazenamento é essencial comprovando a menor perda de massa fresca e atividade metabólica uma vez que, em geral, a firmeza diminui com a maturação do fruto (Sams, 1999). A utilização da cera de carnaúba a 18% nos frutos mantidos em condição ambiente não foi efetiva na manutenção da textura dos frutos de *P. cincinnata*. A concentração de cera utilizada não foi o suficiente para a redução da atividade metabólica dos frutos mantidos em condição ambiente. Sugerem-se novos estudos com diferentes concentrações do produto de forma a concluir se o produto pode ser efetivo na manutenção da vida útil dos frutos de *P. cincinnata* sem refrigeração.

A perda de massa fresca dos frutos de *P. cincinnata* também foi menor nos frutos mantidos sob refrigeração independente da utilização de cera de carnaúba. A cera de carnaúba aliada à refrigeração (CR) também auxiliou na redução desta variável. Frutos com aplicação de cera de carnaúba mantidos refrigerados (CR) apresentaram baixa perda de massa fresca atingindo 4,61% aos 98 dias de armazenamento (Tabela 2). A aplicação de cera de carnaúba tem o objetivo de melhorar a aparência e diminuir a taxa de transpiração dos frutos, o que reduz a perda de massa fresca, permitindo vida útil mais prolongada e conservação da sua firmeza (Genú e Pinto, 2002).

Mesmo com a polpa em boas condições de consumo, a perda de massa é considerada fator limitante para a conservação de frutos de maracujazeiro, sendo que a murcha e o enrugamento da casca causam a depreciação dos frutos, principalmente para a comercialização *in natura* (Rotili et al., 2013b). Segundo a FAEP (2003), frutos de maracujazeiro são considerados murchos a partir de uma perda de massa fresca de 8% do seu peso inicial. Neste estudo frutos mantidos sob refrigeração mantiveram perda de massa fresca inferior a 8% durante os 98 dias de armazenamento. Frutos com aplicação de cera mantida em ambiente natural (CA) apresentam porcentagem aceitável de perda de massa fresca até os 45 dias de armazenamento. Já os frutos somente mantidos em condição ambiente (TA) apresentam aceitabilidade somente até 30 dias de armazenamento. A baixa concentração (18%) da cera de carnaúba utilizada no presente trabalho pode ter sido o fator responsável pelo baixo efeito na vida útil dos frutos de *P. cincinnata* no presente trabalho.

Baixas temperaturas são fundamentais na redução da perda de massa fresca em frutos de maracujá (Rinaldi et al., 2017a; Rinaldi et al., 2017b; Rinaldi et al., 2019a; Rinaldi et al., 2019b), revestidos com cera e filmes plásticos (Moura et al., 2016) e com o uso de atmosfera modificada (Favorito et al., 2017).

Os valores de luminosidade variaram entre 44,16 e 58,81, comprovando que os frutos de *P. cincinnata* não podem ser considerados como frutos de cor clara (Tabela 3). Maiores valores de luminosidade indicam que os produtos são mais claros (AMSAM, 2012). Os valores de a^* foram negativos em todos os tratamentos, sendo que valores negativos de a^* correspondem à cor verde que é característica de frutos de *P. cincinnata*.

Tabela 3. Valores médios de L*, a*, b*, incremento de escurecimento, croma, ângulo hue em frutos de *P. cincinnata* submetidos a diferentes tratamentos

L*						
Dias de armazenamento						
Tratamentos	0	30	45	60	75	98
TA	46,74 aB	58,03 aA	58,81 aA	57,96 aA	52,82 abAB	NA
TR	46,74 aA	48,51 bA	49,89 bcA	48,12 cA	49,24 abA	53,55 aA
CA	46,74 aB	49,68 bAB	55,97 abA	54,90 abA	54,36 aA	NA
CR	46,74 aA	44,16 bA	46,65 cA	49,60 bcA	46,70 bA	50,27 aA
a*						
TA	-8,90 aC	-4,17 aBC	-2,56 aABC	-3,92 aAB	-2,43 aABC	NA
TR	-8,90 aA	-7,40 aA	-5,32 aA	-5,09 bA	-2,59 aA	-5,62 aA
CA	-8,90 aA	-6,56 aA	-5,70 aA	-6,45 bA	-6,44 aA	NA
CR	-8,90 aA	-7,82 aA	-6,73 aA	-5,18 bA	-6,01 aA	-5,45 aA
b*						
TA	27,20 aB	35,48 aAB	36,29 aA	30,53 abAB	30,59 abAB	NA
TR	27,20 aA	27,59 abA	29,37 abA	25,61 bA	27,78 bA	31,96 aA
CA	27,20 aAB	26,42 bB	34,24 aAB	35,26 aAB	36,00 aA	NA
CR	27,20 aA	24,34 bA	25,95 bA	27,67 abA	24,78 bA	28,76 aA
Incremento de escurecimento						
TA	0,00 aD	18,65 aBC	25,68 aA	24,17 aAB	15,95 bC	NA
TR	0,00 aC	12,11 bB	14,31 bcB	14,54 bB	29,13 aA	15,12 aB
CA	0,00 aC	13,16 abB	19,59 abAB	21,58 aA	14,92 bAB	NA
CR	0,00 aC	11,83 bB	11,86 cB	14,02 bB	31,89 aA	12,78 aB
Croma						
TA	28,70 aA	35,87 aA	37,02 aA	31,51 abA	31,53 abA	NA
TR	28,70 aA	28,67 abA	30,40 abA	26,38 bA	28,84 abA	32,68 aA
CA	28,70 aA	27,38 bA	34,88 abA	36,08 aA	34,76 aA	NA
CR	28,70 aA	25,63 bA	27,02 bA	28,39 abA	25,59 bA	29,40 aA
Ângulo hue						
TA	91,24 aA	89,96 aAB	81,96 bBC	76,72 cC	78,68 bC	NA
TR	91,24 aA	91,30 aA	89,43 abA	97,62 aA	91,30 aA	89,74 aA
CA	91,24 aA	91,03 aA	88,02 abA	84,51 bA	84,36 abA	NA
CR	91,24 aA	91,25 aA	90,60 aA	88,61 bA	91,25 aA	90,85 aA

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 1% no teste de Tukey.

Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 1% no teste de Tukey.

TA: Testemunha Ambiente; TR: Testemunha Refrigerado; CA: Cera Ambiente; CR: Cera Refrigerado.

NA: Não Analisado devido a 100% de contaminação fúngica.

Dessa forma, os valores de luminosidade também correspondem à cor real dos frutos desta espécie. D’Abadia et al. (2020) também afirmam que os frutos de *P. cincinnata* não apresentam alteração na sua coloração, permanecendo com a casca verde mesmo quando maduros, o que confirma os valores de luminosidade e a* obtidos no presente experimento.

A mudança de cor da casca é uma das transformações fisiológicas pela qual o fruto passa e que altera as suas características físico-químicas ao longo do amadurecimento (Botelho et al., 2019). Em frutos de *P. cincinnata* a coloração permanece por um longo período sem modificações, o que é desejável no processo de armazenamento e comercialização,

mas dificulta a identificação visual do ponto de colheita do fruto (Santos, 2018).

Os valores de b^* estiveram entre 24,34 e 36,29, sendo que valores positivos de b^* significam frutos de cor amarela ou tendência ao amarelo. De maneira geral, frutos mantidos sob refrigeração apresentaram menores valores de b^* , o que significa que houve a manutenção da cor inicial nestes frutos sem ocorrência de alterações significativas (Tabela 3).

Os valores de incremento no escurecimento foram menores nos frutos mantidos sob refrigeração, não havendo influência da cera de carnaúba nos frutos mantidos sob condição ambiente. De acordo com os valores de L^* , a^* e b^* , não é possível afirmar que houve escurecimento nestes frutos durante o armazenamento. Visualmente a mudança de cor ocorreu com tendência ao clareamento dos frutos, com um leve aparecimento da cor amarela mais ao final do período de armazenamento. Dessa forma, o variável incremento no escurecimento não apresenta bons resultados na avaliação de frutos de *P. cincinnata* durante o armazenamento, não sendo recomendada para a análise de frutos desta espécie.

Quanto ao croma, valores de saturação de cor próximos a zero indicam cores neutras (cinza), enquanto próximos de 60 implicam cores intensas ou vividas (Jacomino, Mendonça e Kluge, 2003). O índice de saturação (croma) expressa a intensidade da cor, ou seja, a cor em termos de saturação de pigmentos, sendo 0 - cor impura e 60 - cor pura (Rinaldi et al., 2017b). No presente trabalho os valores de croma estiveram entre 25,59 e 37,02, não havendo diferença significativa nos frutos submetidos ao mesmo tratamento durante os 98 dias de armazenamento. A cera de carnaúba também não apresentou influência sobre esta variável, podendo ser

devido à concentração, forma de aplicação, atividade metabólica do fruto e outros.

Quanto ao ângulo hue, ocorreu redução significativa somente nos frutos submetidos à temperatura ambiente sem aplicação de cera de carnaúba a partir dos 45 dias em relação aos valores obtidos no início do armazenamento. Esta variável de tonalidade expressa as diferenças na coloração da casca, permitindo visualizar a mudança na cor dos frutos, de verde para amarela (Azzolini, Jacomino e Bron, 2004) sendo que valores próximos de zero tendem à cor vermelha. Mais próximo de 90°, há maior predominância da cor amarela (Alves et al., 2008). Os menores valores de ângulo hue foram obtidos nos frutos mantidos sob condição ambiente o que já era esperado. A utilização da cera de carnaúba não foi efetiva na manutenção da cor dos frutos de *P. cincinnata*.

Existem, na literatura, vários relatos de fungos fitopatogênicos infectando frutos de diferentes espécies de *Passiflora*, entre eles *Colletotrichum* spp. e *Fusarium* spp. (Junqueira et al., 2003; Rinaldi et al., 2017c). No entanto, no presente experimento, um único patógeno causou sintomas de podridão mole nos frutos de *P. cincinnata*. A sintomatologia, com lesões úmidas e de coloração marrom-clara, e os sinais do fungo, um mofo branco e enrugado, de aspecto cremoso, são similares à podridão azeda, causada pelo fungo *Geotrichum candidum* (Suprpta, Arai e Iwai, 1995). Frutos com lesões foram detectados inicialmente nos tratamentos armazenados em temperatura ambiente na avaliação aos 30 dias (Tabela 4). Nos tratamentos sob refrigeração, os primeiros frutos com podridão mole apareceram aos 45 dias e somente no tratamento com cera de carnaúba podendo ser devido as próprias características do produto testado. O tratamento controle sob refrigeração só apresentou frutos com

Tabela 4. Valores médios de incidência de podridão mole em frutos de *P. cincinnata* submetidos a diferentes tratamentos

Valor médio de frutos infestados (%)						
Dias de armazenamento						
Tratamentos	0	30	45	60	75	98
TA	0 aA	8,34 aA	41,67 aB	75 aBC	83,34 aCD	100 aCD
TR	0 aA	0 aA	0 bA	0 cA	0 bA	16,67 bA
CA	0 aA	8,34 aA	16,67 abAB	41,67 abBC	66,67 aCD	100 aD
CR	0 aA	0 aA	16,67 abA	16,67 bcA	16,67 bA	16,67 bA

Letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente ao nível de 1% no teste de Tukey.

Letras maiúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente ao nível de 1% no teste de Tukey.

TA: Testemunha Ambiente; TR: Testemunha Refrigerado; CA: Cera Ambiente; CR: Cera Refrigerado.

sintomas da doença na última avaliação, aos 98 dias (Tabela 4). Ambos os tratamentos armazenados a temperatura ambiente tiveram todos os frutos infectados ao final do experimento, enquanto os frutos armazenados sob refrigeração, com ou sem cera de carnaúba, tiveram, comparativamente, uma performance significativamente superior (Tabela 4). Os resultados corroboram os relatos de Junqueira et al. (2003), Rinaldi et al. (2019a e 2017a) e Rotili et al. (2013b) sobre a importância da refrigeração na conservação pós-colheita de frutos do gênero *Passiflora*. Além disso, demonstraram a ineficácia da cera de carnaúba, na concentração estudada, quanto à prevenção de infecções fúngicas.

Conclusões

Frutos de *P. cincinnata* podem ser mantidos em câmara fria na temperatura de 10 °C e umidade relativa de 85% por 98 dias. Em condição de temperatura e umidade relativa de ambiente, a vida útil dos frutos é de no máximo 30 dias.

A utilização da cera de carnaúba na concentração de 18% não aumenta a vida útil dos frutos de *P. cincinnata*, não justificando a sua utilização.

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 deste projeto de pesquisa.

Literatura Citada

- AGUIAR, R. S. et al. 2015. Produção e qualidade de frutos híbridos de maracujazeiro amarelo no norte do Paraná. *Revista Brasileira de Fruticultura* 37(1):130-137.
- ALMEIDA, E. S.; SILVA, R. J. N.; GONÇALVES, E. M. 2018. Compostos fenólicos totais e características físico-químicas de frutos de jaboticaba. *Gaia Scientia* 12(1):81-89.
- ALVES, C. C. O. et al. 2008. Estabilidade da microestrutura e do teor de carotenóides de pós obtidos da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) liofilizada. *Food Science and Technology* 28:830-839.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION MEAT – AMSAM. 2012. Meat color measurement guidelines. Savoy: American Meat Science Association.
- ARAÚJO, F. P. et al. 2019. Cultivo de *Passiflora cincinnata* Mast. cv. BRS Sertão Forte. Circular Técnica. Petrolina, PE. 12p.
- ASKAR, A.; TREPTOW, H. 1993. Quality assurance in tropical fruit processing. New York: Springer-Verlag, 231p.
- AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. 2004. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(2):139-145.
- BLUM, J. et al. 2008. Uso de cera na conservação pós-colheita do caqui cv. Giombo. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30(3):830-833.
- 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.
- BRASIL, 2000. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Diário Oficial da União. Instrução Normativa nº 1 - Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos padrões de identidade de qualidade para polpa de fruta (e suco de fruta). Diário Oficial da União, seção 1, Brasília, DF.
- BRASIL, 2018. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Diário Oficial da União. Instrução Normativa nº 49 - Fica estabelecida em todo o território nacional a complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade de Suco e Polpa de Fruta, na forma desta Instrução Normativa. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
- BRUCKNER, C. H. et al. 2002. Maracujazeiro. In: BRUCKNER, C. H. (ed.). *Melhoramento de fruteiras tropicais*. Viçosa, MG, UFV. 373-410.
- CAMPOS, V. B. et al. 2013. Caracterização física e química de frutos de maracujá-amarelo comercializados em Macapá, Amapá. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 15(1):27-33.
- CARMO, T. V. B. et al. 2017. Genetic diversity in accessions of *Passiflora cincinnata* Mast. based on morphoagronomic descriptors and molecular markers. *Revista Caatinga* 30(1):68-77.
- CARVALHO, C. R. L. et al. 1990. Análises químicas de alimentos. ITAL, 121p.
- 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.
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ - FAEP. 2003. Maracujá. Federação da Agricultura do Estado do Paraná, Curitiba. Disponível em: <http://www.faepe.com.br/comissoes/frutas/cartilhas/frutas/maracuja.htm>. Acesso em: 30 dez. 2020.

- FALEIRO, F. G. et al. 2017. Espécies de maracujazeiro no mercado internacional. In: Junghans, T. G.; Jesus, O. N. (ed.). Maracujá: do cultivo à comercialização. Brasília, DF, Embrapa. pp.15-37.
- FAVORITO, P. A. et al. 2017. Qualidade e conservação pós-colheita de frutos de maracujá-amarelo sob armazenamento. *Scientia Agraria Paranaensis* 16(4):449-453.
- FERREIRA, D. F. 2019. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria* 37(4):529-535.
- GENÚ, P. J. C. PINTO, A. C. Q. 2002. A Cultura da Mangueira. Embrapa. Informação Tecnológica. Brasília, DF. 479p.
- HAGENMAIER, R. D.; BAKER, R. A. 1994. Wax microemulsions and emulsions as citrus coating. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42:899-902.
- HUNTERLAB, 2008. Insight on color: CIE L* a* b* color scale. Reston. VA, USA.
- JACOMINO, A. P.; MENDONÇA, K.; KLUGE, R. A. 2003. Armazenamento refrigerado de limões 'Siciliano' tratados com etileno. *Revista Brasileira de Fruticultura* 25(1):45-48.
- JUNQUEIRA, N. T. V. et al. 2003. Severidade da antracnose e perda de matéria fresca de frutos de dez procedências de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Dryander) em dois ambientes de armazenamento. *Revista Brasileira de Fruticultura* 25(1):71-73.
- LEAL, R. C.; REIS, V. B.; LUZ, D. A. 2013. Avaliação de parâmetros físico-químicos de polpas congeladas de graviola comercializada em supermercados de São Luís, MA. *Cadernos de Pesquisa* 20(2):76-80.
- LIMA, L. A. S. et al. 2014. Caracterização dos solos da Bacia do Sarandi. Planaltina, DF, Embrapa Cerrados. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 318. 47p.
- LIRA JÚNIOR, J. S. et al. 2005. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias* spp.). *Food Science and Technology* 25(4):757-761.
- MOTA, W. F. et al. 2006. Uso de cera de carnaúba e saco plástico poliolefinico na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28(2):190-193.
- MOTA, W. F. et al. 2003. Ceras e embalagem plástica na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo. *Scientia Agrícola* 60(1):51-57.
- MOURA, G. S. et al. 2016. Conservação pós-colheita de frutos de maracujá-amarelo por derivados de capim-limão (*Cymbopogon citratus*). *Ambiência* 12(2):667-682.
- NAGATO, L. A. F. et al. 2003. Parâmetros físicos e químicos e aceitabilidade sensorial de sucos de frutas integrais, maracujá e uva, de diferentes marcas comerciais brasileiras. *Brazilian Journal of Food Technology* 1(6):127-136.
- NOVAIS JÚNIOR, M. M. et al. 2020. Desenvolvimento de geleia de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata*): caracterização microbiológica, física, química e estudo da estabilidade. *Brazilian Journal of Development* 6(7):43403-43414.
- PAULA, S. G. et al. 2017. Caracterização química de maracujá-do-mato cultivado em sistema orgânico. In: 11º Fórum de Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão - FEPEG. Anais... Montes Claros, MG, Universidade Estadual de Montes Claros, 3p.
- PITA, J. S. L. 2012. Caracterização físico-química e nutricional da polpa e farinha da casca de maracujazeiro do mato e amarelo. Dissertação Mestrado. Itapetinga, BA. UESB. 80p.
- 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). *Agrotropica* 31:185-196.
- RINALDI, M. M. et al. 2017a. Effect of different packaging materials on the shelf life of passion fruits during ambient and low temperature storage. *Journal of Postharvest Technology* 5:7-16.
- RINALDI, M. M. et al. 2017b. Conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora setacea* DC. submetidos a diferentes sanitizantes e temperaturas de armazenamento. *Brazilian Journal of Food and Technology* 20:e2016046.
- RINALDI, M. M. et al. 2017c. Recomendações de manuseio e conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora setacea* e *Passiflora alata*. Brasília, DF, Embrapa. Comunicado Técnico. 4p.
- ROCHA, M. C. et al. 2001. Efeito do uso de biofertilizante agrobio sobre as características físico-químicas na pós-colheita do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.) no município de Taubaté. *Revista Biociências* 7(2):7-13.
- ROTILI, M. C. C. et al. 2013a. Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá amarelo durante armazenamento. *Semina: Ciências Agrárias* 34(1):227-240.
- ROTILI, M. C. C. et al. 2013b. Atividade antioxidante, composição química e conservação do maracujá-amarelo embalado com filme PVC. *Revista Brasileira Fruticultura* 35(4):942-952.
- SAMS, C. A. 1999. Preharvest factors affecting postharvest texture. *Postharvest Biology and Technology* 15:249-254.
- SANTOS, J. L. 2018. Fisiologia da maturação de frutos e superação de dormência em sementes de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). Tese Doutorado. Vitória da Conquista, BA, UESB. 82p.
- SILVA, A. P.; LACERDA, S. A.; VIEITES, R. L. 1999. Conservação pós-colheita do maracujá doce com ceras comerciais. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos (B.CEPPA)* 17(2):103-114.
- SUPRAPTA, D. N.; ARAI, K.; IWAI, H. 1995. Distribution of *Geotrichum candidum* citrus race in citrus groves and non-citrus fields in Japan. *Mycoscience* 36:277-282.