

Conservação de mamão Formosa minimamente processado com uso de ácido cítrico

Daniela Ragazzon¹
 Mariana Faccini Pinheiro²
 Márcia Miss Gomes³
 Ernesto Quast⁴
 Claudia Simone Madruga Lima⁵

Resumo: O objetivo deste estudo foi verificar o impacto da imersão em três diferentes concentrações de ácido cítrico sobre a manutenção da qualidade do mamão formosa. Os mamões do cultivar Formosa, em diferentes estágios de maturação, variando entre estágio 2 e 4, já higienizados e cortados foram divididos em quatro grupos, os quais foram submetidos à quatro diferentes concentrações (água destilada; solução de ácido cítrico à 0,025%; solução de ácido cítrico à 0,050% e solução de ácido cítrico à 0,075%) e à cinco períodos de armazenamento (dias 1, 3, 5, 7 e 9). Em cada um dos períodos de armazenamento, procedeu-se a realização de análise microbiológica (deterioração microbiana macroscópica) e físico-química (pH, acidez titulável, sólidos solúveis, ratio, atividade de água, resistência à penetração da polpa, perda de massa e coloração). Constatou-se que a solução de ácido cítrico à 0,075% garantiu comparativamente maior manutenção da qualidade das frutas e vida útil de sete dias, viabilidade mais longa obtida no estudo.

Palavras-chave: Carica papaya L., imersão, armazenamento, vida útil.

Conservation of minimally processed papaya using citric acid

Abstract: The objective of this study was to verify the immersion in three different concentrations of citric acid on the maintenance of the quality of Formosa papaya. The papayas of the cultivar Formosa, in different stages of maturation, varying between stages 2 and 4, already sanitized and cut were divided into four groups, which were submitted to four different concentrations (water distilled; 0.025% citric acid solution; 0.050% citric acid solution and citric acid solution at 0.075%) and five storage periods (days 1, 3, 5, 7 and 9). In each of the periods of storage, a microbiological analysis was carried out (microbial deterioration macroscopic) and physicochemical (pH, titratable acidity, soluble solids, ratio, water activity, resistance to pulp penetration, loss of mass and color). It was found that the citric acid solution at 0.075% ensured comparatively greater maintenance of fruit quality and a shelf life of seven days, longest viability obtained in the study.

Keywords: Carica papaya L., immersion, storage, shelf life.

¹ Bacharel em Economia Doméstica pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Campus de Francisco Beltrão. Especialista em Tecnologia de Alimentos para Agroindústrias, pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE. Especialista em Segurança Alimentar e Nutricional. Pós-Graduanda em Economia Rural, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Campus Toledo. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul, Paraná. Extensionista Rural do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR-EMATER-IDR.

Email: danielaragazzon@hotmail.com

² Médica Veterinária. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil. Email: marianafp48@gmail.com

³ Engenheira de Alimentos. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Laranjeiras do Sul, Paraná. Email: marciamissgomes@gmail.com

⁴ Engenheiro de Alimentos. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Laranjeiras do Sul, Paraná. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6505-8199> Email: ernesto.quast@uffs.edu.br

⁵ Engenheira Agrônoma. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1953-1552> Email: claudia.lima@uffs.edu.br

Introdução

O mamão (*Carica papaya* L.) é um alimento de elevado valor nutricional, rico em vitaminas (A e C), minerais (como fósforo e ferro) e compostos bioativos (como a enzima papaína e o alcalóide digestivo carpaína), além de apresentar grande apelo sensorial, sendo uma das frutas mais consumidas no Brasil, tanto *in natura* quanto minimamente processada, ou ainda na forma de produtos industrializados (SILVA, 2013).

Mundialmente, os principais produtores dessa fruta são, em ordem decrescente: Índia, Brasil e México. No Brasil, o mamão é produzido em todas as regiões do país e no ano de 2020, a produção nacional atingiu, totalizando aproximadamente 1.235.003 toneladas, com destaque para os estados de Espírito Santo, Bahia e Ceará que figuraram como os maiores produtores naquele ano (IBGE, 2020).

No país, as principais cultivares exploradas são a “Formosa” e “Solo”, que se diferenciam principalmente pelo formato e coloração das frutas que produzem, ou seja, respectivamente, frutas alongadas de polpa clara e frutas ovaladas de polpa fortemente alaranjada (SILVA *et al.*, 2015).

A fruta apresenta padrão respiratório climatérico, tendo vida útil de dez dias quando fatiada e armazenada sob refrigeração a 6° C, sendo que no fruto maduro fisiologicamente, as transformações relativas ao amadurecimento, impactadas pelo pico climatérico, podem ocorrer rapidamente, levando a fruta a deterioração antes que essa chegue ao consumidor final (CHITARRA e CHITARRA, 2005; SOUZA *et al.*, 2014).

Devido a essa elevada perecibilidade, o mamão, mesmo *in natura* apresenta curta vida de prateleira e quando exposto ao processamento mínimo, como descascamento e corte, pode ter essa perecibilidade acentuada (MARTINS, 2012). Considerando esta característica, o desenvolvimento de novas tecnologias que visam prolongar a conservação desses alimentos tem sido cada vez mais estudadas (BARRETO *et al.*, 2021; BORGES *et al.*, 2016; NEUWALD *et al.*, 2021; TOMAZ *et al.*, 2021).

Vegetais minimamente processados são conceituados como alimentos prontos para o consumo, produtos pré-preparados que estão totalmente higienizados e que passaram por alguns processos, como limpeza, lavagem em água clorada, sanitização, enxague, descascamento, corte, embalagem e armazenamento em seu estado fresco. Com a correria do mundo globalizado, mais pessoas estão optando por refeições rápidas, de fácil preparo e que sejam saudáveis, e o consumo de minimamente processados só tende a crescer por esses fatores (PANJA, 2017).

Dentre os métodos mais empregados na conservação do mamão estão principalmente o uso de coberturas ou revestimentos comestíveis (PEGO *et al.*, 2015) e o banho químico com soluções conservantes comestíveis, empregada na conservação de diferentes frutas como morango (*Fragaria x ananassa*) (GIL-GIRALDO, DUQUE-CIFUENTES e QUINTERO-CASTAÑO, 2019) e pêra (*Pyrus L.*) (VILAS-BOAS, *et al.*, 2015), mas ainda é pouco estudado na conservação do mamão.

Um dos maiores problemas encontrados na conservação das frutas após ser minimamente processadas é a perda de água, que acontece por meio da evaporação ou exsudação, permitindo a desidratação superficial dos tecidos, o que pode proporcionar alterações na coloração e diminuição ou perda de firmeza resultante das mudanças na estrutura e composição da parede celular, por meio da ação das enzimas pectinases, celulases, β -galactosidase e glicosídates. Mas, com o avanço do desenvolvimento de novas tecnologias, existem algumas maneiras para minimizar ou controlar tais problemas de conservação, como uso de embalagem tipo polietileno tereftalato – PET, armazenamento na temperatura entre 3 a 6° C, além da utilização de revestimentos comestíveis (CORTEZ-VEGAL *et al.*, 2013).

A função principal dos métodos conservativos comestíveis em frutas é impedir ou reduzir a atividade respiratória, servindo como protetores do contato com o ambiente, prolongando a vida útil e preservando as características fisiológicas padrão. Além de trabalhar contra a aceleração da respiração, atua contra o escurecimento dos minimamente processados e ajudam no controle das ações bactericidas bacterianas e fúngicas fungicidas, diminuindo a proliferação de microrganismos patogênicos e/ou deterioradores deteriorantes que aceleram a deterioração do alimento. Também, auxiliam na preservação das características sensoriais, como o aroma, frescor, cor, sabor, textura, integridade mecânica e aparência dos vegetais revestidos (CANETE, COBOS, HUESO, 2018).

Ácidos orgânicos, como cítrico, láctico, acético e málico, e seus sais têm sido investigados como agentes antimicrobianos naturais. O ácido cítrico vem sendo bastante utilizado no tratamento de mamões frescos fatiados, atuando como acidulante e conservante. O ácido cítrico bloqueia a atividade da enzima tirosinase por meio de sua ação quelante sobre os íons cúpricos constituintes da enzima. A propriedade antimicrobiana atribuída aos ácidos orgânicos deve-se ao aumento da concentração de prótons no meio e sua difusão nas células microbianas. Com isso, ocorre redução do pH celular, alterações de permeabilidade de membranas, transporte de nutrientes e inibição de enzimas (VILLA *et al.*, 2014).

Os efeitos de soluções baseadas em um ácido conservante já foram analisados em diferentes frutas como maçã (PARAIZO, *et al.*, 2015), morango (DA ROSA, LIMA e DOS SANTOS, 2020) e kiwi (BARRETO, *et al.*, 2021).

O ácido cítrico é sensorialmente aceito pela maioria dos consumidores quando utilizado a reduzidas concentrações, bem como na legislação brasileira, não existem limites quanto à concentração que deva ser aplicada em alimentos (RINALDI, 2017).

Considerando a escassez de estudos científicos sobre a conservação de mamão formosa minimamente processado, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da imersão de mamão formosa (*Carica papaya* L.) em diferentes concentrações de ácido cítrico e período de armazenamento sob refrigeração.

Material e métodos

Material

Este trabalho foi executado nos laboratórios de Frutas e Vegetais, Processos Fermentativos, Química Analítica e Operações Unitárias, da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS - campus Laranjeiras do Sul – Paraná. Foram utilizados frutos de mamão Formosa adquiridos comercialmente em estágio de maturação variando entre 2 e 4 (estágio 2, fruto ¼ maduro e estágio 4, fruto ¾ maduro, conforme grupos de coloração da casca do mamão estabelecido pela Instrução Normativa 04/2010). O reagente ácido cítrico anidro (empresa Êxodo Científica) foi disponibilizado pela universidade. Os demais insumos utilizados, como bandejas de poliestireno expandido (PS) e filmes de policloreto de vinil (PVC), foram obtidos no comércio local do referido município. O experimento foi realizado no mês de junho de 2022.

Caracterização da amostra

Primeiramente, os frutos foram submetidos ao processo de lavagem em água corrente e imersos em solução sanitizante de hipoclorito de sódio a 200 mg/L, por 15 minutos, com o objetivo de reduzir a carga microbiana.

Após a sanitização dos frutos, realizou-se a mensuração das massas dos mamões, utilizando uma balança eletrônica. Os resultados foram expressos em gramas. As medidas de diâmetro e comprimento dos frutos foram determinadas utilizando um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em centímetros (BRANDÃO, 2020).

As medidas de cor da casca dos mamões foram determinadas com colorímetro, foram determinados os parâmetros L*, a*, b* e refletância da casca entre 400 e 700 nm; L refere-se à luminosidade da amostra, sendo que valores próximos a 100 representam o branco e próximos a 0

o preto, valores de a positivos tendem ao vermelho e negativos tendem ao verde. Valores de b positivos indicam tendência ao amarelo e negativos para o azul (BRANDÃO, 2020).

Firmeza da casca dos mamões obtida com penetrômetro manual FT-327, o resultado foi expresso em (Newtons-N), efetuando-se 4 leituras na casca, em lados opostos (BRANDÃO, 2020).

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (cinco períodos de armazenamento x quatro concentrações de ácido cítrico – controle, 0,025%, 0,050% e 0,075%), com quatro repetições para cada grupo. Cada repetição consistiu em 100 g de mamão minimamente processado.

Os resultados obtidos foram analisados por análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$), ademais, empregou-se análise de regressão linear para análise das variáveis quantitativas.

Determinação das concentrações de ácido

As concentrações de ácido cítrico (0,025%; 0,050% e 0,075%) empregadas no estudo foram determinadas com base no trabalho de Gil-Giraldo et al. (2019), que avaliou o impacto da imersão em ácido cítrico sobre a conservação de morango, utilizou - se como base tal estudo, pois não existiam precedentes dessa técnica em mamão, sendo, portanto, este um trabalho inédito.

Preparo e aplicação da solução conservante

Após a higienização, as frutas foram descascadas e cortadas ao meio, no sentido longitudinal, procedeu-se à remoção das sementes e em seguida, o processamento mínimo de acordo com o recomendado por Shrivastava e Gowda (2015), sendo cortado em fatias com espessura de aproximadamente 2,5 centímetros.

As amostras - distribuídas de maneira aleatória de modo a contemplar todas as concentrações de ácido cítrico, bem como o grupo controle, com frutos de diferentes estágios de maturação - foram submetidas à imersão completa nas soluções testadas por um minuto. Decorrido esse tempo, as amostras foram retiradas da solução e depositadas em uma mesa (previamente higienizada) recoberta por papel absorvente, visando remover o excesso de solução ou de água

destilada das frutas. Todos os processos foram manipulados a temperatura ambiente, aproximadamente de $18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Seguidamente a esse processo, as frutas foram acondicionadas em bandejas de poliestireno recobertas com filme de cloreto de polivinila, identificadas e armazenadas em estufa incubadora com fotoperíodo e controle de temperatura, à temperatura de $8,5^{\circ}\text{C}$ e analisadas nos períodos de armazenamento 1, 3, 5, 7 e 9 dias.

Análises físico e químicas

As avaliações realizadas foram, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, ratio e perda de massa, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2005) adaptadas. Atividade de água, firmeza, e coloração, de acordo com Brandão (2020). A deterioração microbiana macroscópica segundo Silva et al. (2020).

Para as análises de pH, acidez Titulável, sólidos solúveis, atividade de água e coloração as amostras foram trituradas em liquidificador doméstico para a obtenção da polpa. O pH foi determinado pela leitura direta em peagâmetro na polpa dos mamões. A acidez Titulável foi determinada por meio de titulação com NaOH 0,1 M, com indicador fenolftaleína, foi utilizada 0,5 g da polpa homogeneizada diluída com 25 ml de água destilada até a ponto de viragem para coloração rosa. Os resultados foram expressos em g de ácido málico por 100 g da amostra. O teor de sólidos solúveis foi determinado em refratômetro digital, a partir de 3 gotas da polpa da fruta, com escala de correção automática de temperatura para 20°C , os resultados foram expressos em $^{\circ}\text{Brix}$. A atividade de água foi realizada em higrômetro eletrônico digital (marca do equipamento), onde foram colocadas 2 g da polpa em cada capsula para fazer a leitura. A cor foi determinada utilizando-se o colorímetro sistema (CIELAB). Foram avaliadas as coordenadas L^* (luminosidade), a^* (vermelho), b^* (amarelo) por meio da leitura direta. Foi realizada três medidas na polpa do mamão.

A firmeza foi medida em penetrômetro manual TA.XT2. Efetuando se três medidas nos cubos mamões. Os resultados foram expressos em Newton (N).

As análises microbiológicas foram realizadas seguindo metodologia de Silva et al. (2020) por avaliação macroscópica das amostras, quanto à presença de indícios claros de deterioração microbiana, quando a presença macroscópica de microorganismos foi detectada, quantificou - se por estimativa a área afetada frente a área total da amostra.

Resultados e discussão

Caracterização da amostra

As amostras foram caracterizadas quanto à massa, diâmetro, comprimento, firmeza e coloração da casca (Tabela 1).

Tabela 1 – Características físicas de frutas de mamão cultivar Formosa em função de diferentes concentrações de ácido cítrico e períodos de armazenamento refrigerado (8,5° C)

Características físicas	$\bar{x} \pm DP$		
Massa (kg)	1,89±0,38		
Diâmetro (mm)	4,42 ±0,20		
Comprimento (mm)	11,65±0,70		
Firmeza	3,38±1,37		
Cor	L	a*	b*
	52,12±8,72	-0,27±6,52	44,20±12,08

Fonte: elaborada pelos autores, 2022.

O percentual de amarelecimento da casca dos frutos selecionados foi avaliado visualmente e permitiu categorizar as amostras em três diferentes estágios de maturação, compreendendo frutos classificados no grupo 2: 25% da superfície amarelada; grupo 3: 50% da superfície amarela - fruto ½ maduro; no grupo 4: 50 a 75 % da superfície amarela - fruto ¾ maduro. Nenhum fruto foi classificado no grupo 1 (fruto amadurecendo, com menos de 15% de amarelecimento da casca) ou no grupo 5 (fruto 100% maduro), (BRASIL, 2010).

Em relação ao calibre dos frutos, as amostras foram categorizadas em calibre código 1800 (frutos com massa superior a 1800 gramas e inferior à 2300 gramas) e calibre de código 2300 (frutos com massa superior à 2300 gramas), sendo que nenhum fruto com calibre inferior a esses foi utilizado no experimento (BRASIL, 2010).

Deterioração microbiana macroscópica

Quanto à deterioração microbiológica macroscópica, a concentração de ácido cítrico de 0,075% proporcionou maior durabilidade. As amostras submetidas a esta concentração apresentaram podridão apenas no nono dia de armazenamento. Enquanto nas amostras submetidas às concentrações de 0,025% e 0,050% a deterioração microbiana detectável visualmente, foi observada, no sétimo dia de armazenamento, porém em percentuais diferentes (respectivamente,

12,5% e 7,5%). Já as amostras do grupo controle apresentaram índices crescentes de deterioração microbiana, que foi detectada no quinto dia de armazenamento (Tabela 2).

Tabela 2 – Porcentagem de Deterioração Microbiana Macroscópica de frutas de mamão cultivar Formosa em função de diferentes concentrações de ácido cítrico e períodos de armazenamento refrigerado (8,5° C)

Dias	Controle	0,025%	0,050%	0,075%
1	0	0	0	0
3	0	0	0	0
5	2,5	0	0	0
7	5	12,5	7,5	0
9	30	27,5	25	15

Fonte: elaborada pelos autores, 2022.

Considerando as afirmações de Gonçalves *et al.* (2018), que postulam que a constatação macroscópica de podridão indica o fim da viabilidade da fruta (devido aos riscos sanitários óbvios que os microrganismos podem representar, principalmente, quando atingem desenvolvimento visualmente detectável), a maior vida útil das frutas minimamente processadas obtida no estudo foi de oito dias para as amostras submetidas a maior concentração de ácido cítrico proposta para o experimento. Acredita-se que o ácido cítrico ao modificar o pH das amostras atuou dificultando a proliferação de microrganismos, o que por conseguinte minimizou a deterioração da fruta, evidenciando o potencial antimicrobiano deste composto que é largamente empregado na indústria alimentícia devido a esta atividade antimicrobiana amplamente documentada (KUNDUKAD *et al.* 2020).

Potencial hidrogeniônico

As médias de pH apresentaram redução em todas as concentrações de ácido cítrico utilizadas no período de armazenamento de nove dias a 8,5° C, sendo que esta redução não foi estatisticamente significativa.

Esses resultados são diferentes dos obtidos por Chaves *et al.* (2011), que avaliaram a qualidade do mamão formosa minimamente processado usando 2% de ácido cítrico como antioxidante, os quais obtiveram um aumento do pH com o período de armazenamento. O uso de ácido cítrico promove a redução de pH em diferentes produtos, como conservas (CAMPARA *et al.*, 2021). Referente ao presente estudo, acredita-se que as concentrações de 0,025% e 0,050% foram baixas e não interferiram no pH das amostras, seguindo o mesmo padrão de decréscimo observado no grupo controle (Tabela 3).

Tabela 3 – pH de frutas de mamão Formosa em função de diferentes concentrações de ácido cítrico e períodos de armazenamento refrigerado (8,5° C).

Períodos de armazenamento (Dias)	Concentração de ácido Cítrico (%)			
	0	0.025	0.050	0.075
1	6,24 ^A	6,78 ^A	6,77 ^A	5,40 ^B
3	5,64 ^A	5,56 ^A	5,66 ^A	5,40 ^B
5	5,40 ^A	5,40 ^A	5,32 ^A	5,23 ^B
7	5,32 ^A	5,40 ^A	5,61 ^A	5,47 ^B
9	5,81 ^A	5,61 ^A	5,47 ^A	5,50 ^B

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente, ao nível de 5%, segundo teste de Tukey.

Fonte: elaborada pelos autores, 2022.

Finco *et al.* (2018), ao avaliarem o impacto de diferentes tipos de corte sobre parâmetros físico e químicos de mamão formosa refrigerado e armazenado durante 15 dias, os autores detectaram decréscimos nos valores de pH frente ao tempo zero de processamento. Tal variação é atribuída à síntese de ácidos orgânicos que ocorre ao longo do amadurecimento do fruto. Resultado semelhante se obteve nas análises dessa pesquisa nas amostras controle, contudo nas amostras submetidas a imersão com ácido cítrico 0,075% o decréscimo nos valores de pH foi menor ao identificado pelos referidos autores, indicando que o ácido cítrico pode ter atuado retardando a aceleração do amadurecimento e, portanto, minimizando o decréscimo de pH.

Acidez titulável

Os valores de acidez titulável variaram significativamente frente à interação das diferentes concentrações de ácido cítrico e os cinco períodos de armazenamento, sendo observada crescente elevação nos valores em todas as concentrações de ácido cítrico até o terceiro dia de armazenamento. Para todas as concentrações verificou-se no sétimo período de armazenamento redução da acidez titulável, com valores no intervalo de 5,0 até 5,4. Contudo, esses valores são superiores aos verificados no período um para todas as concentrações estudadas (Tabela 4).

Tabela 4 – Acidez Titulável de frutas de mamão Formosa em função de diferentes concentrações de ácido cítrico e períodos de armazenamento refrigerado (8,5° C)

Períodos de armazenamento (Dias)	Concentração de ácido Cítrico (%)			
	0	0.025	0.050	0.075
1	3,90 ^A	3,9 ^A	4,0 ^A	3,9 ^B
3	6,2 ^C	7,9 ^C	7,7 ^C	7,7 ^B
5	6,1 ^D	7,5 ^D	7,5 ^D	7,5 ^B
7	5,4 ^E	5,2 ^E	5,0 ^E	5,0 ^B
9	4,9 ^F	5,0 ^F	7,5 ^F	7,4 ^B

Valores seguidos da mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente, ao nível de 5%, segundo teste de Tukey

Fonte: elaborada pelos autores, 2022.

Este aumento nos valores de acidez titulável, seguido por redução detectável é um fenômeno explicado por Hossain, Karin e Juthee (2020), conforme esses autores, no decorrer do amadurecimento acontece liberação de ácido galacturônico, oriundo da ação de enzimas endógenas sobre a parede celular da fruta, até que o processo é inibido pela queda no metabolismo respiratório do vegetal, momento em que esse passa a consumir os ácidos disponíveis e diminui a produção dos mesmos.

Esse comportamento também foi verificado por Xavier (2007), que pesquisou a acidez titulável em mamão formosa minimamente processado, submetido a tratamento com radiação ultravioleta e Ca (OCl)₂, onde se observou incremento nesse índice até o segundo dia e subsequente decréscimo, com exceção do tratamento controle que manteve os mesmos níveis até o quarto dia, no qual iniciou o decréscimo. O incremento inicial pode ser explicado pelas injúrias sofridas durante o processamento dos frutos, que afetam esses e favorecem a perda de massa fresca. Os ácidos orgânicos tendem a diminuir e não a aumentar durante o amadurecimento, em virtude da utilização como substrato para a respiração. Sendo assim, o aparente aumento da acidez titulável pode ser consequência do efeito da concentração, em razão da perda de água pelos frutos (ETIENNE et al. 2013).

Sólidos solúveis

Para sólidos solúveis verificou-se no último período de armazenamento, nas concentrações de ácido cítrico 0,025% e 0,050% valores superiores aos obtidos no início do experimento.

Contudo, esse comportamento não foi observado nas concentrações de 0,075% e controle desse mesmo período de armazenamento (Tabela 5).

Tabela 5 – Sólidos Solúveis em °Brix de frutas de mamão Formosa em função de diferentes concentrações de ácido cítrico e períodos de armazenamento refrigerado (8,5° C).

Períodos de armazenamento (Dias)	Concentração de ácido Cítrico (%)			
	0	0.025	0.050	0.075
1	9,73 ^A	9,03 ^A	9,63 ^A	9,70 ^A
3	9,65 ^A	9,55 ^A	9,52 ^A	9,95 ^A
5	9,6 ^A	9,27 ^A	9,77 ^A	9,42 ^A
7	9,62 ^A	9,95 ^A	9,07 ^A	9,77 ^A
9	9,45 ^A	9,75 ^A	9,75 ^A	9,92 ^A

Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente, ao nível de 5%, segundo teste de Tukey.

Fonte: elaborada pelos autores, 2022.

Os valores médios de sólidos solúveis não apresentaram linearidade em nenhuma das concentrações de ácido cítrico ao longo do armazenamento, entretanto, os valores compreenderam um intervalo entre 8,92 e 9,77° Brix, variação muito semelhante à observada por Tomaz (2021) que obteve resultados em uma faixa de 8,8 e 9,7° Brix.

Entretanto, os valores obtidos no presente estudo não caracterizam as amostras como dentro do parâmetro técnico recomendável para a comercialização do mamão, estabelecido pela Instrução Normativa 4/2010, que seria de 11° Brix. Porém, como também determina este regulamento técnico, valores inferiores ao recomendável não impedem a comercialização do fruto (BRASIL, 2010).

Acredita-se que isso, se deva à ação antioxidante do ácido cítrico que minimizou os impactos do estresse mecânico do corte sobre a fruta, o que por sua vez, alenteceu o processo de amadurecimento do mamão. Porém, nas amostras submetidas às concentrações de 0,025% e 0,050% o teor de sólidos solúveis atingiu os maiores valores no dia nove (período final do experimento). Constatou-se que tais concentrações de ácido cítrico não foram eficientes em retardar o amadurecimento. De acordo com Souza et al. (2014), é esperado que com o avanço do amadurecimento ocorra a degradação de macromoléculas em açúcares mais simples.

Para a amostra controle, sem adição de ácido cítrico, observa-se uma redução nos valores, e foi bem mais acentuada perdurando por dois dias a mais que os demais tratamentos. Esse comportamento pode sugerir que a fruta teve um incremento no metabolismo devido ao estresse que à levou a consumir os sólidos solúveis como fonte energética, afinal, nos demais tratamentos com ácido cítrico houve uma elevação ao longo dos dias de armazenando. Uma hipótese é que,

isso se deva à hidrólise de polissacarídeos de reserva da parede celular e transformação de alguns açúcares durante o amadurecimento, mas sem que o fruto necessite consumi-los por estresse. A redução de sólidos solúveis observada ao final do armazenamento pode ter sido influenciada pelo processo respiratório, o qual pode ter mobilizado esses compostos como substratos (PEGO *et al.*, 2015).

Ratio

O ratio trata-se de um parâmetro que reflete também as oscilações no teor de sólidos solúveis e na acidez titulável, sendo que o decréscimo no valor do ratio ao longo do armazenamento pode estar associado a elevação da taxa metabólica do fruto induzida por estresse, que por sua vez, culmina na utilização dos sólidos solúveis como substrato energético pela fruta ou ainda a aceleração na produção de ácidos orgânicos, também oriundo desse estresse, levando a elevação da acidez titulável (SHRIVASTAVA E GOWDA, 2015).

Essa redução no ratio, foi identificada por Pego *et al.* (2015), em estudo sobre ação de revestimento comestível à base de fécula de mandioca na conservação de mamão formosa somente após o 12º dia de armazenamento. Contrapondo os resultados obtidos por esses autores, no presente experimento, a redução no valor do ratio ocorreu no terceiro dia de armazenamento, voltando a se elevar no quinto e decair no sétimo dia (Tabela 6). Tal oscilação pode ser justificada pelas variações detectadas na acidez titulável e no teor de sólidos solúveis, já apresentados anteriormente, pois o ratio é inversamente proporcional à acidez titulável e diretamente proporcional ao índice de sólidos solúveis da amostra (RINALDI *et al.*, 2017).

Tabela 6 – Ratio (°Brix/acidez) de frutas de mamão Formosa em função de diferentes concentrações de ácido cítrico e períodos de armazenamento refrigerado (8,5° C).

Períodos de armazenamento (Dias)	Concentração de ácido Cítrico (%)			
	0	0.025	0.050	0.075
1	2,49 ^A	2,33 ^A	2,42 ^A	2,50 ^A
3	1,56 ^A	1,22 ^A	1,25 ^A	1,29 ^A
5	1,37 ^A	1,24 ^A	1,34 ^A	1,25 ^A
7	1,78 ^A	1,73 ^A	1,83 ^A	1,97 ^A
9	1,91 ^A	1,95 ^A	1,30 ^A	1,21 ^A

Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente, ao nível de 5%, segundo teste de Tukey.

Fonte: elaborada pelos autores, 2022.

Atividade de água (aw)

Ao comparar as diferentes concentrações de ácido cítrico frente à atividade de água das amostras, verificou-se que os valores apresentaram um decréscimo entre o dia um e o dia três de armazenamento, mantendo-se estável até o sétimo dia do experimento para então sofrer novo decréscimo. O parâmetro em questão foi afetado de maneira significativa pela interação entre período de armazenamento e concentração de ácido cítrico, observando a diminuição na atividade de água, à medida que se elevava a concentração de ácido cítrico (Tabela 7). Entretanto, essa redução da atividade de água não é suficiente para impedir a degradação microbiana e bioquímica do mamão, apenas valores abaixo de 0,70 garantiriam essa preservação (GONÇALVES *et al.*, 2019).

Tabela 7 – Atividade de Água de frutas de mamão Formosa em função de diferentes concentrações de ácido cítrico e períodos de armazenamento refrigerado (8,5° C).

Períodos de armazenamento (Dias)	Concentração de ácido Cítrico (%)			
	0	0.025	0.050	0.075
1	0,98 ^A	0,98 ^A	0,98 ^A	0,98 ^A
3	0,93 ^A	0,92 ^A	0,92 ^A	0,92 ^A
5	0,93 ^A	0,93 ^A	0,93 ^A	0,92 ^A
7	0,93 ^A	0,93 ^A	0,93 ^A	0,92 ^A
9	0,93 ^A	0,92 ^A	0,92 ^A	0,92 ^A

Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente, ao nível de 5%, segundo teste de Tukey.

Fonte: elaborada pelos autores, 2022.

Perda de massa

Entre o dia um e o último período de armazenamento para todas as concentrações de ácido cítrico utilizadas, a perda de massa se elevou constantemente (Tabela 8), esse processo pode estar relacionado ao fato de que o ácido cítrico tem por função atuar como antioxidante, não fornecendo a fruta uma proteção física, como por exemplo, um revestimento comestível faria, de modo que esse conservante tem pouco impacto na minimização de perdas por transpiração e respiração (VILLA *et al.*, 2014).

Tabela 8 – Perda de Massa (g) de frutas de mamão Formosa em função de diferentes concentrações de ácido cítrico e períodos de armazenamento refrigerado (8,5° C).

Períodos de armazenamento (Dias)	Concentração de ácido Cítrico (%)			
	0	0.025	0.050	0.075
1	0 ^A	0 ^A	0 ^A	0 ^A
3	0,73 ^A	0,73 ^A	0,73 ^A	0,73 ^A
5	1,05 ^A	1,05 ^A	1,29 ^A	1,29 ^A
7	2,48 ^A	2,48 ^A	2,48 ^A	2,48 ^A
9	4,37 ^A	4,37 ^A	4,37 ^A	4,37 ^A

Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente, ao nível de 5%, segundo teste de Tukey.

Fonte: elaborada pelos autores, 2022.

Contudo, o ácido cítrico contribui reduzindo processos oriundos do estresse como elevação na taxa respiratória, impactando de maneira favorável a preservação da fruta quanto à perda excessiva de massa fresca, bem como, existe a possibilidade do método de embalagem utilizado, empregando policloreto de vinil, também ter minimizado a perda de massa fresca, devido ao fenômeno descrito por Freitas *et al.* (2017), em que o filme de PVC atua dificultando trocas gasosas no interior da embalagem por meio da saturação da atmosfera quanto a umidade relativa e concentrações de gases.

A perda de massa das amostras submetidas às diferentes concentrações de ácido cítrico foi menos acentuada que a detectada por Pego *et al.* (2015), ao avaliar potencial do biofilme de fécula de mandioca (*Manihot esculenta*) na conservação de mamão formosa ao oitavo dia de armazenamento. Os autores observaram uma relevante perda de massa nas amostras tratadas, corroborando a possibilidade de a imersão em ácido cítrico atuar na redução de perda de massa fresca mesmo não fornecendo proteção física a fruta.

Firmeza de polpa

A resistência à penetração da polpa das amostras nas diferentes concentrações de ácido cítrico oscilou ao longo do período experimental. Tendendo a decrescer com o avanço no tempo de armazenamento (Tabela 9). Detectou-se diferenças significativas entre os tratamentos com ácido cítrico a 0,025%; 0,050% e 0,075%, entretanto, esperava-se que houvesse manutenção nos valores de resistência à penetração, já que a redução na firmeza da polpa está relacionada à

degradação de constituintes da parede celular com o avanço no amadurecimento do fruto (SOARES, et al. 2021).

Tabela 9 – Firmeza da Polpa (Newton) de frutas de mamão Formosa em função de diferentes concentrações de ácido cítrico e períodos de armazenamento refrigerado (8,5° C).

Períodos de armazenamento (Dias)	Concentração de ácido Cítrico (%)			
	0	0.025	0.050	0.075
1	0,55 ^A	0,50 ^A	0,59 ^A	0,65 ^A
3	0,51 ^A	0,62 ^A	0,66 ^A	0,67 ^A
5	0,59 ^A	0,56 ^A	0,55 ^A	0,65 ^A
7	0,27 ^A	0,36 ^A	0,57 ^A	0,27 ^A
9	0,28 ^A	0,21 ^A	0,26 ^A	0,26 ^A

Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente, ao nível de 5%, segundo teste de Tukey.

Fonte: elaborada pelos autores, 2022.

A diminuição na resistência à penetração observada nas amostras indica que o uso das diferentes concentrações de ácido cítrico não inibiu o processo de amadurecimento. Contudo, de acordo com Contez-Vegal *et al.* (2013), a perda de massa pode influenciar proporcionalmente a firmeza, ou seja, amostras com maior perda de massa podem apresentar maior firmeza devido a formação de uma película dessecada sobre a polpa das frutas oriunda da desidratação dessas, por meio da transpiração e respiração. Esses autores observaram essa proporcionalidade em estudo sobre conservação de mamão com revestimento comestível à base de goma xantana, relação semelhante foi observada no presente estudo.

Coloração

No parâmetro L* (luminosidade das amostras), verificou-se a elevação gradativa em todos os grupos avaliados, comportamento diferente foi observada por Trigo *et al.* (2012), ao pesquisar a ação de revestimento comestível em mamões minimamente processados banhados em solução de amido de arroz, onde ocorreu a redução no parâmetro L* que foi atribuída pelo autor ao processo de retrogradação do amido presente na fruta que acaba por formar uma camada molecular mais opaca, portanto, acredita-se que o inverso ocorreu nas amostras da presente pesquisa, ou seja, ocorreu maior degradação do amido e portanto, menor disponibilidade deste para formação da camada opaca (Tabela 10).

Tabela 10. Parâmetro L de frutas de mamão Formosa em função de diferentes concentrações de ácido cítrico e períodos de armazenamento refrigerado (8,5° C).

Períodos de armazenamento (Dias)	Concentração de ácido Cítrico (%)			
	0	0.025	0.050	0.075
1	39,84 ^A	31,29 ^A	32,54 ^A	27,86 ^A
3	31,28 ^A	34,57 ^A	27,92 ^A	20,54 ^A
5	46,48 ^A	47,88 ^A	51,44 ^A	40,21 ^A
7	39,84 ^A	31,83 ^A	40,95 ^A	42,11 ^A
9	38,99 ^A	41,35 ^A	51,22 ^A	51,22 ^A

Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente, ao nível de 5%, segundo teste de Tukey.

Fonte: elaborada pelos autores, 2022.

Quanto à cromaticidade, o valor médio deste índice para grupo controle, amostras tratadas com solução de ácido cítrico a 0,025%; 0,050% e 0,075%, foi de respectivamente: 33,27; 33,41; 29,86; 33,44. Valores inferiores aos obtidos por Shrivastava e Gowda (2015) ao avaliar impacto da refrigeração sobre mamão formosa minimamente processado, que giraram em torno de + 56, considerando a relação matemática entre “a*” e “b*”, contudo, esse mesmo autor também observou uma tendência à estabilidade dos valores ao longo do tempo de armazenamento, afirmando que esta constância pode indicar que os frutos não passaram por deterioração da coloração alaranjada típica (Tabelas 11 e 12).

Tabela 11 – Valores de a * de frutas de mamão Formosa em função de diferentes concentrações de ácido cítrico e períodos de armazenamento refrigerado (8,5° C).

Períodos de armazenamento (dias)	Concentração de ácido Cítrico (%)			
	0	0.025	0.050	0.075
1	15,86 ^A	13,79 ^A	13,79 ^A	11,25 ^A
3	18,67 ^A	17,4 ^A	15,78 ^A	13,91 ^A
5	20,46 ^A	19,83 ^A	20,11 ^A	23,67 ^A
7	18,92 ^A	19,68 ^A	17,32 ^A	18,12 ^A
9	20,30 ^A	21,97 ^A	26,17 ^A	20,16 ^A

Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente, ao nível de 5%, segundo teste de Tukey.

Fonte: elaborada pelos autores, 2022.

Tabela 12 – Porcentagem de Deterioração Microbiana Macroscópica de frutas de mamão cultivar Formosa em função de diferentes concentrações de ácido cítrico e períodos de armazenamento refrigerado (8,5° C).

Períodos de armazenamento (dias)	Concentração de ácido Cítrico (%)			
	0	0.025	0.050	0.075
1	25,69 ^A	28,55 ^A	28,55 ^A	26,22 ^A
3	25,14 ^A	27,28 ^A	27,29 ^A	24,83 ^A
5	28,75 ^A	32,37 ^A	31,46 ^A	31,46 ^A
7	25,68 ^A	27,75 ^A	27,44 ^A	29,11 ^A
9	27,86 ^A	32,58 ^A	32,58 ^A	28,93 ^A

Valores seguidos da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente, ao nível de 5%, segundo teste de Tukey.

Fonte: elaborada pelos autores, 2022.

Shrivastava e Gowda (2015) também detectou manutenção nos valores calculados para o ângulo Hue (ângulo de cor) que se mantiveram em $54,3 \pm 2,4^\circ$, essa manutenção foi igualmente detectada no presente estudo, indicando que os frutos não sofreram alteração na intensidade da cor.

Considerando as concentrações de ácidos utilizadas, constatou-se que, estatisticamente não houve diferença significativa entre essas, tendo pouca ação sobre os parâmetros da escala L*, a*, b*, caracterizadas durante a análise no período experimental.

Conclusão

A imersão de mamão formosa, em diferentes concentrações de ácido cítrico, apresentou impacto positivo sobre a conservação das frutas minimamente processadas, principalmente quanto à redução na perda de massa fresca e na inibição da deterioração macroscópica das amostras. Constatou-se que, o potencial conservacional das soluções à base de ácido cítrico se eleva de maneira crescente com o avanço na concentração de ácido utilizado, portanto é possível afirmar que, à solução de ácido cítrico a 0,075% propiciou os melhores resultados.

Deste modo, o uso de ácido cítrico na conservação de mamão formosa minimamente processado é uma opção viável para garantir a manutenção da qualidade da fruta, considerando a facilidade de utilizar a imersão com esse ácido anidro e o baixo custo que esse conservante apresenta. Entretanto, são necessários mais estudos sobre ação de concentrações superiores às testadas no presente trabalho, buscando avaliar uma concentração ideal que garanta a manutenção da qualidade desses alimentos altamente perecíveis.

Referências

- BARRETO, C. F.; NAVROSKI, R. MARQUES, L. O. D.; DOS SANTOS, R. F.; MALGARIM, R. F.; MARTINS, C. R. Influência da radiação ultravioleta e aditivos na conservação de kiwis minimamente processados. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.24, 2021.
- BORGES, C. D.; MENDONÇA, C. R. B.; NOGUEIRA, D.; HARTWIG, E. S.; RUTZ, J; K. Conservation of minimally processed apples using edible coatings made of turnip extract and xanthan gum. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, s.n., 2016.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa 4/2010; 22 de janeiro de 2010; **Diário Oficial da União**, 2010.
- CAMPARA, B.; SCHMITZ, A. P. O.; DALL AGNOL, P.; LUCCHETTA, L. Uso de aditivos químicos na redução de escurecimento de conservas de cebola branca (*Allium cepa* L.). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.3, p. 27564-27582 mar 2021.
- CANETE, M. L.; COBOS, R. P.; HUESO. J. J. Influência da data de colheita nos atributos sensoriais de qualidade do abacate 'Hass'. **Acta Hortic.** 1194, 1127-1132 DOI:10.17660/ActaHortic.2018.1194.161. 2018.
- CHAVES, K. F.; TEIXEIRA, L. C. SILVA, V. R. O.; MARTINS, A. D. O.; MARTINS, E. M. F.; ROMOS, A. L. S. Avaliação da vida de prateleira do mamão “formosa” minimamente processado acrescentado de antioxidantes. **Holos**, vol.1. 2011.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. **Lavras: UFLA**, p.783, 2005.
- CORTEZ-VEGA, W. R.; PIOTROWICZ, I. B. B.; PRENTICE, C.; BORGES, C. D.; Conservação de mamão minimamente processado com uso de revestimento comestível à base de goma xantana. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1753-1764, jul./ago. 2013.
- COSTA, L. C.; SANTOS, L. R.; FRANÇA, R.; DAVINI, G.; SHIRAI, M. A. Aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de goiabas (*Psidium guajava* L.). **REBRAPA**. Brazilian Journal of Food Research, Campo Mourão, PR, v. 8, n. 2, p. 16-31, abr./jun. 2017.
- DA ROSA, G. G.; LIMA, C. S. M.; DO SANTOS, J. R. Ácido Salicílico na pós-colheita de morangos cultivar *San Andreas*. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. n., 2020.
- ETIENNE, A, GÉNARD, M.; P. LOBIT, P.; MBEGUIÉ-A-MBÉGUIÉ, D.; BUGAUD. C. What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells, **Journal of Experimental Botany**, Volume 64, Issue 6, April 2013.
- FREITAS, R.V.S.; DE SOUZA, P. A.; COELHO, E. L.; DE SOUZA, F. X.; BESERRA, H. N. B. R. Armazenamento de Cajás recobertos com fécula de mandioca e filme PVC. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 1, p. 244 – 249, jan. – mar., 2017.

FINCO, D.; MANTELLI, O. S.; NORA, T. J.; KLEIN, C. Avaliação das características químicas do mamão formosa em diferentes processamentos. **Anuário Pesquisa e Extensão**. Unoesc São Miguel Do Oeste, 2018.

GIL-GIRALDO, E. J; DUQUE-CIFUENTES, A. L; QUINTERO-CASTAÑO, V. D. Efecto del baño químico sobre la conservación de propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de fresa (*Fragaria x ananassa*). **Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**. Cauca, v. 17, n.2, 2019.

GONÇALVES, B. L.; COPPA, C. F. S. C.; NEEFF, D. V.; CORASSIN, H.; OLIVEIRA, C. A. F. Micotoxinas em frutas e produtos à base de frutas: ocorrência e métodos de descontaminação. **Revisões de toxinas**. Volume 38, Edição 4, 2019.

HOSSAIN, M. A.; KARIM, M. M.; JUTHEE, S. A. Postharvest physiological and biochemical alterations in fruits: a review. **Fundamental and Applied Agriculture** 5(4): 453–469. doi: 10.5455/faa.22077. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=destaques>>. Acesso em 20 de junho de 2022.

IGLESIAS, J. B.; LAGUNAS, L. L. M.; RAMÍREZ, J. R. Índices de maturação e alterações físico-químicas do mamoeiro (*Carica papaya* L. cv. Maradol) durante a maturação na árvore. 2018. **Scientia Horticulturae**. Volume 236, 16 de junho de 2018, páginas 272-278.

KUNDUKAD, B.; UDAYAKUMAR, G.; GRELA, E.; KAUR, D.; RICE, S. S.; KJELLEBERG, S.; DOYLE, P. S. (2020) Weak acids as an alternative anti-microbial therapy. **Biofilm** 2, 10.1016/j.bioflm.2020.100019.

MARTINS, D. R. Otimização das condições de estocagem do mamão em atmosfera controlada para preservação da qualidade e redução do processo de amadurecimento. **Tese de Doutorado**. Campos dos Goytacazes/RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, p. 130, 2012.

NEUWALD, D.; GROTZINGER, M.; WOOD, M. R.; KITTEMANN, D. Comparison of two strawberry postharvest handling strategies: rapidly cooled or non-cooled fruit to the distributor. **Acta Horticulturae**, v.119, s.n., 2021.

PANJA, P. Minimal Processing of Fruits and Vegetables. **HORTICULTURA INOVADORA: Conceitos para o Desenvolvimento Sustentável**, Tendências Recentes (Volume II) (pp.217-226). Edição: Primeira. Capítulo: 22 Editora: New Delhi Publishers. 2017.

PARAIZO, E. A.; JESUS, M. O.; SILVA, J. M.; MARTINS, J. C.; MIZOBUTSI, G. P. Efeito da aplicação de antioxidante na conservação de maçãs minimamente processadas. In: **Congresso Brasileiro de Processamento Mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE. 2015.

PEGO, J. N.; AMBRÓSIO, M.; NASCIMENTO, D. S.; FACHI, L. R.; KRAUSE, W. Conservação pós-colheita de mamão ‘sunrise solo’ com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 628-639, 2015.

RINALDI, M. M.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; MALAQUIAS, J. V. Shelf life of minimally processed cassava roots submitted to different conservation methods. **Científica**, v. 45, n. 1, p. 93-101, 2017.

SHRIVASTAVA A.; GOWDA, D. Preservation of Papaya (*Carica Papaya* L.) Slices by hurdle technology. 2015. **Tese para: M.Sc. Horticultura, PHT**. 2015.

SILVA, J. J.; SILVA, M.; GUIMARÃES, M. S.; DE LIMA, L. B. Desenvolvimento de embalagem ativa antimicrobiana natural conciliada com refrigeração ou congelamento para a conservação de morangos. **Research Society and Development**, v.9, n.11, 2020.

SILVA, P. A.; SILVA, J. A. C.; COELHO, P. O.; SILVA, J. M.; ASSUNÇÃO, E. L. S. Avaliação da qualidade de mamões (*Carica papaya* L.). **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 13, n. 2, p. 465-474, 2015.

SILVA, S. C. S. Mapeamento Tecnológico Para Projeto de Pesquisa de Mamão Desidratado Com Adição de Fruto oligossacarídeos entre 1983 e 2012. In: **Simpósio Internacional de Inovação Tecnológica**. Aracaju/SE. Anais SIMTEC, 2013.

SOARES, C. G.; DO PRADO, S. B.R.; ANDRADE, S. C. S.; MORE, J. P. F. S. Biologia de Sistemas Aplicada ao Estudo do Amadurecimento do Mamão: A Influência do Etileno no Amaciamento da Polpa. **National Library of Medicine**. 2021. 7 de setembro de 2021;10(9):2339. doi: 10.3390/cells10092339.

SOUZA, A. F.; SILVA, W. B. da; GONÇALVES, Y. S.; SILVA, M. G. da; OLIVEIRA, J. G. de. Fisiologia do amadurecimento de mamões de variedades comercializadas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.2, p.318-328, 2014.

SOUZA, M. S.; AZEVEDO, I. G.; CORRÊA, S. F.; SILVA, M. G.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, J. G. Resposta da aplicação de 1-MCP em frutos de mamão 'Golden' em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 693-700, 2014.

TOMAZ P. H. A.; VALE, L. S. R.; FILHO, W. J. P.; SILVA, F. B.; DIAS, G. J. S.; NETO, N. D. R.; SILVA, L. B.; CARVALHO, R. C. M. Conservação de frutos de mamão na pós-colheita com uso de biofilme à base de fécula de mandioca. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 88564-88574, 2021.

VILAS-BOAS, A. C.; HENRIQUE, P. C.; LIMA, L. C. O.; PEREIRA, M. C. A. Conservação de peras minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos químicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 4, v. 37, 2015.

VILLA, A. M; GALINDO, A. S.; LÓPEZ, L. L. SIFUENTES, L. C. BERMÚDEZ, L. B. Ácido Cítrico: Compuesto Interesante Citric Acid: Interesting Compound. **Revista Científica de La Universidad Autónoma de Coahuila**. V.6, n.12, 2014.

XAVIER, V. L. S. M. Processamento mínimo de mamão e abacaxi: respostas fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas. 2007. 86p. **Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal)**, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.