



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AGROALIMENTAR**

**INDUÇÃO DE TOLERÂNCIA AS DESORDENS FISIOLÓGICAS EM PÓS-  
COLHEITA DE MAMÃO COM USO DE ÁCIDO JASMÔNICO E ÁCIDO  
SALICÍLICO**

**Jordânia Araújo**  
Tecnóloga em Agroecologia

**Bananeiras, PB**  
**Agosto/2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AGROALIMENTAR**

**INDUÇÃO DE TOLERÂNCIA AS DESORDENS FISIOLÓGICAS EM PÓS-COLHEITA DE MAMÃO COM USO DE ÁCIDO JASMÔNICO E ÁCIDO SALICÍLICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar, do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da UFPB, Campus III, Bananeiras-PB, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Tecnologia Agroalimentar.

**Jordânia Araújo**  
Tecnóloga em Agroecologia

**Orientador:** Prof. Dr. Laesio Pereira Martins  
**Co-orientadora:** Profa. Dra. Raunira da Costa Araújo

**Bananeiras, PB**  
**Agosto/2018**

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AGROALIMENTAR

**PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO**

**TÍTULO:** Indução de Tolerância as Desordens Fisiológicas em Pós-Colheita de Mamão com Uso de Ácido Jasmônico e Ácido Salicílico


**AUTOR:** Jordânia Araújo

**ORIENTADORA:** Prof. Dr. Laesio Pereira Martins

**JULGAMENTO**

**CONCEITO:** APROVADO

**EXAMINADORES:**

  
Prof. Dr. Laesio Pereira Martins

Orientadora  
Universidade Federal da Paraíba/UFPB

  
Prof.ª Dr.ª Solange de Sousa

1º Examinador  
Universidade Federal da Paraíba

  
Prof.ª Dr.ª Aline Kelly Pedro de Araújo

2º Examinador  
Instituto Federal de Pernambuco/IFPE

Bananeiras, 31 de agosto de 2018

Catálogo na publicação  
Seção de Catalogação e Classificação

A663i Araújo, Jordânia.

INDUÇÃO DE TOLERÂNCIA AS DESORDENS FISIOLÓGICAS EM  
PÓS-COLHEITA DE MAMÃO COM USO DE ÁCIDO JASMÔNICO E  
ÁCIDO SALICÍLICO / Jordânia Araújo. - Bananeiras, 2018.  
109 f.

Orientador: Laesio Pereira Martins.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia Agroalimentar)  
CCHSA/UFPB.

1. Armazenamento refrigerado. 2. Indutores de  
resistência. 3. Revestimento. I. Martins, Laesio  
Pereira.

*UFPB/BC*

## INFORMAÇÕES CURRICULARES DO AUTOR

Eu, Jordânia Araújo, brasileira, solteira, portadora do RG: 3.531.538 SSP/PB e CPF: 082.528.394-95, natural da cidade de São Mamede-PB, nascida em 07 de Junho de 1989. Graduação em Tecnologia em Agroecologia pelo Instituto Federal da Paraíba (IFPB-*Campus* Picuí-PB), trabalhando com Crescimento de diferentes variedades de palma resistente a cochonilha do carmim com diferentes fontes de água. Aluna bolsista do programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica – Pibict/IFPB, tendo desenvolvido o projeto intitulado “Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos de *Opuntia ficus indica* Mill (Cactaceae)” no período de Dezembro de 2012 a Dezembro de 2013. Aluna voluntária do programa de Interação do Núcleo de estudos em Agroecologia (NEA) com comunidades rurais, através de práticas agroecológicas interdisciplinares e participativas, no período do ano de 2013 a 2015. Aluna voluntária do programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica – Pibict/IFPB, tendo desenvolvido o projeto intitulado “Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos de Noni (*Morinda citrifolia*) (Rubiaceae)” no período de Janeiro de 2014 a Setembro de 2014. Aluna voluntária do programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica – Pibict/IFPB, tendo desenvolvido o projeto intitulado “Avaliação da produtividade de três espécies de palma forrageira resistentes à colchonilha do carmim plantadas nas condições do seridó Paraibano” no período de Abril de 2014 a Setembro de 2014. Aluna voluntária do programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica – Pibict/IFPB, tendo desenvolvido o projeto intitulado “Avaliação da produtividade de duas espécies de mandacaru com diferentes hastes e dois tipos de esterco” no período de Abril de 2014 a Maio de 2015. Tenho, também o título de especialista em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido, pelo Instituto Federal da Paraíba (IFPB- *Campus* Picuí-PB) no qual Avaliei o uso de extrato de *Moringa oleifera* como agente modificador da qualidade da água para o consumo humano.

*Porque eu, o senhor teu  
Deus, te tomo pela tua  
mão direita, e te digo:  
não temas, que Eu te  
ajudo.*

*Isaías 41:13*

***Dedico especialmente***

*A Deus, pela força e coragem nas horas que mais precisei. Aos meus pais, Osman Araújo e Elza de Araújo, e meus irmãos, Jéssica Araújo e Bruno Araújo, pelo amor, força e confiança e a, Flávio Gomes, por todo amor, companheirismo e paciência.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por mais uma conquista alcançada e por me mostrar que tudo na vida tem um propósito.

Aos meus pais, Osman José de Araújo e Elza Luzia de Araújo, por me darem a oportunidade de sempre alçar voos mais altos e confiança depositada.

Aos meus irmãos, por todo apoio e confiança concedida.

A Flávio Gomes, por me apoiar em todos os momentos, por todo carinho, paciência, companheirismo, força, e ajuda durante essa fase.

Ao meu orientador, Laesio Pereira Martins, pela sua orientação, ensinamentos, amizade, compreensão e por toda confiança depositada.

A professora Raunira da Costa, pela amizade, contribuições e sugestões.

Aos meus amigos Maria Isabel, Jairo Santos e Vanessa Santos, pela amizade.

Aos colegas de laboratório, Shirley Monteiro, Graça Clementino, Eliane Sousa, Tadeu Lima e Fenando Azevedo.

Ao técnico do laboratório, Oziel Nunes, pela amizade e apoio fornecido durante a realização das análises laboratoriais.

A Dona Damiana Soares, pela amizade, palavras sinceras e serviços fornecidos.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar (PPGTA), por toda contribuição para minha formação.

Ao professor Leonardo Pacoal, pelas palavras de incentivo e todo auxílio fornecido.

Ao secretário do PPGTA, Girleno Viana, pela excelente prestação de serviços durante a minha passagem no PPGTA.

A todos aqueles que acreditaram em mim.

Muito Obrigada!



## INDUÇÃO DE TOLERÂNCIA AS DESORDENS FISIOLÓGICAS EM PÓS-COLHEITA DE MAMÃO COM USO DE ÁCIDO JASMÔNICO E ÁCIDO SALICÍLICO

**RESUMO GERAL** – O mamão é uma das frutas mais cultivadas e consumidas em todo o mundo, por ser um alimento rico em nutrientes. Com o presente trabalho, objetivou-se analisar a importância e conhecer a necessidade de investir em tecnologias que minimizem o desenvolvimento do aparecimento de danos causados pelo frio, bem como aumentar a tolerância na pós-colheita de mamões Sunrise Solo. O trabalho encontra-se dividido em três capítulos. O primeiro capítulo é referente a revisão bibliográfica, o segundo e terceiro às pesquisas realizadas. Os frutos foram oriundos do município de São de João de Mipibu-RN e o estudo foi realizado no Laboratório de Fisiologia e Pós-colheita da Universidade Federal da Paraíba. O experimento I consiste em aplicação dos indutores de ácido salicílico e metil jasmonato, ambos em concentrações de 2,5 mM e 5,0 mM. Neste, os frutos foram armazenados em temperaturas de 6, 7, 8, 9 °C e avaliados no período de 2 em 2 dias, totalizando em 10 dias de armazenamento. Para cada período, utilizou-se três repetições de três frutos, para determinações de avaliações físicas, físico-químicas e bioquímicas. Diante dos resultados obtidos, constatou-se que o indutor de resistência ácido salicílico reduziu a perda de massa apresentando melhor manutenção de firmeza, sólidos solúveis, extravasamento de eletrólitos e peroxidação de lipídeos. Os frutos com aplicação de ácido salicílico (2,5 mM e 5,0 mM), mantidos nas diferentes temperaturas, retardaram a maturação, preservando os frutos do dano pelo frio. No experimento II – avaliou-se o efeito dos revestimentos de quitosana (1 e 2%), associando as concentrações de ácido salicílico 2,5 e 5,0 mM. Os frutos foram armazenados em temperatura de 6 °C e avaliados no período de 4 em 4 dias, perfazendo um período de armazenamento de 24 dias. Em cada período, utilizou-se três repetições de três frutos, para determinações de avaliações físicas, físico-químicas e bioquímicas. Diante dos resultados obtidos, observou-se que o revestimento de quitosana a 2%, associada ao ácido salicílico, proporcionou uma redução, obtendo-se desta forma menores valores de perda de massa, sólidos solúveis, acidez titulável e firmeza.

**Palavras-chave:** Armazenamento refrigerado, indutores de resistência, revestimento

## INDUCTION OF TOLERANCE OF PHYSIOLOGICAL DISORDERS IN POST-HARVEST OF MAMON WITH USE OF JASMONIC ACID AND SALICYLIC ACID

**GENERAL ABSTRACT-** Papaya is one of the most cultivated and consumed fruits in the world, being a nutrient rich food. The present work aimed to analyze the importance and to know the need to invest in technologies that minimize the development of damage caused by cold, as well as increase the postharvest tolerance of Sunrise Solo papayas. The work is divided into three chapters. The first chapter refers to the literature review, the second and third to the researches. The fruits came from the city of São de João de Mipibu-RN and the study was carried out at the Physiology and Postharvest Laboratory of the Federal University of Paraíba. Experiment I consists of the application of salicylic acid and methyl jasmonate inducers, both in concentrations of 2.5 mM and 5.0 mM. In this, the fruits were stored at temperatures of 6, 7, 8, 9 ° C and evaluated every 2 days, totaling 10 days of storage. For each period, three replicates of three fruits were used to determine physical, physicochemical and biochemical evaluations. From the results obtained, it was found that the resistance inducer salicylic acid reduced the mass loss presenting better maintenance of firmness, soluble solids, electrolyte leakage and lipid peroxidation. Fruits with salicylic acid application (2.5 mM and 5.0 mM), maintained at different temperatures, retarded ripening, preserving the fruits from cold damage. In experiment II - the effect of chitosan coatings (1 and 2%) was evaluated, associating 2.5 and 5.0 mM salicylic acid concentrations. The fruits were stored at 6 ° C and evaluated every 4 days, making a storage period of 24 days. In each period, three repetitions of three fruits were used to determine physical, physicochemical and biochemical evaluations. Given the results obtained, it was observed that the 2% chitosan coating, associated with salicylic acid, provided a reduction, thus obtaining lower values of mass loss, soluble solids, titratable acidity and firmness.

**Keywords:** Refrigerated storage, resistance inductors, coating

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I – Considerações Gerais

Figura 1- Mecanismo de ação do ácido salicílico.....	18
Figura 2- Via esquemática da biossíntese do metil jasmonato.....	20

### Capítulo II - Indução de tolerância as desordens fisiológicas em pós-colheita de mamão com uso de ácido jasmônico e ácido salicílico

Figura 1 - Secagem dos frutos.....	34
Figura 2 – Perda de massa (%) em frutos de mamoeiro Sunrise solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência.....	39
Figura 3 - Firmeza (%) em frutos de mamoeiro Sunrise solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência.....	41
Figura 4 - Luminosidade (L*) em frutos de mamoeiro Sunrise solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência.....	44
Figura 5 - Intensidade (b*) em frutos de mamoeiro Sunrise solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência.....	46
Figura 6- Ângulo hue (h°) em frutos de mamoeiro Sunrise solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência.....	48
Figura 7- Sólidos solúveis (%) em frutos de mamoeiro Sunrise solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência.....	49
Figura 8- Acidez titulável (%) em frutos de mamoeiro Sunrise solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência.....	52
Figura 9- Ácido ascórbico (mg.100g <sup>-1</sup> ) em frutos de mamoeiro Sunrise solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência.....	54

Figura 10- Extravasamento de eletrólitos (%) em frutos de mamoeiro Sunrise solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência.....	57
Figura 11- Acúmulos de MDA (nmol.g <sup>-1</sup> ) em frutos de mamoeiro Sunrise solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência.....	59
Figura 12- Açúcares extraíveis totais (g.100 g <sup>-1</sup> ) em frutos de mamoeiro Sunrise solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência.....	62
Figura 13- Polifenóis extraíveis totais (mg.100 g <sup>-1</sup> ) em frutos de mamoeiro Sunrise solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência.....	64

### **Capítulo III – Revestimentos à base de quitosana associado ao ácido salicílico em pós-colheita de mamão “Sunrise solo”**

Figura 1 - Perda de massa (%) de mamão Sunrise solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C.....	77
Figura 2- Firmeza (N) de mamão Sunrise solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C.....	78
Figura 3 - Parâmetro (L*) de mamão Sunrise solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C.....	80
Figura 4- Parâmetro (b*) de mamão Sunrise solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C.....	81
Figura 5 – Parâmetro (C*) de mamão Sunrise solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C.....	82

Figura 6- Sólidos solúveis (%) de mamão Sunrise solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C.....	83
Figura 7- Acidez titulável (%) de mamão Sunrise solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C.....	84
Figura 8 – Relação SS/AT (%) de mamão Sunrise solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C.....	86
Figura 9 – Potencial hidrogeniônico (pH) de mamão Sunrise solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C.....	87
Figura 10- Ácido ascórbico (mg. 100g <sup>-1</sup> ) de mamão Sunrise solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C.....	88
Figura 11- Açúcares totais (g/100g <sup>-1</sup> ) de mamão Sunrise solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C.....	89
Figura 12- Polifenóis extraíveis totais (mg/100g <sup>-1</sup> ) de mamão Sunrise solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C.....	91

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I – Considerações gerais

Tabela 1 - Condições de temperatura e umidade relativa para maior vida pós-colheita.....	15
--	----

### Capítulo II - Indução de tolerância as desordens fisiológicas em pós-colheita de mamão com uso de ácido jasmônico e ácido salicílico

Tabela 1 - Tratamentos aplicados na pós-colheita de mamão Sunrise solo armazenados em temperaturas a 6, 7, 8 e 9°C.....	34
---	----

### Capítulo III – Revestimentos à base de quitosana associado ao ácido salicílico em pós-colheita de mamão “Sunrise solo”

Tabela 1 - Tabela 1- Concentrações dos revestimentos a base de quitosana e ácido salicílico.....	74
--	----

## SUMÁRIO

Resumo geral .....	vii
Lista de figuras .....	iii
Lista de tabelas .....	vi
<b>CAPÍTULO I – Considerações gerais</b> .....	<b>10</b>
1. INTRODUÇÃO .....	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	12
2.1 Aspectos gerais do mamão .....	12
2.2 Refrigeração .....	13
2.3 Dano por baixas temperaturas .....	15
2.4 Indutores de resistência na pós-colheita .....	17
2.4.1 Ácido salicílico .....	17
2.4.2 Metil jasmonato .....	19
2.4.3 Quitosana .....	21
3. REFERÊNCIAS .....	23
<b>CAPÍTULO II – Indução de tolerância as desordens fisiológicas em pós-colheita de mamão com uso de metil jasmonato e ácido salicílico</b> .....	<b>29</b>
RESUMO.....	30
1. INTRODUÇÃO .....	32
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	33
2.1 Obtenção e colheita dos frutos .....	33
2.2 Instalação e condução do experimento .....	33
2.3 Preparo e aplicação das soluções de indutores de resistência .....	34
2.4 Acondicionamento e armazenamento .....	35
2.5 Avaliações .....	35
2.5.1 Descrição das análises físicas .....	35

2.5.2 Descrição das análises físico-químicas .....	36
2.5.3 Descrição das análises bioquímicas .....	37
2.6 Delineamento experimental e análise dos dados .....	37
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	38
3.1Perda de Massa .....	38
3.2 Firmeza .....	40
3.3 Coloração externa .....	43
3.3.1 Parâmetro ( $L^*$ ) .....	43
3.3.2 Parâmetro ( $b^*$ ) .....	45
3.3.3 Parâmetro ( $h^\circ$ ) .....	47
3.4 Sólidos solúveis (SS) .....	49
3.5 Ácidez titulável (AT) .....	51
3.6 Ácido ascórbico (AA) .....	53
3.7 Extravasamento de eletrólitos .....	56
3.8 Peroxidação de lipídeos .....	58
3.9 Açúcares totais .....	60
3.10 Polifenóis extraíveis totais (PET) .....	63
4. CONCLUSÕES .....	65
5. REFERÊNCIAS .....	66
<b>CAPÍTULO III - Revestimentos à base de quitosana associado ao ácido salicílico em pós-colheita de mamão “Sunrise Solo” .....</b>	<b>69</b>
RESUMO .....	70
1. INTRODUÇÃO .....	72
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	73
2.1 Obtenção e colheita dos frutos .....	73
2.2 Instalação e condução do experimento .....	73

2.3 Preparo dos revestimentos e aplicação das soluções de indutores de resistência .....	74
2.4 Acondicionamento e armazenamento .....	74
2.5 Avaliações .....	75
2.5.1 Descrição das análises físicas .....	75
2.5.2 Descrição das análises físico-químicas .....	75
2.5.3 Descrição das análises bioquímicas .....	76
2.6 Delineamento experimental e análise dos dados .....	76
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	77
3.1Perda de Massa .....	77
3.2 Firmeza .....	78
3.3 Coloração externa .....	80
3.3.1 Parâmetro (L*) .....	80
3.3.2 Parâmetro (b*) .....	81
3.3.3 Parâmetro (c°) .....	82
3.4 Sólidos solúveis (SS) .....	82
3.5 Ácidez titulável (AT) .....	84
3.6 Relação SS/AT.....	85
3.7 Potencial hidrogeniônico .....	87
3.8 Ácido ascórbico (AA) .....	88
3.9 Açúcares totais .....	89
3.10 Polifenóis extraíveis totais (PET) .....	91
4. CONCLUSÕES .....	92
5. REFERÊNCIAS .....	93



**CAPÍTULO I**  
**CONSIDERAÇÕES GERAIS**

## 1. INTRODUÇÃO

O mamão é uma das frutíferas mais cultivadas e consumidas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, por ser utilizado em dietas alimentares e possuir excelentes fontes de cálcio, vitamina A e vitamina C (Serrano e Cattaneo, 2010).

Por ser um fruto climatérico, o amadurecimento acontece muito rápido após a colheita, devido a acentuada atividade respiratória e produção de etileno, tornando-se muito perecível com elevadas perdas.

A utilização de armazenamento refrigerado vem sendo um método muito utilizado para minimizar a redução da taxa respiratória dos frutos. Entretanto, um dos principais problemas relacionados ao mamão é a temperatura de armazenamento que afeta a vida útil do fruto, pois quando armazenado sob refrigeração, a temperatura do mamão é determinada pela sensibilidade que este apresenta aos danos pelo frio (Figueiredo Neto et al., 2013).

O uso da refrigeração requer certos cuidados quanto à temperatura a ser utilizada; temperaturas nas faixas de 5 e 15 °C podem causar desordens fisiológicas em espécies tropicais e subtropicais, denominadas de “dano pelo frio”, afetando assim a qualidade dos frutos (Miguel et al., 2011).

Desta forma, alguns métodos vêm sendo utilizados para prevenção dos danos causados, ao aplicar o resfriamento, como, por exemplo: redução do período de tempo em que o fruto é exposto à temperatura mínima, permitindo sua adaptação às temperaturas mais baixas de armazenamento e minimizando os efeitos causados por dano pelo frio (Damodaran, 2010).

Os indutores de resistência e revestimentos vêm sendo muito utilizados na conservação de frutas e vegetais na pós-colheita. Deste modo, a aplicação de ácido jasmônico e o metil jasmonato (MEJA) são considerados importantes indutores de resistência/tolerância, atuando como mecanismo de resposta das plantas a estresses bióticos (ataque de patógenos e pragas) e abióticos (seca, baixa temperatura e salinidade) (Robaina, 2013). Meng et al. (2009) verificaram que aplicação do indutor metil jasmonato manteve a qualidade de pêssegos armazenados a 5 °C. Sibozza et al. (2014) constataram redução do dano pelo frio em limão.

O ácido Salicílico (AS) tem em seu mecanismo resposta de defesa do vegetal pois, quando utilizado, aumenta a conservação dos frutos. Valero et al. (2011) verificaram que a aplicação pós-colheita de AS (1 mM) na cereja, atrasou o processo de maturação, que se manifesta pela diminuição da acidez, mudanças de cor e pela perda de firmeza. Khademi et al. (2012) verificaram que caquis cv. Karaj, tratados com 2 mM de AS por imersão, durante 10 min armazenados sob refrigeração (1 °C e 85% UR), apresentaram redução na incidência de doenças pós-colheita.

O revestimento com quitosana é também uma alternativa, pois esta substância apresenta a função de induzir resistência sistêmica adquirida em plantas. No entanto, Mazaro (2008) comprovou a eficiência na atuação da manutenção da firmeza da polpa, acidez titulável, redução na produção de etileno, no teor de açúcares e na perda de massa fresca na pós-colheita de morango.

Diante do exposto, faz-se necessário analisar a importância e conhecer a necessidade de investir em tecnologias que minimizem os danos causados pelo frio, como também aumentem a tolerância na pós-colheita de mamões Sunrise Solo

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 ASPECTOS GERAIS DO MAMÃO**

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de frutas no setor de fruticultura e o segundo maior produtor com 1,42 milhões de toneladas de mamão. Dentre os estados, a Bahia (753.417 toneladas) e o Espírito Santo (251.365 toneladas) são os maiores produtores, correspondendo juntos a 71% da produção brasileira (IBGE, 2016). No estado da Paraíba, o município de Mamanguape é o maior produtor de mamão da cultivar *Carica papaya* L., devido a existência de uma empresa que produz e exporta, e de pequenos produtores do município (Teodosio, 2014).

O mamão é um fruto climatérico e vulnerável ao dano mecânico e ataque de fungos, o que pode ocasionar perdas na sua qualidade nutricional. Quando armazenados a temperatura ambiente apresentam tempo de prateleira

estimado em seis dias, ocorrendo posteriormente murchamento (Figueiredo Neto et al., 2013).

As mudanças físicas e químicas ocorrem durante o amadurecimento em frutos de mamoeiro, provocando alterações no padrão de qualidade e conservação (Bremenkamp, 2015) e podem ser afetados quando os frutos são colhidos antes do estágio de maturação ideal. Esta prática ocasiona alterações resultantes de amadurecimento acelerado, após a colheita, em virtude da produção de etileno e o aumento da taxa de respiração em conjunto com uma série de eventos como mudanças na coloração, textura, concentração de açúcares e compostos aromáticos, que culminam com o amadurecimento e senescência do fruto (Molinari, 2007).

De acordo com Shinagawa (2009), o teor de sólidos solúveis é utilizado como índice de maturidade para alguns frutos e indica a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidas no suco, sendo constituído na sua maioria por açúcares.

Quanto à composição química, varia de acordo com a cultivar, clima, tratamentos culturais, local, época em que é produzido e estágio de maturação (Souza et al., 2009).

A variedade Sunrise Solo apresenta, em 100 g de polpa, 45 kcal e 40 kcal; 11,06 % e 10,4% de carboidratos; 25 mg e 22 mg de cálcio; 17 mg e 22 mg de magnésio; 222 mg e 126 mg de potássio; e 78,5 mg e 82,2 mg de vitamina C (Taco, 2011).

O genótipo Solo tem como principais características frutos pequenos e de polpa avermelhada o que são preferidos para exportação. Porém, são susceptíveis a doenças e danos que podem restringir o mercado dos frutos *in natura* e, conseqüentemente, dos produtos industrializados (Reis et al., 2015).

Portanto, características importantes como aparência, tamanho, formato de fruto, qualidade nutricional, entre outras, devem ser levadas em consideração para atender às necessidades dos consumidores e a exigência do mercado externo (Viana et al., 2015).

## **2.2 REFRIGERAÇÃO**

A refrigeração constitui um dos métodos de conservação de alimentos e tem sido bastante empregada no aumento da vida útil dos produtos hortícolas.

O método baseia-se na redução da temperatura e, conseqüentemente, redução das reações enzimáticas envolvidas na respiração, minimizando as perdas na pós-colheita (Brackmann et al., 2007; Oliveira, 2012). As condições variam de cultivar e depende da temperatura utilizada, pois a conservação inadequada, ou a falta desta aplicação é um dos maiores fatores que ocasiona as perdas na pós-colheita (Teruel, 2008; Donadon et al., 2012). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a utilização da refrigeração visa minimizar os processos metabólicos e, quando utilizado de forma adequada, sem alterar os processos fisiológicos, mantendo a qualidade dos frutos.

A conservação da qualidade do mamão depende de uma interação entre as condições envolvidas no armazenamento, principalmente quando o período é prolongado (Oliveira, 2012). Todavia, a qualidade do mamão é controlada, enquanto este estiver sob refrigeração. Pois, assim que o fruto é exposto a temperatura ambiente, o metabolismo gera sinais que ocasionam a aceleração do processo de amadurecimento, perdendo rapidamente a pigmentação verde da casca e a consistência da polpa (Souza et al., 2009).

Uma vez iniciado o processo de amadurecimento, este proporciona alterações no equilíbrio hormonal relacionadas com a programação das células para responder a tais mudanças. Assim, a intensidade da atividade respiratória está diretamente ligada a conservação dos frutos. Deste modo, qualquer estratégia para retardar a senescência e a perda de qualidade do fruto para o consumo deve atuar sobre a sua respiração (Oliveira, 2012).

Vários estudos vêm sendo realizados com intuito de ampliar e reduzir os processos bioquímicos envolvidos no desenvolvimento dos frutos, permitindo estender a vida útil (Azevedo et al., 2008). Em pesquisas de Cia et al. (2007), tem-se evidenciado que a utilização do armazenamento refrigerado a 5 °C foi eficaz na redução de perda de massa, na conservação pós-colheita de amora preta. O armazenamento a baixa temperatura (10 °C) proporcionou menor queda na firmeza em mamão cv. Golden (Gomes, 2012).

A utilização de outras tecnologias podem ser empregadas para complementar o efeito da refrigeração, prolongando assim, o período útil dos produtos durante o armazenamento, como atmosfera modificada ou controlada, aplicação de revestimentos e indutores de resistência.

### 2.3 DANO POR BAIXAS TEMPERATURAS

O armazenamento refrigerado apesar de ser uma técnica utilizada para retardar o amadurecimento de frutos e hortaliças, quando utilizada de forma inadequada, ocasiona danos decorrentes, devido à exposição a baixas temperaturas. Em frutos de origem tropical e subtropical, esta exposição a baixas temperaturas pode ocasionar desordens fisiológicas denominadas de “Chilling injury” ou dano pelo frio (Miguel et al., 2011).

Os danos pelo frio constituem as desordens fisiológicas que compreendem depressões na epiderme, descoloração, degenerescência interna e perda de sabor, aroma, capacidade de amadurecer, aumento da incidência da infestação microbiana e aumento da taxa de deterioração (Muñoz et al., 2001). Com a redução da temperatura, inibe-se a ação do etileno, retardando o processo de amadurecimento rápido (Sestari, 2010).

Um vez que cada vegetal tem uma temperatura ideal, variando conforme seu metabolismo, alguns são incompatíveis e não podem ser armazenados juntos (Julião et al., 2011). Os frutos, quando armazenando em temperaturas abaixo de seus limites, podem vir a apresentar lesões visuais denominadas de “injúrias ou dano pelo frio”, as quais estão associadas às desordens fisiológicas dos tecidos dos vegetais. Essas desordens ocorrem nos frutos armazenados em temperaturas de 0 °C a 15 °C (Sestari, 2010).

Segue abaixo, na Tabela 1, a relação de temperatura e umidade relativa para aumentar a vida pós-colheita de algumas frutas.

<b>Produto</b>	<b>Vida útil (semanas)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>UR (%)</b>
Abacaxi verde	4 – 6	10	85 – 90
Banana	3 – 4	15	90 – 95
Goiaba	2 – 5	10	90
Maçã	30	3	90
Manga	3 – 4	8	85 – 90
Mamão	3 – 4	13	95 – 95

**Fonte:** Silva et al., 2008.

De acordo com Molinari (2007), o mamão quando exposto ao tratamento térmico e, posteriormente armazenado sob refrigeração a 10 °C, por uma semana, ocasiona decréscimo na velocidade da respiração e desaceleração no

processo de maturação. A sensibilidade ao frio está intimamente ligada à composição química da fruta, dependendo do tempo e temperatura, como também de cada cultivar.

O desenvolvimento dos sintomas, ocasionados pelo frio, geralmente se dá pela contribuição do desequilíbrio das reações metabólicas, resultando na subprodução de alguns metabólitos essenciais e da superprodução de metabólitos que se tornam tóxicos ao tecido do vegetal (Damodaran, 2010). Na maioria das vezes pode ser difícil detectar e diagnosticar o dano pelo frio, pois os produtos podem não apresentar aparência de sintomas de dano, quando retirados do armazenamento a baixa temperatura.

Os sintomas somente ocorrerão quando o fruto for exposto à temperatura ambiente, podendo aparecer em algumas horas, ou vários dias, depois de retirados (Skog, 1998). Por conseguinte, esses sintomas provocam desajustes de uma ou mais membranas celulares, devido à temperatura de refrigeração, ocasionando consequência como resultado ao estresse oxidativo nos tecidos dos vegetais pelo excesso de espécies reativas (EROs) (Singh e Singh, 2013). Os vegetais desenvolveram mecanismos de defesa enzimáticos e não enzimáticos capazes de neutralizar a citotoxicidade das espécies reativas de oxigênio (EROs). Todavia, geraram a capacidade de destruir outras células através da liberação de certas substâncias nocivas.

Neste caso, tais antioxidantes podem evitar a formação de radicais livres, sequestrá-los ou promover sua degradação, prevenindo a ocorrência de danos às células das plantas (Serkedjieva, 2011), pois o acúmulo de radicais livres gerados passa a promover a peroxidação lipídica e protéica, ocasionando a desestabilização das membranas, perdas de funções celulares e enzimáticas, e distúrbios metabólicos (Gomes, 2012). Assim, a resposta direta do dano às membranas celulares pela peroxidação lipídica é o extravasamento celular, que envolve os tecidos danificados, desestruturando diversos processos fisiológicos e metabólicos das plantas (Kruse et al., 2006; Langaro et al., 2014).

Para Kaniunga (2008), a resposta de plantas ao dano pelo frio é complexa e está baseada em dois processos metabólicos importantes: a degradação lipolítica de lipídios de membranas e um conjunto de reações oxidativas levando a peroxidação lipídica e dano às paredes celulares,

envolvendo mecanismos enzimáticos como atividade de peroxidases. Uma vez que a peroxidase é estimulada pelo estresse oxidativo, essa atua na remoção de átomos de hidrogênio dos álcoois, combinados com peróxido de hidrogênio para formar moléculas de água (Salisbury e Ross, 1992).

Desta forma, a exposição por baixa temperatura é um fator determinante no desenvolvimento de danos pelo frio, além da lesão visual que é variável dependendo do produto submetido ao frio, estágio de desenvolvimento e ponto de maturidade, no caso de frutos climatéricos (Miguel et al., 2011).

## **2.4 INDUTORES DE RESISTÊNCIA NA PÓS-COLHEITA**

Os indutores de resistência é uma medida que envolve a ativação de mecanismos de defesa nas plantas, por meio de moléculas denominadas de elicitores presentes ou produzidas pela própria planta com função de gerar respostas de defesa. Essa resistência induzida tem como objetivo evitar, ou atrasar, a entrada de patógenos em seus tecidos que pode ser ativada, através de agentes bióticos (micro-organismos e pragas), ou abióticos (substâncias químicas e fatores como umidade, temperatura, etc). Essas interações das plantas com os indutores são definidas a partir de um reconhecimento de tradução do sinal externo, ativação de mensageiros secundários e expressão de genes específicos (Pascholati e Leite, 1995; Leite et al., 1997).

As aplicações de indutores em frutos intensificam uma reação de defesa antes da invasão dos micro-organismos, retardando o processo de infecção e a senescência dos frutos no armazenamento (Senhor et al., 2009).

Nos últimos anos, trabalhos de pesquisa têm sido realizados visando à aplicação de indutores de resistência em diferentes tipos de frutos em pós-colheita, tais como maracujá (Lima Filho, 2008); goiaba (Pessoa et al., 2009); manga (Moura et al., 2006); laranja (Tomazetti et al., 2013); e mamão (González-Aguilar et al., 2004). Alguns tipos de indutores podem atuar no controle de alguns mecanismos, no entanto, a indução de resistência pode ocorrer pela interferência em processos fisiológicos e bioquímico da planta (Melo et al., 2016).

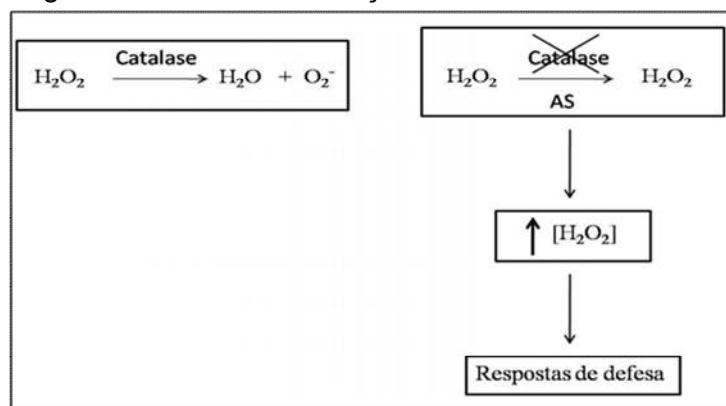
### **2.4.1 Ácido Salicílico**

O ácido salicílico é um elicitor que apresenta um importante papel de sinalizador em plantas, especialmente em defesa contra patógenos, sendo transportado via floema para as partes não infectadas da planta, principalmente na forma de metil salicilato e, inclusive, possui outra finalidade, servindo de sinal para plantas vizinhas (Uchôa et al., 2014).

Além disso, o ácido salicílico atua em uma série de mecanismos fisiológicos e bioquímicos, incluindo a indução da floração, produção de calor (termogênese), aumento da absorção de água, transporte de íons, germinação de sementes, resistência a doenças, inibição da síntese de etileno por atuar nas enzimas e também induzir a biossíntese de proteínas de choque térmico (Asghari e Aghdam, 2010).

O mecanismo de ação do ácido salicílico (Figura 1) foi inicialmente baseado na constatação de que este composto poderia se ligar a enzima catalase (CAT) e inibir sua ação, o que levaria a um aumento na concentração de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), ou de espécies reativas de oxigênio (EROs), derivadas de  $H_2O_2$ . Peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) pode atuar como uma molécula antimicrobiana contra patógenos, assim como seus derivados que atuam como intermediários na cascata de sinalização para a defesa vegetal (Cia et al., 2007; Soares e Machado, 2007).

Figura 1. Mecanismo de ação do ácido salicílico



Fonte: (Sobrinho et al., 2005).

A aplicação do ácido salicílico como indutor de resistência fortalece estruturas das paredes celulares das plantas. No entanto, essa biossíntese pode ser através de duas vias enzimáticas diferentes: pela via dos fenilpropanoides, a partir da L-fenilalanina que é convertida em ácido trans-

cinâmico que irá formar o ácido benzóico, convertido em ácido salicílico, por ação da enzima ácido benzóico-2-hidroxilase, e pela via do isocorismato, em que o corismato é convertido em isocorismato que é transformado em ácido salicílico. A via dos fenilpropanoides está relacionada com respostas de hipersensibilidade, que levam a morte celular, enquanto a via do isocorismato atua na resistência sistêmica adquirida contra o ataque de patógenos (Souza, 2007).

De acordo com Asghari e Aghdam (2010), o ácido salicílico inibe as enzimas que degradam a parede celular, tais como a poligalacturonase (PG), a lipoxigenase (LOX), celulase e a pectinametilesterase (PME), levando a uma redução do processo de amolecimento de frutos. Os efeitos negativos do AS sobre o ácido aminociclopropano carboxílico (ACC), poligalacturonase (PG), pectinametilesterase (PME), celulose e enzimas antioxidantes resultam na redução da produção e ação de etileno, o que leva a diminuição respiratória dos frutos.

Em geral, é perceptível que frutas, hortaliças ou flores são altamente perecíveis, com curta vida pós-colheita, e pode ser reduzida ainda mais, caso o manejo não seja adequado, permitindo desta forma maior ação do etileno e, conseqüentemente, menor vida de prateleira (Borsatti, 2014). Por isso que é importante avaliar o efeito do ácido salicílico como indutor de resistência.

Pesquisas de Asghari e Aghdam (2010) demonstraram que, com a aplicação exógena de ácido salicílico, o processo de etileno em frutos e, conseqüentemente, o processo de amadurecimento é diminuído a partir da redução da produção de etileno e da atividade de algumas enzimas responsáveis pela conversão do ACC em etileno. Kazemi et al. (2011), avaliando os efeitos do ácido salicílico sobre a qualidade dos frutos de maçã, verificaram que a imersão dos frutos nas concentrações 1,5 e 3,0 mM preservou importantes características como perda de massa, firmeza e os teores de sólidos solúveis.

#### **2.4.2 Metil jasmonato**

O uso de produtos que induzem resistência vem ganhando relevância no controle de doenças de plantas, dentre eles, destaca-se o metil jasmonato

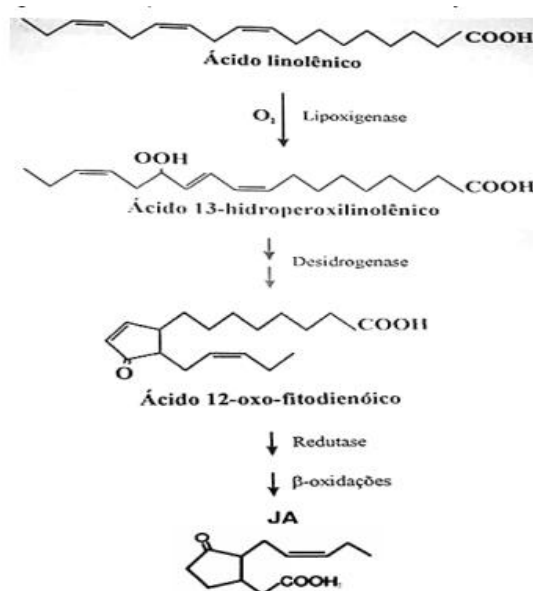
(Meja), que atua em várias espécies vegetais contra uma ampla gama de patógenos, incluindo fungos, vírus e bactérias, sendo uma forma de controle de doenças capazes de aumentar as perdas pós-colheita (Andrade et al., 2013).

Para Avanci et al. (2010), o metil jasmonato é considerado um importante regulador no mecanismo de resposta das plantas a estresses bióticos (ataque de patógenos e pragas) e abióticos (seca, baixa temperatura e salinidade), exercendo influência sobre a senescência.

Robaina (2013) afirma que o MeJa é uma molécula lipídica que possui uma grande capacidade de regular diversos processos fisiológicos e esse processo ocorre através da biossíntese da via do octadecanoide. O início desta via ocorre a partir do ácido  $\alpha$ -linolênico ( $\alpha$ -Lea) que se encontra nas membranas dos cloroplastos, composto este que é semelhante à prostaglandina.

A via biossintética do ácido jasmônico depende da ação sequencial de várias enzimas. A lipoxigenase promove a oxidação do ácido linolênico até a formação do ácido 13-hidroperoxilinolênico. O ácido 12-oxo-fitodienoico é formado a partir da ciclização do anel ciclopentanona e reações de  $\beta$ -oxidações que encurtam a cadeia lateral, com a produção final do de ácido jasmônico (Figura 2).

Figura 2. Via esquemática da biossíntese do metil jasmonato



Fonte: Kerbauy, 2004

Andrade et al. (2013) afirmam que a aplicação do indutor ácido jasmônico aumentará a resistência do tomateiro à infecção por *Pseudomonas syringae* pv., principalmente pelo aumento em atividade das enzimas peroxidase (POX), piruvato oxidorreductase e ferredoxina (PFOR), glutathione peroxidase, glutamina sintetase (GLU) e lipoxigenase (LOX).

Em um trabalho realizado com aplicação de metil jasmonato, observou-se redução nos sintomas de injúria pelo frio em pêssegos durante três semanas a 5 °C, atribuindo menor teor de compostos fenólicos, em relação ao controle (sem Meja) (Meng et al., 2009).

A eficiência do Meja depende também da concentração que deve ser aplicada e o tipo de fruto que está sendo estudado. Silva et al. (2017), analisando a aplicação de 1 e 10  $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  de Meja, observaram pouca influência no amadurecimento, porém, constatando aumento da respiração, produção de etileno e o amarelecimento da casca das goiabas 'Kumagai' colhidas no estágio amarelo.

Cao et al. (2009), com objetivo de avaliar o efeito de MeJa em relação ao sistema antioxidante e composição de ácidos graxos em nêspersas submetida ao *chilling*, verificaram que a atividade da enzima catalase (CAT) e ascorbato peroxidase (APX) diminuiu, enquanto o conteúdo de  $\text{O}^{-2}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$  aumentou, concomitante com o desenvolvimento dos sintomas de *chilling* nos frutos controle.

### **2.4.3 Quitosana**

A quitosana é um polissacarídeo oriundo da hidrólise alcalina do grupamento N-acetil da quitina, considerado como principal componente do exoesqueleto de artrópodes e da parede celular de alguns fungos, constituindo-se ainda o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza (Santos, 2014).

Por ser um produto natural, de baixo custo, abundante, a quitosana tem sido proposta como um material potencialmente atraente para os diversos usos, como na área alimentícia, biotecnologia, ciência dos materiais, tratamento de água, produtos farmacêuticos e agricultura, incluindo a

propriedade de não ter quase nenhuma toxicidade ao homem (Azevedo et al., 2007).

Ao trabalhar a aplicação da quitosana em tomates, armazenados sob a temperatura de 2 °C e 25 °C, Liu et al. (2007) observaram alteração de aumento significativo na atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase, e no conteúdo de compostos fenólicos.

Estudos afirmam que o recobrimento com quitosana a 1,5%, retardou o amadurecimento em mangas 'Tommy Atkins' "de vez", durante nove dias de armazenamento a 23 °C, propiciando melhor manutenção da cor da polpa, dos teores de sólidos solúveis, de acidez titulável, de ácido ascórbico (Souza et al., 2011).

Cerqueira et al. (2011), utilizando quitosana a 6%, observaram perda normal de firmeza em goiabas. Oshiro et al. (2012) observaram que a utilização de quitosana em goiabas Pedro Sato, armazenadas em temperaturas 5 e 10 °C, tiveram aumento nos teores de açúcares redutores em todos os tratamentos.

## REFERÊNCIAS

Andrade, C. L., Resende, R. S., Rodrigues, F. A., Silveira, P. R., Rios, J. A., Oliveira, J. R., Mariano, L. R. L. (2013). Indutores de resistência no controle da pinta bacteriana do tomateiro e na atividade de enzimas de defesa. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 1, p.028-034.

Asghari, M., Aghdam, M. S. (2010). Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, n. 1, p.502-509.

Avanci, N. C., Luche, D. D., Goldman, G. H., Goldman, M. H. S. (2010). Jasmonates are phytohormones with multiple functions, including plant defense and reproduction. **Genetics and molecular Research**, v. 9, n. 1, p.484-505.

Azevedo, I. G., Oliveira, J.G., Silva, M.G., Pereira, T., Correia, S.F., Vargas, H., Façanha, A. R. (2008). P-type H<sup>+</sup>ATPases activity, membrane integrity, and apoplastic pH during papaya fruit ripening. **Postharvest Biology Technology**, v. 48, n. 1, p.242-247.

Azevedo, V. V. C., Chaves, S. A., Bezerra, D. C., Lia Fook, M. V., Costa, A. C. F. (2007). Quitina e Quitosa: aplicações como biomateriais, **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 2, n. 3, p.27-34. ISSN: 1809-8797.

Borsatti, F. C. (2014). **Ácido salicílico na qualidade pós-colheita de frutos, hortaliças folhosas e flores**. 81p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PR-Brasil.

Brackmann, A., Steffens, C. A., Andriolo, J. L., Pinto, J. A. V. (2007). Armazenamento de tomate cultivar "Cronus" em função do estágio de maturação e da temperatura. **Revista Ciência Rural**, v. 37, n. 5, p.1295-1300. ISSN: 0103-8478.

Bremenkamp, C. A. (2015). **Caracterização dos parâmetros de qualidade microbiológica e Físico química de mamão na pós-colheita**. Disponível em:<<http://www.agais.com/tpc/capitulo.php>>. Acesso em: 17 fev.

Cao, S., Zheng, Y., Wang, K., Jin, P., Rui, H. (2009). Methyl jasmonate reduces chilling injury and enhances antioxidant enzyme activity in postharvest loquat fruit. **Plant Science**, v. 115, n. 1, p.1458-1463.

Cerqueira, T. S., Jacomino, A. P., Sasaki, F. F., Alleoni, A. C. C. (2011). Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e quitosana. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p.216-221.

Chitarra, M. I. F., Chitarra, A. B. (2005). **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA.

Cia, P., Bron, I. U., Valetini, S. R. T., Pio, R., Chagas, E. A. (2007). Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita da amora-preta. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p.11-16.

Damodaran, S., Parkin, K. L., Fennema, O. R., (2010). **Química de alimentos de Fennema**. 4 ed., p.900, ISBN: 978-85-363-2248-3.

Donadon, J. R., Durigan, J. F., Morgado, C. M., Santos, L. O. (2012). Armazenamento refrigerado de abacates 'Hass'. **Revista Brasileira de fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 981-989.

Figueiredo Neto, A., Olivier, N. C., Rojas, A. B. G., Silva, J. C., Padilha, C. (2013). Evaluation of post-harvest variety papaya 'Formosa' subjected to mechanical damage and compression tests during storage. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, v. 22, n.1, p.5-10.

Gomes, B. L. (2012). **Efeitos da conservação de mamão (*Carica papaya* cv. Golden) a baixa temperatura sobre os compostos voláteis constituintes do aroma**. 67p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e nutrição experimental). Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo-SP, Brasil.

González-Aguilar, G. A., Tiznado-Hernández, M. E., Zavaleta-Gatica, R., Martínez-Téllez, M. A. (2004). Methyl jasmonate treatments reduce chilling injury and activate the defense response of guava fruits. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 313, n. 3, p.694-701.

IBGE. (2016). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acessado em 10 de Novembro de 2016.

Julião, L., Tapetti, R. A., Mello, G. C. da S. (2011). Cadeia do frio: Garantia de vida mais longa e saudável. **Hortifrúti Brasil**. Publicação do CEPEA – ESALQ/USP.

Kaniunga, Z. (2008). Chilling response of plants: importance of galactolipase, free fatty acids and free radicals. **Plant Biology**, v. 10, n. 2, p.171-184.

Kazemi, M., Aran, M., Zamazi, S. (2011). Effect of salicylic acid treatments on quality characteristics of Apple fruits during storage. **American Journal of Plant Physiology**, v. 6, p. 113-119.

Kerbauy, G. B. (2004). **Fisiologia Vegetal**. 1 Ed. Guanabara Koogan, p.472.

Khademi, O., Zamani, Z., Mostofi, Y., Kalantari, S., Ahmadi, A. (2012). Extending Storability of Persimmon Fruit cv. Karaj by Postharvest Application of Salicylic Acid. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 14, n. 1, p.1067 – 1074.

- Kruse, N. D. (2006). Estresse oxidativo em girasol (*Helianthus annuus*) indica sinergismo para mistura dos herbicidas metibuzin e cloma zona. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p.379-390.
- Langaro, A. C., Nohatto, M. A., Perboni, L. T., Tarouco, C. P., Agostinetto, D. (2014). Alterações fisiológicas na cultura do tomateiro devido à deriva simulada de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 1, p.40-46.
- Leite, B., Roncatto, L. D.B., Pascholati, S. F., Lambais, M. R. (1997). Reconhecimento e transdução sinais moleculares em interações planta-fungos patogênicos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v, 5, p 235-280.
- Lima Filho, R. M. (2008). **Controle alternativo da antracnose do maracujá-amarelo na pós-colheita**. 75f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.
- Liu, J., Tian, S., Meng, X., Xu, Y. (2007). Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological response of tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 44, n. 3, p.300-306.
- Mazaro, S. M. (2008). Comportamento pós-colheita de frutos de morangueiro após a aplicação pré-colheita de quitosa e acibenzolar-s-metil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p.185-190.
- Melo, L. G. L., Silva, E. K. C., Neto, J. R. M. C., Lins, S. R. O., Rodrigues, A. A. C., Oliveira, S. M. A. (2016). Indutores de resistência abióticos no controle da fusariose do abacaxi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 10, p.1703-1709.
- Meng, X., Han, J., Wang, Q., Tian, S. (2009). Changes in physiology and quality of peach fruits treated by methyl jasmonate under low temperature stress. **Food Chemistry**, v. 144, n. 3, p.1028 – 1035.
- Miguel, A. C. A., Durigan, J. F., Morgado, C. M. A., Gomes, R. F. O. (2011). Injúria pelo frio na qualidade pós-colheita de mangas cv. Palmer. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. especial, p.255-260.
- Molinari, A. C. F. (2007). **Métodos combinados para preservar a qualidade pós-colheita de mamão 'Golden' tipo exportação**. Tese (Doutorado em Ciências). 75f. Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.
- Moura, C., Muszinski, P., Schmidt, C., Almeida, C., Pinto, P. (2006). Quitina e quitosana produzidas a partir de resíduos de camarão e siri: avaliação do processo em escala piloto. **Revista de Ciências Exatas e Engenharias**, v.16, n. 1, p.37-45.
- Muñoz, T., Ruiz-Cabello, J., Molina-García, A. D., Escribano, M. I., Merodio, C. (2001). Chilling temperature storage changes the inorganic phosphate pool

distribution in cherimoya (*Annona cherimola*) fruit. **Journal of the American for Horticultural Science**, v. 1, n. 126, p.122-127.

Oliveira, M. G. (2012). **Armazenamento de frutos de mamoeiro: investigação da participação da oxidase alternativa e da proteína desacopladora na respiração em mitocôndrias isoladas da polpa do fruto**. 122p. Tese (Doutorado em produção vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense darcy Ribeiro, campos dos Goytacazes – RJ, Brasil.

Oshiro, A. M, Dresch, D. M, Scalon, S. P. Q. (2012). Preservação de goiabas 'Pedro Sato' armazenadas sob atmosfera modificada em refrigeração. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 213-221.

Pascholati, S. F., Leite, B. (1995). Hospedeiro: mecanismos de resistência. IN: Bergamin Filho, A.; Kimati, H.; Amorin, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 1, cap. 22, p.417-453.

Pessoa, W. R. L. S., Lopes, A. L. L., Costa, V. S. O., Oliveira, S. M. A. (2009). Efeito do tratamento hidrotérmico associado a Indutores de resistência em pós-colheita de goiaba. **Caatinga**, v. 22, n. 1, p.85-90.

Reis, R. O., Viana, E. S., Jesus, J. L., Dantas, J. L. L., Lucena, R. S. (2015). Caracterização físico-química de frutos de novos híbridos e linhagens de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 3, p.210-217.

Robaina, A. S (2013). **Avaliação de metil jasmonato e de ácido salicílico no controle pós-colheita de podridões em morango 'Oso Grande'**. 83p. Dissertação de mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola. Campinas, SP, Brasil.

Salisbury, F. B., Ross, C. W. (1992). **Plant physiology**. 4 ed. Belmont: Wadsworth.

Santos, F. M. S. (2014). **Utilização de quitosana no revestimento de filés de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) e na preparação de filmes incorporados com óleos essenciais**. 147p. Tese (Doutorado em Bioquímica e Fisiologia) Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco-PE, Brasil.

Senhor, R.F., Souza, P.A., Andrade Neto, R.C. Maracajá, P.B., Nascimento, F.J. (2009). Manejo de doenças pós-colheita. **Revista Verde**, v. 4, n. 1, p. 00-13.

Serkedjieva, J. (2011). Antioxidant effects of plant polyphenols: a case study of a polyphenol-rich extract from *Geranium sanguineum* L. In: Gupta, S.D. **Reactive oxygen species and antioxidants in higher plants**. Enfield: Science Publishers, Chap.13, p.275-293.

Serrano, L. A. L.; Cattaneo, L. F. (2010). O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p.657-959.

Sestari, I. (2010). **Indução de tolerância de frutos às injúrias de frio: aspectos fisiológicos e bioquímicos**. 142 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba- SP, Brasil.

Shinagawa, F. B. (2009). **Avaliação das características bioquímicas da polpa de mamão (*Carica papaya* L.) processada por alta pressão hidrostática**. Dissertação (Mestrado em processos químicos e bioquímicos), Tecnologias alternativas para conservação de Alimentos. Rio de Janeiro- RJ, Brasil.

Siboza, X. I., Bertling, I., Odindo, A. O. (2014). Salicylic acid and methyl jasmonate improve chilling tolerance in cold-stored lemon fruit (*Citrus limon*). **Journal of Plant Physiology**, v. 171, n. 1. p.1722-1731.

Silva, B. M. P., Binoti, R. M., Cia, P., Valentini, S. R. T., Bron, I. U. (2017). Efeito do metil jasmonato no amadurecimento e no controle da antracnose em goiaba “Kumagai”. **Bragantia**, v. 76, n. 1, p.167-176.

Silva, J. de S., Finger, F. L., Côrrea, P. C. (2008). **Secagem e armazenamento de produtos agrícolas. Armazenamento de frutas e hortaliças**. Viçosa, MG. p.469-502.

Singh, S. P, Singh, Z. (2013). Postharvest cold storage-induced oxidative stress in Japanese plums (*Prunus salicina* Lindl cv. Amber jewel) in relation to harvest maturity. **Australian Journal Crop Science**, v. 7, n. 3, p.131-400.

Skog, Lisa. J. (1998). **Chilling injury of horticultural crops. Factsheet**, Ontario, 736, 202, Disponível em:. Acesso em: 04 ago. 2017

Soares, A. M. S., Machado, O. L. T. (2007). Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 1, n. 1, p.9-19.

Sobrinho, C. A., Ferreira, P. T. O., Cavalcanti, L. S. (2005). Indutores Abióticos. **In: Indução de Resistência em plantas a patógenos e insetos**. Editores: Cavalcanti, L. S.; Di Piero, R. M.; Cia, P.; Pascholati, S. F.; Resende, M. L. V.; Romeiro, R. S. Piracicaba, SP, FEALQ, p.51 – 80.

Souza, A. P. M. (2007). **Estudo do efeito de respostas de hipersensibilidade sobre a parede celular em cultura de células de amora-preta (*Rubus fruticosus*)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Ribeirão Preto-SP, Brasil.

Souza, M. L. de, Morgado, C. M. A., Marques, K. M., Mattiuz, C. F. M. Mattiuz, B. (2011). Pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. especial, p.337-343. ISSN: 0100-2945.

Souza, M. S., Azevedo, I. G., Corrêa, S. F., Silva, M. G., Pereira, M. G., Oliveira, J. G. (2009). Resposta da aplicação do 1-MCP em frutos de mamoeiro

'Golden' em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n.3, p.693-700.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos TACO. (2011). 4ª ed. Campinas (SP): NEPA Unicamp.

Teodosio, A. E. M. de M. (2014). **Qualidade pós-colheita do mamão golden (*Carica papaya* L.) utilizando recobrimentos biodegradáveis**. 48p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa- JP, Brasil.

Teruel, B. J. M. (2008). Tecnologia de resfriamento de fruta e hortaliças. Campinas, São Paulo.

Tomazetti, T. C., Rossalora, M. D., Copatti, A. S., Monteiro, A. M., Righi, P. S., Heiffig-Del-Aguila, L. S., Aguila, J. S. (2013). Indutor de resistência na pós-colheita de laranja Salustiana. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 14, n. 2, p.133-138.

Uchôa, C. N., Pozza, E. A., Uchôa, K. S. A., Júnior, P. M. R., Toyota, M., Moraes, W. S., Freitas, M. L. O., Silva, B. M. (2014). Cibenzolar-S-Methyl and silicium as a inductor of resistance to Black sigatoka of banana cultivar Grand Naine (AAA). **Revista Agrarian**, v. 7, n. 24, p.189-196.

Valero, D., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Castillo, S., Guillén, F., Matínez-Romero, D., Serrano, M. (2011). Postharvest treatments with salicylic acid, acetylsalicylic acid or oxalic acid delayed ripening and enhanced bioactive compounds and antioxidant capacity in sweet cherry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 10, p.5483 – 5489.

Viana, E. S., Reis, R. C., Silva, S. C. S., Neves, T. T., Jesus, J. L. (2015). Avaliação físico-química e sensorial de frutos de genótipos melhorados de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 3, p.297-303.

## CAPÍTULO II

### INDUÇÃO DE TOLERÂNCIA AS DESORDENS FISIOLÓGICAS EM PÓS-COLHEITA DE MAMÃO COM USO DE METIL JASMONATO E ÁCIDO SALICÍLICO

### INDUCTION OF TOLERANCE AS PHYSIOLOGICAL DISORDERS IN POST-HARVEST OF MAMMON WITH USE OF METHYL JASMONATE AND SALICYLIC ACID

Jordânia Araújo<sup>1</sup>; Laesio Pereira Martins<sup>2</sup>; Raunira da Costa Araújo<sup>2</sup>; Solange de Sousa<sup>2</sup>; Aline Kelly Pedro de Araújo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pós-Graduanda em Tecnologia Agroalimentar (PPGTA),  
UFPB/CCHSA/ Campus III/Bananeiras-PB, CEP: 58220-000 E-mail:  
[Jordania\\_1990@hotmail.com](mailto:Jordania_1990@hotmail.com)

<sup>2</sup>Docente da UFPB – Campus III/Bananeiras-PB, CEP: 58220-000.  
Departamento de Gestão e Tecnologia Agroalimentar (DGTA). E-mail:  
[laesiopm@gmail.com](mailto:laesiopm@gmail.com)

<sup>2</sup>Docente da UFPB – Campus III/ Bananeiras-PB, CEP: 58220-000.  
Departamento de Agricultura (DA). E-mail:  
[arinuar@hotmail.com](mailto:arinuar@hotmail.com)

<sup>2</sup>Docente da UFPB – Campus III/ Bananeiras-PB, CEP: 58220-000.  
Departamento de Agricultura (DGTA). E-mail:  
[Solange\\_ufpb@yahoo.com.br](mailto:Solange_ufpb@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Docente do IFPE – Campus Afogados do Ingazeira/ CEP: 58800-000.  
Departamento de Ensino (DEN). E-mail:  
[alinne.agro@gmail.com](mailto:alinne.agro@gmail.com)

## INDUÇÃO DE TOLERÂNCIA AS DESORDENS FISIOLÓGICAS EM PÓS-COLHEITA DE MAMÃO COM USO DE ÁCIDO JASMÔNICO E ÁCIDO SALICÍLICO

RESUMO - O mamão é um fruto muito perecível quando manuseado de forma inadequada, após a colheita, resultando em altas perdas por ser climatérico e, por isso, as mudanças acontecerem de forma acelerada, ocasionando o amadurecimento. No entanto, esse fruto é sensível a baixas temperaturas de armazenamento, o que se faz necessário a aplicação de tecnologias que estenda sua vida útil após a colheita. Diante disto, o objetivo foi verificar o efeito da aplicação de indutores de resistência, como método de proteção ao dano pelo frio em mamões Sunrise Solo na pós-colheita. Os frutos foram oriundos do município de São de João de Mipibu-RN e o trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia e Pós-colheita da Universidade Federal da Paraíba. O experimento I- Aplicação dos indutores de ácido salicílico e metil jasmonato, ambos em concentrações de 2,5 mM e 5,0 mM. Os frutos foram armazenados em temperaturas de 6, 7, 8, 9 °C e avaliados a cada 2 dias, perfazendo um período total de armazenamento de 10 dias. Para cada período, utilizou-se três repetições de três frutos, para determinações de avaliações físicas, físico-químicas e bioquímicas. Diante dos resultados obtidos, constatou-se que o ácido salicílico reduziu a perda de massa, apresentando melhor manutenção de firmeza, sólidos solúveis, extravasamento de eletrólitos e peroxidação de lipídeos. Os frutos com aplicação de ácido salicílico (2,5 mM e 5,0 mM) mantidos nas diferentes temperaturas retardaram a maturação, preservando os frutos do dano pelo frio.

**Palavras-chave:** Baixas temperaturas, dano pelo frio, perda de massa

## INDUCTION OF TOLERANCE OF PHYSIOLOGICAL DISORDERS IN POST-HARVEST OF MAMON WITH USE OF JASMONIC ACID AND SALICILIC ACID

**ABSTRACT-** Papaya is a very perishable fruit when improperly handled after harvest, resulting in high losses because it is climacteric and, therefore, changes happen accelerated, causing ripening. However, this fruit is sensitive to low storage temperatures, which requires the application of technologies that extend its shelf life after harvest. Given this, the objective was to verify the effect of the application of resistance inductors as a method of protection against cold damage in Sunrise Solo papayas postharvest. The fruits came from the city of São de João de Mipibu-RN and the work was performed at the Laboratory of Physiology and Postharvest of the Federal University of Paraíba. The experiment I- Application of salicylic acid and methyl jasmonate inducers, both at concentrations of 2.5 mM and 5.0 mM. Fruits were stored at temperatures of 6, 7, 8, 9 ° C and evaluated every 2 days for a total storage period of 10 days. For each period, three replicates of three fruits were used to determine physical, physicochemical and biochemical evaluations. Given the results, it was found that salicylic acid reduced mass loss, presenting better firmness, soluble solids, electrolyte leakage and lipid peroxidation. Fruits with application of salicylic acid (2.5 mM and 5.0 mM) maintained at different temperatures delayed ripening, preserving the fruits from cold damage.

**Keywords:** Low temperatures, cold damage, mass loss

## 1. INTRODUÇÃO

O mamão (*Carica papaya* L.) é um dos frutos tropicais mais cultivados no mundo, sendo o Brasil um dos maiores produtores dessa fruta (IBGE, 2014). Apesar da elevada produtividade no setor frutícola, as perdas pós-colheita são elevadas, apresentando impactos na redução a disponibilidade dos frutos.

Após a colheita, o mamão apresenta vida útil relativamente curta e completa o seu amadurecimento em aproximadamente uma semana sob condição ambiente, promovendo perdas quantitativas e qualitativas dos frutos (Godoy et al., 2010).

A redução de perdas pós-colheita do mamão pode ser restringida através do uso de refrigeração, pois esta pode retardar o processo de amadurecimento, prolongando a vida útil. Temperaturas compreendidas entre 9 e 12 °C são geralmente as mais utilizadas para o seu armazenamento, dependendo de fatores como estágio de maturação, tipo de cultivar e condições ambientais de produção (Chen e Paull, 2003; Almeida et al., 2006). Por ser uma fruta tropical sensível ao frio, o mamão não tolera temperaturas de armazenamento muito baixas.

A temperatura mínima para o armazenamento do mamão é determinada pela sua suscetibilidade à injúria ao frio. Entretanto, a temperatura não é suficiente para manter a vida útil, pois muitas vezes, mesmo que as práticas utilizadas sejam adequadas, pode ocorrer aparecimento de distúrbios fisiológicos afetando a qualidade dos vegetais. Todavia, cada vegetal suporta um limite mínimo de armazenamento.

Diante disto, é importante o uso de técnicas que retardem o aparecimento dos danos pelo frio, prolongando a vida útil dos vegetais na pós-colheita. Para controlar ou minimizar o aparecimento desses danos pelo frio, a indução de resistência é uma alternativa viável, sendo uma prática de manejo que pode ser efetuada através de aplicações de indutores bióticos e abióticos.

O aumento do nível de resistência das plantas, com a utilização de agentes externos (indutores ou elicitores), que promovam respostas induzidas de defesa, como modificações fisiológicas, morfológicas e até a ativação da transcrição de genes, sem alterar o genoma das plantas (Dixon et al., 1994).

O ácido salicílico (AS) tem a capacidade de atrasar a senescência em frutas, indução de resistência a doenças e reduzir até 30% o efeito da biossíntese do etileno (Imram, 2007). Weber et al. (2012) encontraram o efeito da aplicação de ácido salicílico na indução de resistência e manutenção da qualidade pós-colheita de maracujás.

O metil jasmonato (Meja) interfere nos processos fisiológicos e bioquímicos, demonstrando resultados promissores na indução de resistência, através da biossíntese de metabólitos secundários (Zhou e Memelink, 2016).

Portanto, objetivou-se verificar o efeito da aplicação de indutores de resistência como método de proteção ao dano pelo frio em mamões Sunrise Solo na pós-colheita.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Obtenção e colheita dos frutos**

Os frutos do mamoeiro do grupo Solo foram provenientes de plantio comercial localizado na cidade de São João de Mipibu– RN. O município de São José do Mipibu está situado na mesorregião Leste Potiguar e na microrregião Macaíba, limitando-se com os municípios de Macaíba, Parnamirim, Nísia Floresta, Arês, Brejinho, Monte Alegre e Vera Cruz. Possui área de 293 km<sup>2</sup>, a sede do município tem uma altitude média de 58 metros e possui coordenadas 06°04'30,0" de latitude Sul e 35°14'16,8" de longitude Oeste (Beltrão et al., 2005).

Os mamões foram colhidos manualmente de acordo com o estágio de maturação comercial da Ceagesp (2003), frutos com 15 a 25% da superfície da casca amarela.

### **2.2 Instalação e condução do experimento**

O experimento foi realizado no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras–PB. No período de Maio a Junho de 2017.

Os mamões Sunrise Solo foram selecionados de acordo com estágio de maturação e tamanho uniforme, descartando-se os frutos que apresentavam danos mecânicos e manchas na casca. Posteriormente, realizou-se a lavagem

em água corrente para eliminação de resíduos provenientes da colheita e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio (200 ppm) por imersão durante 5 minutos. Após a sanitização, os frutos foram lavados com água destilada, para retirada do excesso do cloro, e mantidos em temperatura ambiente até a secagem e posteriormente separados para aplicação de seus respectivos tratamentos (Figura 1).

Figura 1. Secagem dos frutos



### 2.3 Preparo e aplicação das soluções de indutores de resistência

Os frutos foram separados de acordo com os tratamentos a serem aplicados (Tabela 1). As soluções de metil jasmonato (2,5 e 5,0 mM) foram obtidas através da diluição em 50 mL de água destilada, homogeneizada para a integração das partículas das soluções.

Tabela 1- Tratamentos aplicados na pós-colheita de mamão Sunrise solo armazenados em temperaturas a 6, 7, 8 e 9 °C

Nº de tratamentos	Tratamentos aplicados
1	Testemunha
2	Ácido salicílico 2,5 mM
3	Ácido salicílico 5,0 mM
4	Metil jasmonato 2,5 mM
5	Metil jasmonato 5,0 mM

Após preparadas, as soluções foram transferidas para béqueres envolvidos com papel alumínio, sendo colocados juntos com os mamões em

caixas de isopor de 50 litros, com circulação de ar forçada, junto com seus respectivos tratamentos (metil jasmonato) para a exposição das soluções com os frutos, durante o período de 12 horas.

Para aplicação do ácido salicílico, os frutos foram separados de acordo com seus tratamentos: as soluções de ácido salicílico (2,5 e 5,0 mM) foram obtidas através da diluição em 2,5 e 5,0 L de água destilada, e homogeneizadas até a obtenção de um líquido transparente, adicionando a solução espalhante adesivo Tween<sup>®</sup> 80 (0,01% v/v). Após preparadas as soluções indutoras, os frutos foram imersos, durante um período de 10 minutos, e logo depois colocados em mesa inox, em condições ambiente para drenar o líquido em excesso. Os mamões do tratamento testemunha também foram mergulhados em água destilada por um período de 10 minutos sob temperatura ambiente, e em seguida colocados para drenar o líquido em excesso.

#### **2.4 Acondicionamento e armazenamento**

Os mamões foram pesados após aplicação dos tratamentos, em seguida, acondicionados em quantidade de três unidades por bandeja de polipropileno, com dimensões de 30 x 20 cm. Os frutos foram armazenados em incubadoras dotadas de sistema de ventilação B.O.D nas temperaturas de 6°, 7°, 8°, 9 °C (85% ± 5 UR), durante um período de 10 dias.

#### **2.5 Avaliações**

As avaliações foram realizadas por período, sendo a cada dois de armazenamento, utilizando 15 frutos, e estes retirados de acordo com o período de tratamento. Fez-se o monitoramento da evolução do dano pelo frio a baixa temperatura, no momento da instalação do experimento e durante a exposição dos frutos em cada período de armazenamento, como também as seguintes avaliações:

##### **2.5.1. Descrição das análises físicas**

**Perda de massa fresca (%):** Determinada pela diferença entre o peso inicial dos frutos para cada período de análise, usando-se balança semi-analítica Bel engineering;

**Firmeza (N):** Determinada com penetrômetro manual MOD PTR-300, equipado de uma ponteira de 3 mm de diâmetro, tomando-se duas leituras por fruto, na região equatorial dos frutos, sendo os valores expressos em Newtons (N).

**Coloração da casca:** Realizadas através de Colorímetro, modelo Delta Vista d.0, a qual expressa a cor nos parâmetros: L\* corresponde à luminosidade variando de (100 branco; zero preto), b\* corresponde a intensidade (cor clara ou escura) e h\* corresponde ao ângulo hue, relacionado a coloração básica.

### 2.5.2. Descrição das análises físico-químicas

**Sólidos solúveis (SS):** determinados com refratômetro digital NOVA, segundo Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados foram expressos em %;

**Acidez titulável (AT):** determinado por titulometria com NaOH 0,1 M, segundo Instituto Adolfo Lutz (2008) e expressa em % de ácido cítrico;

**Ácido ascórbico (mg.100 g<sup>-1</sup>):** determinada por espectrofotometria Bel Photonics em que foram lidas a 520 nm, segundo Person e Cox (1976);

**Extravasamento de eletrólitos:** determinado com base método de McCollum e McDonald (1991). Seis discos da casca foram extraídos, em seguida, colocados em 25 mL de manitol 0,4 M, e incubados em estufa durante 3 horas. Foi realizada a leitura de condutividade elétrica em temperatura ambiente. O total de eletrólitos foi determinado nas amostras depois que elas foram autoclavadas durante 30 minutos a 121 °C e resfriadas até a temperatura ambiente. Os dados foram expressos como porcentagem do total de eletrólito;

**Peroxidação de lipídeos:** determinada pelo pela medição de Malonaldeído (MDA) produzido, usando método de ácido tiobarbitúrico de acordo com Heath e Packer (1968). Para a extração foram retirados 0,1 g da polpa e colocadas em solução de 5 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 20% contendo 0,5% de TBA. Mistura foi aquecida em banho-maria a 95 °C durante 30 minutos, aferreceu-se rapidamente, em seguida, centrifugadas a 10.000 rpm durante 15 minutos. A absorbância foi lida em comprimento de onda de 532 nm e 600 nm. Os resultados foram calculados pela equação 1:

$$\text{Eq1. MDA} = (\text{Abs } 532 - \text{Abs } 600) / 155,10$$

**Açúcares totais:** A quantificação dos açúcares totais foi realizada pelo método de ANTRONA, descrito por Yemn e Willis (1954). O extrato foi preparado utilizando-se 0,1 g de polpa diluída em 100 mL de água destilada. Uma alíquota de 0,1 mL do extrato foi misturada a 0,90 mL de água e a 2,0 mL da solução de ANTRONA para obtenção das amostras, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 95 °C por 8 minutos. A curva padrão foi preparada com glicose e as leituras das amostras foram feitas em espectrofotômetro a 620 nm.

### 2.5.3. Descrição das análises bioquímicas

**Pofenóis extraíveis totais (PET):** realizada conforme descrito pelo método de Waterhouse (2002). Tomou-se 2 g da polpa, adicionando 4 mL de metanol 50% e deixando para extrair por 1 hora. Em seguida, a mistura foi centrifugada a 15.000 rpm durante 15 minutos. O primeiro sobrenadante foi armazenado e, ao resíduo, adicionou-se 4 mL de acetona 70%, deixando-se extrair por 1 hora. Em seguida, foi repetida a centrifugação e o sobrenadante foi adicionado ao primeiro e completado com água destilada em um tubo de Falcon graduado que já continha o sobrenadante da primeira extração. Em tubo de ensaio, colocou-se uma alíquota de 200 µL do extrato, acrescida de 1800 µL de água destilada, mais 150 µL do reagente de Folin Ciocalteu, 350 µL de carbonato de sódio 20%. Agitou-se o tubo de ensaio e repouso em banho-maria a 40 °C durante 30 minutos. Após a amostra esfriar, realizou-se a leitura em espectrofotômetro, no comprimento de onda a 765 nm expressando os resultados em mg.100g<sup>-1</sup>. Os resultados fora calculados pela seguinte equação 2:

$$\text{Eq2. PET(mg.100g}^{-1}\text{)} = (x*100/Z)/ 1000$$

### 2.6 Delineamento experimental e análise dos dados

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (5 x 6) tratamentos e períodos com três repetições de 3 frutos, totalizando 360 frutos. Os fatores estudados foram os tratamentos e períodos de armazenamento.

As análises estatísticas foram realizadas separadamente para cada temperatura, em triplicatas, e os dados obtidos foram submetidos à análise de

variância e regressão, utilizou-se o programa SAS® versão 9.1 (2013), licenciado para Universidade Federal da Paraíba.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Perda de massa**

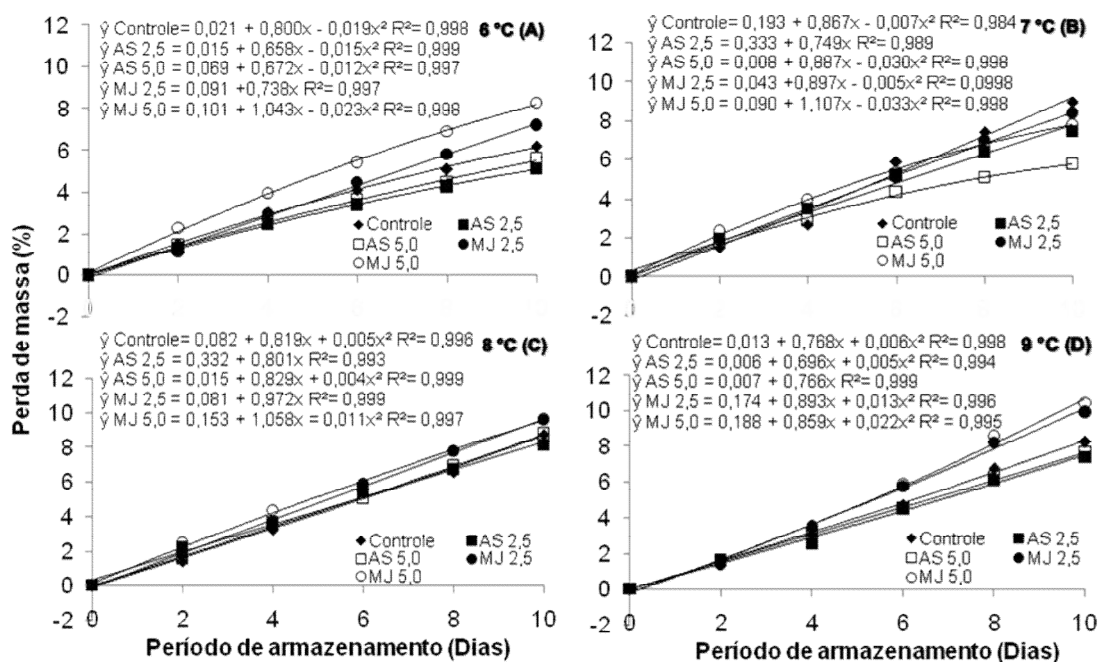
No armazenamento a 6 °C, os mamões Sunrise Solo tratados com metil jasmonato (Meja) 2,5 e 5,0 mM apresentaram maiores perdas de massa durante o armazenamento, chegando ao final com 7,22% e 8,27%. Esse fato pode ter sido atribuído ao efeito do metil jasmonato ocasionar a senescência, levando ao aumento do etileno, provocando o aumento da taxa respiratória e, conseqüentemente, a perda de água nos frutos. Os tratamentos com ácido salicílico (AS) nas concentrações de 2,5 e 5,0 mM apresentaram menores perdas de massa durante o armazenamento em relação aos tratamentos com metil jasmonato, proporcionando melhor manutenção até os 10 dias, correspondendo ao final valores de 5,10% e 5,62% (Figura 2A).

A perda de massa em mamões armazenados a 7 °C (Figura 2B) foram influenciadas pelos tratamentos, durante os períodos de armazenamento, apresentando aumento expressivo, principalmente para os mamões tratados com metil jasmonato 5,0 mM até os 4 dias de armazenamento, com 3,97%, seguido do tratamento metil jasmonato 2,5 mM (3,49%). Mamões tratados com AS nas concentrações 2,5 e 5,0 mM, apresentaram as menores perdas de massa, com 5,21% e 4,35% no 6º dia de armazenamento. Aos 10 dias de armazenamento, as menores perdas (8,11 e 8,77%) foram observadas para os frutos do tratamento AS 2,5 e 5,0 mM, enquanto que as maiores perdas foram verificadas para os mamões tratados com metil jasmonato (Meja) nas concentrações 2,5 e 5,0 mM ao final do armazenamento, com valores de 8,40 e 7,79%, respectivamente.

As maiores perdas de massa em mamões Sunrise Solo, armazenados a 8 °C, foram observadas para os frutos tratados com metil jasmonato 2,5 mM até o 4º dia de armazenamento (4,33%). Aos 6º dia de armazenamento as maiores perdas de massa foram verificadas em mamões submetidos aos tratamentos com metil jasmonato 2,5 e 5,0 mM, os quais apresentaram as maiores perdas até o final do armazenamento, em comparação aos demais

tratamentos, alcançando valores de 9,58 e 9,68%. Os tratamentos com AS 2,5 e 5,0 mM apresentaram as menores perdas de massa ao longo do armazenamento, que os demais frutos dos tratamentos, alcançando ao 10º dia de armazenamento menores valores (8,11% e 8,77%), que os demais tratamentos (Figura 2C).

Figura 2. Perda de massa (%) em frutos de mamoeiro Sunrise Solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência



Os maiores percentuais de perdas de massa foram constatadas para os mamões contendo metil jasmonato 2,5 e 5,0 mM a partir do 6º dia de armazenamento a 9 °C, com valores de 5,74% e 5,85%, chegando ao final deste, valores de 9,92% e 10,42%, maiores que os demais tratamentos. Os mamões contendo AS 2,5 e 5,0 mM foram os que tiveram menores perdas ao longo do armazenamento, correspondendo ao final de 7,36% e 7,61% (Figura 2D).

Comparando as temperaturas de armazenamento, empregadas na conservação, associados aos indutores de resistência, pode-se perceber que os mamões armazenados as temperaturas 6 e 7 °C apresentaram menores valores de perda de massa em relação aos mamões mantidos a 8 e 9 °C.

Analisando os resultados obtidos, o efeito da aplicação do indutor ácido salicílico 2,5 mM e 5,0 mM em mamões armazenados nas temperaturas 6, 7, 8 e 9 °C, apresentaram redução na perda de massa quando comparadas aos mamões dos tratamentos com metil jasmonato 2,5 e 5 mM. As menores perdas de massa, encontradas nos frutos submetidos aos tratamentos com ácido salicílico em ambas concentrações, foram dependentes das condições das temperaturas empregadas, constatando que este fator foi atribuído ao uso do ácido salicílico ter inibido o amadurecimento, diminuindo a produção de etileno e prolongado o processo metabólico e reduzindo a perda de água, o que são atribuídas à manutenção da estrutura das membranas celulares do potencial osmótico.

Khademi et al. (2012), tratando caquis com imersão, após a colheita dos frutos em diferentes concentrações de AS, concluíram que a aplicação de ácido salicílico 2 mM aumentou a vida pós colheita dos frutos, sem influenciar a qualidade. Estes resultados indicam que quanto menor a perda de massa fresca melhor, pois conseguem retardar a perda de água nos frutos e diminuir a taxa respiratória, refletindo na proteção contra a incidência de dano pelo frio. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Khademi e Ershadi (2013) utilizando o ácido salicílico, no qual comprovaram redução na perda de massa da matéria fresca em pêssegos, retardando assim a respiração e a produção de etileno, fatores estes relacionados com a aceleração da deterioração de frutos.

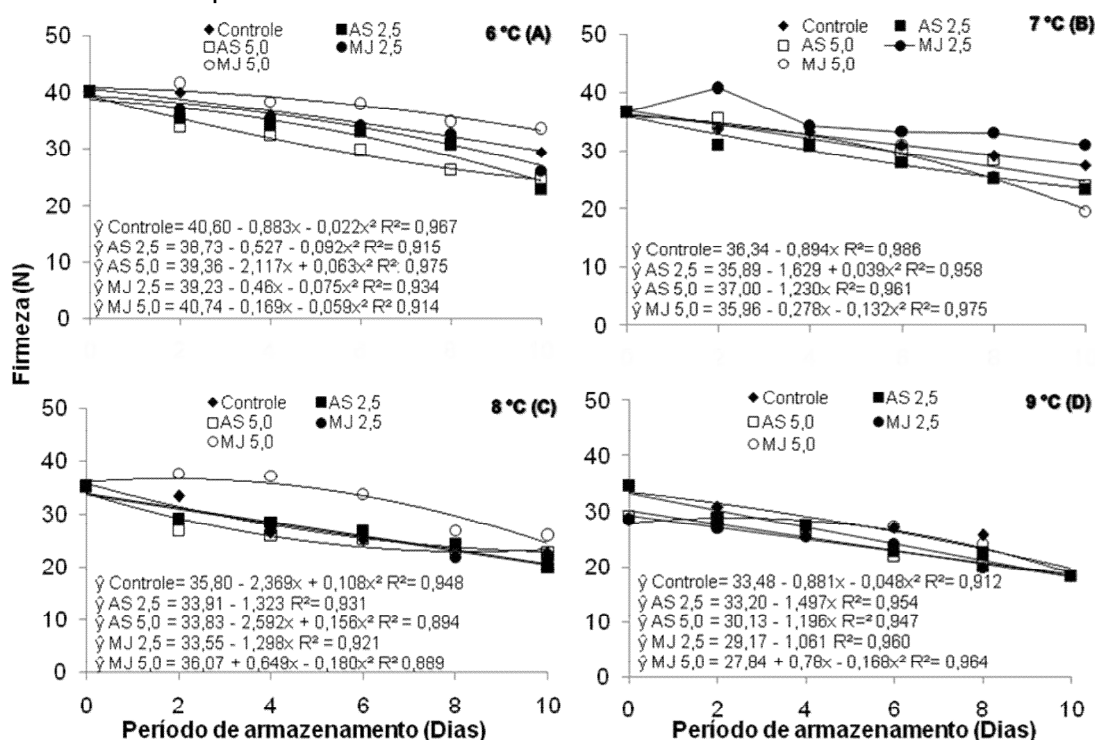
As maiores perdas de massa em mamões tratados com metil jasmonato 2,5 e 5,0 mM foram observadas nas temperaturas de armazenamento empregadas. Justifica-se que as temperaturas aplicadas no armazenamento, ocasionaram o estresse dos frutos. A aplicação do tratamento com metil jasmonato nas concentrações utilizadas não foi capaz de inibir, estimulando a produção de etileno e acelerando o processo da atividade metabólica dos frutos.

### **3.2 Firmeza**

A firmeza do mamão declinou com o avanço dos dias para todos os tratamentos e temperaturas de armazenamento. No armazenamento a 6 °C

constatou-se maiores valores de firmeza nos frutos submetidos aos tratamentos com metil jasmonato 5,0 mM e, ao final do período, os mamões apresentaram maior valor de firmeza (33,5 N) em relação aos demais tratamentos (Figura 3A). Em contrapartida, a aplicação do AS 2,5 e AS 5,0 mM em mamões apresentaram menores valores de firmeza durante os períodos de avaliação que os demais tratamentos, obtendo ao final valores de (22,8 e 24,4 N), respectivamente.

Figura 3. Firmeza (%) em frutos de mamoeiro Sunrise Solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência



Nos frutos armazenados a 7 °C (Figura 3B) verificou-se que os mamões com metil jasmonato 2,5 mM apresentaram um aumento na firmeza no 2º dia de armazenamento em detrimento dos demais tratamentos, o que fez com que se reduzisse o percentual de metil jasmonato no 4º dia. Destaca-se que os mamões tratados com metil apresentaram maiores valores no decorrer dos dias de avaliação que os demais em que se utilizou o ácido salicílico. Os maiores valores de firmeza foram encontrados para os mamões com tratamento Meja 5,0 mM (31,0 N) e controle (27,5 N) no 10º dia de

armazenamento. O tratamento com ácido salicílico 2,5 mM proporcionou menor valor durante os 8 dias de armazenamento. Ao final do armazenamento, os frutos com tratamentos com AS 2,5 mM (23,4 N), AS 5,0 mM (24,0 N) e Meja 2,5 mM (19,5 N) foram os que apresentaram menores valores de firmeza.

Ao analisar os frutos armazenados na temperatura 8 °C, observou-se no 2º dia de armazenamento redução de firmeza em mamões do tratamento controle. Os frutos com metil jasmonato 5,0 mM apresentaram redução a partir do 6º dia quando comparados aos frutos com ácido salicílico. Verificou-se que os maiores valores de firmeza encontrados ao final do armazenamento foram para os mamões do tratamento Meja na concentração 5,0 mM, correspondendo ao valor de 26,1 N. Os mamões com ácido salicílico 2,5 mM tiveram menor variação no valor de firmeza como também melhor comportamento durante o armazenamento. No entanto, mamões submetidos ao tratamento AS 2,5 mM foram os que obtiveram menores valores nos 10 dias de armazenamento, apresentando valor de 19,8 N (Figura 3C).

Avaliando os frutos armazenados a 9 °C (Figura 3D) e seus respectivos tratamentos, constatou-se que os frutos do controle (27,0 N) e metil jasmonato 5,0 mM (27,2 N) apresentaram valores maiores que os demais tratamentos no 6º dia de armazenamento, reduzindo a partir do 8º dia até o final do armazenamento. Contudo, ao decorrer dos dias, os mamões submetidos aos tratamentos com AS, Meja e o tratamento controle apresentaram diminuição em seus valores de firmeza, obtendo aos 10 dias de armazenamento valor de (18,3 N). Comparando as temperaturas empregadas no armazenamento de mamões associados as aplicações dos indutores de resistência, pode-se perceber que os mamões armazenados as temperaturas 6, 7, 8 e 9 °C apresentaram menores valores de firmeza (Figura 3D). Essa diferença possivelmente ocorreu devido os indutores terem inibido o estresse nos mamões Sunrise Solo na temperatura a qual foram armazenados, contribuindo assim, para evitar a indução da perda de firmeza e colapso dos tecidos, evitando a indução da perda de firmeza e colapso dos tecidos.

Analisando os resultados obtidos da Figura 3, constata-se que o efeito da aplicação do ácido salicílico 2,5 mM e 5,0 mM em mamões armazenados nas temperaturas 6, 7, 8 e 9 °C, foi a redução na firmeza, quando comparadas

aos mamões dos tratamentos com metil jasmonato 2,5 e 5 mM. Observou-se também que, devido as concentrações de metil jasmonato utilizadas nos mamões estes não apresentaram perda de firmeza. O que ocorreu foi a perda de água, devido ao armazenamento, o que ocasionou amolecimentos, enrugamento, murchamento na parede celular em alguns locais do fruto. Os frutos dependem da turgidez que é dada pela pressão do conteúdo da célula sobre a parede celular que, conseqüentemente, está relacionado a perda de água em relação à exposição do fruto à temperatura de armazenamento. Segundo Dias et al. (2011), a manutenção da maior firmeza em sistemas refrigerados, pode também ser explicada pela redução da atividade da poligalacturonase, que está associada ao amadurecimento. Essa maior firmeza, notada nos frutos refrigerados, garantiu resistência aos danos mecânicos durante o manuseio e, conseqüentemente, mais durabilidade.

Dados obtidos por Khademi e Ershadi (2013) comprovaram que os indutores de resistência como AS e Meja possuem efeitos na variação da firmeza, reduzindo assim a respiração e a produção de etileno, fatores estes que podem diminuir a aceleração da deterioração de frutos. Barreto et al. (2016) afirmam que a aplicação de AS utilizado em sua pesquisa influenciou na firmeza de pêssego 'Chiripá'.

### **3.3 Coloração externa**

#### **3.3.1 Parâmetro (L\*)**

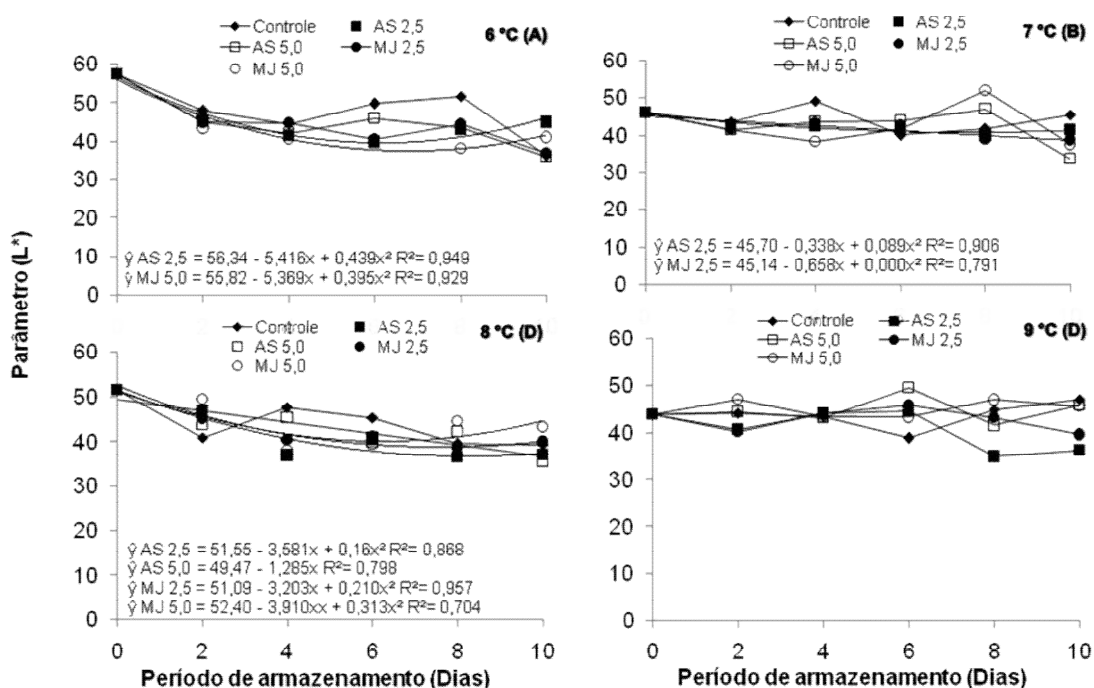
Na Figura 4A, a luminosidade da casca nos mamões, acondicionados a temperatura de 6 °C, apresentaram no 6º e 8º dia de armazenamento, diferenças entre os frutos do tratamento controle uma vez que esses apresentaram-se mais brilhantes, enquanto que os demais tratamentos obtiveram menores valores de luminosidade. Verificou-se que os tratamentos com AS 2,5 e metil jasmonato 2,5 e 5,0 mM mantiveram a luminosidade sem muitas variações até o 4º dia de armazenamento. Os maiores valores de luminosidade encontrados foram nos frutos submetidos aos tratamentos com ácido salicílico (AS) 2,5 mM e metil jasmonato (Meja) 5,0 mM, correspondendo a 44,98 e 41,06 no 10º dia de armazenamento. Estes resultados mostram que os tratamentos inibiram o amadurecimento dos frutos, o que podem ser fatores

decisivos no momento da compra, pois a aparência visual é um dos atributos muito relevantes.

Avaliando os frutos armazenados a 7 °C e suas respectivas análises, averigou-se que no 4º dia de armazenamento os mamões do tratamento controle apresentaram maior valor de luminosidade que os demais excluídos deste processo. No entanto, aos 8 dias de armazenamento os maiores valores de luminosidade foram encontrados nos tratamentos com ácido salicílico 5,0 mM (47,05) e metil jasmonato 5,0 mM (51,88). Em contrapartida, os frutos submetidos ao AS 2,5 mM e controle proporcionaram maior valor de luminosidade (41,47 e 45,33) ao 10º dia de armazenamento apresentando-se mais maduros em relação aos demais frutos com tratamentos que tiveram valores de 33,73 a 37,55 (Figura 4B).

Verificou-se que no armazenamento a 8 °C os mamões do tratamento Meja 5,0 mM proporcionaram maior luminosidade no 2º e 8º dia de armazenamento, cujo resultado apresentou, ao final do armazenamento, maior valor de luminosidade (43,27), que os demais tratamentos. Os frutos do tratamento AS 2,5 e 5,0 mM foram os que apresentaram menores valores aos 10 dias de armazenamento, correspondendo de 37,05 e 35,50, respectivamente (Figura 4C).

Figura 4. Luminosidade (L\*) em frutos de mamoeiro Sunrise Solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência



Pode-se observar nos frutos armazenados a 9 °C (Figura 4D) que no 6º dia de armazenamento os mamões do tratamento AS 5,0 apresentaram um valor de 49,50 que os demais frutos submetidos aos tratamentos. Os frutos do tratamento Meja 5,0 tiveram aumento de luminosidade na casca a partir do 8º dia de armazenamento. No entanto, ao final do armazenamento, os maiores valores de luminosidade na casca foram proporcionados pelos frutos dos tratamentos AS 5,0 mM, Meja 5,0 mM e o tratamento controle, cujos valores foram 45,87, 45,66 e 47,05, respectivamente.

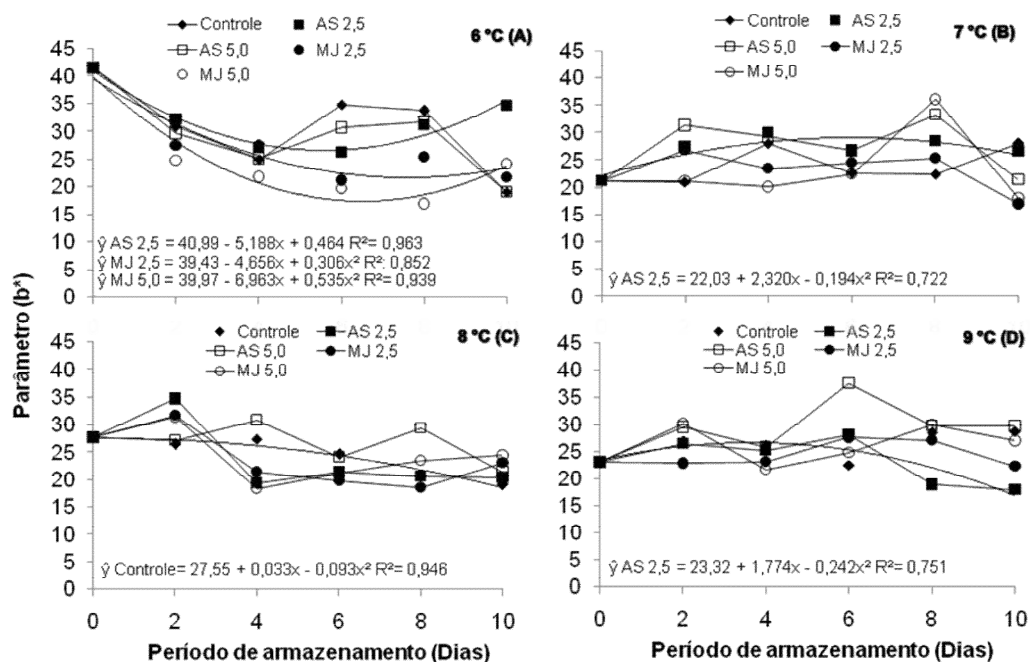
Segundo os resultados apresentados, os indutores de resistência conseguiram inibir o avanço da luminosidade dos frutos, destacando o ácido salicílico 5,0 mM como melhor tratamento aplicado nos frutos armazenados a 6 e 7°C. Assim, os frutos avaliados nestas temperaturas, apresentaram ao final do armazenamento, uma coloração verde, indicando que não sofreram muito o processo de amadurecimento, enquanto aqueles no armazenamento a 8 e 9 °C indicaram que estes frutos tiveram uma evolução de luminosidade durante os 10 dias de armazenamento. Brotons et al. (2013) afirmam que, ao longo do período de armazenamento, os frutos perdem a pigmentação verde da casca para o aparecimento da cor amarela, típica do amadurecimento. Em regiões de clima temperado, a cor verde, em citros, é perdida naturalmente pela redução da temperatura no pomar.

### **3.3.2 Parâmetro (b\*)**

Verificou-se diminuição na intensidade nos mamões armazenados a 6 °C após o 2º dia de avaliação (Figura 5A), verificando que aos 4 dias os valores tenderam a crescer até o 6º dia para os frutos do tratamento controle. Os mamões, submetidos ao tratamento ácido salicílico (AS) 2,5 mM, obtiveram os maiores valores de intensidade da coloração amarela (34,05) no 10º dia de armazenamento, quando comparado aos tratamentos com metil jasmonato e o tempo zero. Os frutos tratados com AS 5,0 mM proporcionaram ao final do armazenamento menores valores, seguido dos frutos dos tratamentos 2,5 e 5,0 mM com metil jasmonato, conseqüentemente, induzindo o aparecimento da coloração amarela da casca.

Observou-se no armazenamento a 7 °C (Figura 5B) aumento na intensidade de coloração das cascas para os frutos dos tratamentos AS 2,5 mM (27,48), AS 5,0 mM (31,29) e Meja 2,5 mM (26,80) em relação ao tempo zero, a partir dos 4 dias de armazenamento ocorrendo redução nos valores. No 8º dia, os frutos dos tratamentos AS 5,0 mM e Meja 5,0 mM apresentaram aumento de intensidade em suas cascas que os demais também em estudo. Os frutos do controle (27,94) e ácido salicílico 2,5 mM (26,55) apresentaram ao final do armazenamento maior valor de intensidade da coloração amarela da casca em comparação aos frutos tratados com AS 5,0 mM e Meja 2,5 e 5,0 mM.

Figura 5. Intensidade ( $b^*$ ) em frutos de mamoeiro Sunrise Solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência



Os valores de intensidade da coloração amarela nos frutos mantidos a 8 °C aumentaram do tempo zero para 2 dias de armazenamento em relação os frutos submetidos ao AS 2,5 mM, Meja 2,5 e 5,0 mM. No 4º e 8º dia, os frutos do tratamento AS 5,0 mM tiveram um aumento de intensidade, quando comparados aos demais frutos que diminuiram o tempo a zero. Foi observado que ao final do armazenamento ocorreu redução na intensidade dos frutos

submetidos a todos os tratamentos, inclusive o controle, frizando que os frutos nos quais se utilizou o procedimento com Meja, em ambas as concentrações, apresentaram maior valor (23,07 e 24,38) de intensidade que os frutos tratados com AS nas concentrações 2,5 mM (20,36) e AS 5,0 mM (21,44) (Figura 5C).

Em relação aos frutos armazenados a 9 °C (Figura 5D) constatou-se que, aos 6 dias de armazenamento, os frutos tratados com AS 5,0 mM proporcionaram aumento em sua intensidade que os demais frutos submetidos aos tratamentos com metil jasmonato. A partir do 6º dia, os frutos do tratamento AS 2,5 mM apresentaram menor valor de intensidade, atingindo aos 10 dias o valor de 17,95. Os maiores valores de intensidade de coloração amarela nas cascas foram constatados para os frutos submetidos ao tratamento AS 5,0 mM (29,72), tratamento controle (28,81) e Meja 5,0 mM (26,99) ao final do armazenamento.

Levando-se em consideração os resultados, foi observado que a aplicação do ácido salicílico 2,5 mM apresentaram evolução da coloração amarela e maturação dos frutos aplicados no armazenamento a 6 e 7 °C. Já os frutos com metil jasmonato 2,5 e 5,0 mM tiveram uma maior evolução do amadurecimento que os frutos tratados com ácido salicílico 5,0 mM no armazenamento 6, 8 e 9 °C (Figura 5). Portanto, o amadurecimento foi influenciado nos frutos com o metil jasmonato, proporcionando a coloração amarela. O desenvolvimento da cor é um parâmetro normalmente associado ao progresso do amadurecimento do mamão que, de acordo com Fusco (2015), a análise de cor é influenciada direta ou indiretamente pelos indutores de resistência metil jasmonato e ácido salicílico, através da estimulação do etileno, mudando os atributos de qualidade.

### **3.3.3 Parâmetro (h°)**

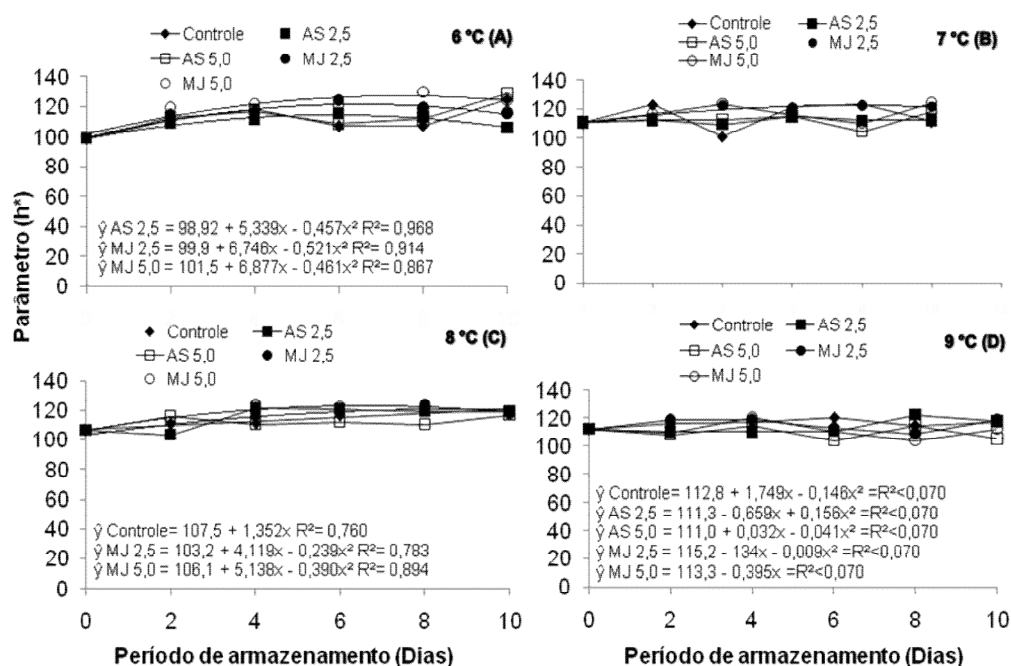
No armazenamento a 6 °C (Figura 6A) o maior valor do ângulo hue de tonalidade foi encontrado nos mamões, tratados com ácido salicílico (AS) 5,0 mM (128,41). Já o menor valor encontrado foi para os frutos com AS 2,5 mM (106,18) ao final do armazenamento. Portanto, os mamões apresentaram valores de ângulo hue de verde a verde amarelado, respectivamente.

A maior tonalidade de ângulo hue nos frutos armazenados a 7 °C foram observados naqueles submetidos aos tratamentos metil jasmonato (Meja) em ambas as concentrações, correspondendo a 122 e 124 no 10º dia de armazenamento (Figura 6B), quando comparado aos demais frutos com tratamentos.

Já em relação aos mamões, mantidos na temperatura a 8 °C, verificou-se maior tonalidade do ângulo hue, comparados aos mamões submetidos aos tratamentos AS 2,5 mM e Meja 5,0 mM em relação aos demais conforme a Figura 6C.

Avaliando os frutos armazenados a 9 °C (Figura 6 D) e seus respectivos tratamentos, constatou-se que os AS 2,5 mM e Meja 2,5 mM apresentaram maior valor de tonalidade de ângulo hue ao 10 dias de armazenamento.

Figura 6. Ângulo hue (hº) em frutos de mamoeiro Sunrise Solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência



Portanto, o ácido salicílico 2,5 mM retardou o aparecimento da tonalidade amarela nos mamões armazenados a 6, 7 e 8 °C. Dados semelhantes, encontrados por Barreto et al. (2016), no que se refere a aplicação de AS na concentrações 4 mM já que mantiveram melhor o ângulo

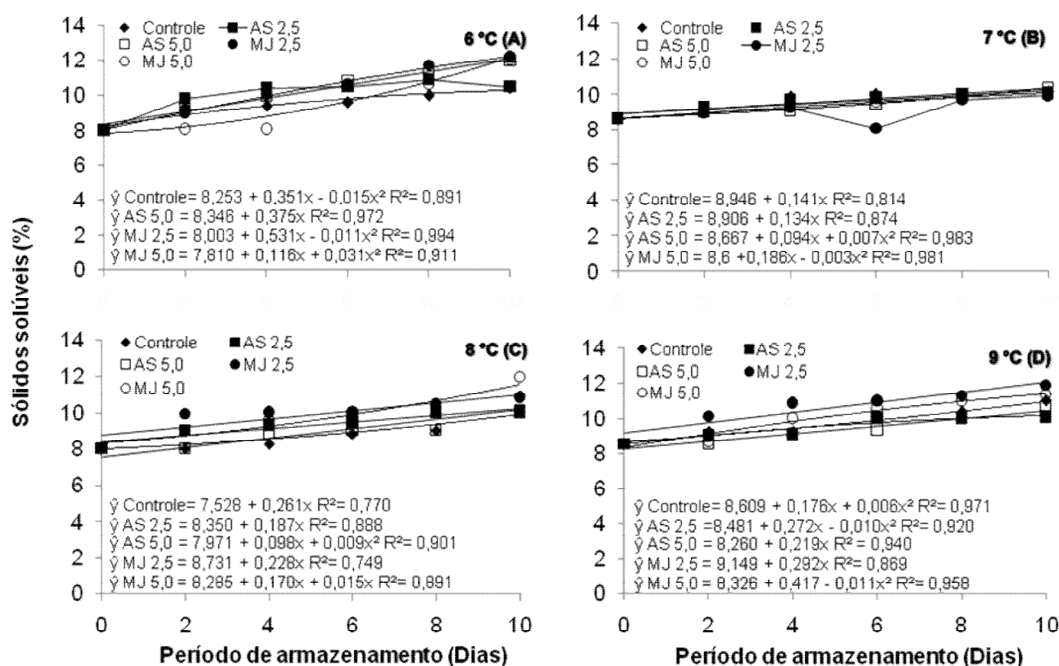
hue de pêssigo 'Chiripá'. Ocorreu o contrário dos frutos com tratamento metil jasmonato, que apresentaram valores maiores de ângulo hue, indicando que os mamões estão perdendo a tonalidade da cor, devido a redução no conteúdo de clorofila, ocorrendo o aparecimento da tonalidade verde amarelada.

### 3.4 Sólidos solúveis (SS)

Os teores de sólidos solúveis para os frutos armazenados a 6 °C aumentaram durante os períodos de armazenamento. Os tratamentos com ácido salicílico 5,0 mM (11,97%), metil jasmonato (Meja) 2,5 mM (12,17%) e 5,0 mM (12,00%) apresentaram, ao final do armazenamento, os maiores teores de sólidos solúveis (SS) (Figura 7A). Os menores teores de sólidos solúveis foram encontrados nos frutos tratados com AS 2,5 mM e tratamento controle.

No armazenamento a 7 °C (Figura 7B) verificou-se que os teores de sólidos solúveis tenderam a aumentar com o decorrer dos dias de avaliação até o 10º dia de armazenamento. Os mamões tratados com Meja 2,5 mM apresentaram um pequeno declínio no 6º dia de armazenamento com valor de 8,07%. Aos 8 dias, constatou-se aumento nos valores para todos os tratamentos, verificando que os maiores (SS), encontrados ao 10º dia de armazenamento, foram para os mamões do tratamento controle (10,13%), ácido salicílico 5,0 mM (10,33%). Já o menor valor encontrado ao final do armazenamento foi para os frutos submetidos a Meja 2,5 mM com 9,93%.

Figura 7. Sólidos solúveis (%) em frutos de mamoeiro Sunrise Solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência



Analisando os frutos armazenado na temperatura 8 °C, observou-se que, a partir do tempo zero de armazenamento, ocorreu um aumento nos teores de sólidos solúveis nos frutos submetidos aos tratamentos ácido salicílico 2,5 mM e metil jasmonato 2,5 mM. Aos 8 dias, foi constatada a redução nos frutos tratados com AS 2,5 mM em relação aos demais. Os maiores teores de sólidos solúveis (SS) encontrados ao final do armazenamento foram para os mamões com tratamentos Meja 5,0 mM (11,93%). Os menores teores de sólidos solúveis foram constatados nos mamões submetidos aos tratamentos AS 2,5 mM (10,00%) e AS 5,0 mM (10,07%) aos 10 dias de armazenamento (Figura 7C).

Para o armazenamento a 9 °C, constatou-se aumento nos teores de (SS) para todos os tratamentos, durante todo o período de armazenamento, quando os maiores teores observados, quando da avaliação, foram para os frutos tratados com metil jasmonato 2,5 mM, variando de 8,53% a 11,33%. Em contrapartida, os frutos submetidos ao AS 5,0 mM apresentaram os menores valores (10%) até o 8º dia de armazenamento comparados aos demais que no 10º dia tiveram um pequeno aumento (10,67%) quando relacionados aos frutos com AS 2,5 mM. Estes demonstraram menor valor de teor de sólidos solúveis ao final do armazenamento, correspondendo a 10,07% (Figura 7D).

De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar a influência dos indutores de resistência, como também as temperaturas empregadas no armazenamento, constatando-se que a utilização dos indutores de resistência foram eficientes em inibir o amadurecimento dos frutos, mantendo os teores de sólidos solúveis sem grandes variações. Diante disto, implica-se que a aplicação do ácido salicílico 2,5 mM e metil jasmonato 2,5 mM proporciona manutenção nos teores de sólidos solúveis, por conservar e retardar os processos metabólicos dos frutos submetidos aos tratamentos. Avaliando o efeito da aplicação de AS 2,0 mM na pré-colheita de amora, Moreno et al., (2015) observaram que os teores de sólidos solúveis não reduziram com o tempo de armazenamento, apresentando menores valores quando comparados com os demais tratamentos aplicados.

O armazenamento nas temperaturas 6, 7 e 9 °C provavelmente ocasionaram um estresse nos mamões tratados com ácido salicílico 5,0 mM

ocorrendo um avanço no amadurecimento e ocasionando as transformações bioquímicas no processo de hidrolisação dos açúcares, o que levou aos elevados valores de sólidos solúveis (Figura 7). Zhu et al. (2011) relatam que os papéis dos açúcares solúveis incluem influenciar a sensibilidade dos tecidos dos frutos, quando expostos ao frio por temperaturas. Vicentino et al. (2011) afirmam que os aumentos dos sólidos solúveis estão relacionados com a degradação da parede celular e, conseqüentemente, a perda de firmeza. De acordo com Ruelland et al. (2009), os açúcares solúveis têm por finalidade proteger as culturas do dano pelo frio, mudando o potencial osmótico da célula e diminuindo a desidratação celular em 50%.

### **3.5 Acidez titulável (AT)**

Analisando-se os dados obtidos, observou-se que os mamões armazenados a 6 °C (Figura 8A) tratados com ácido salicílico 5,0 mM, apresentaram maiores valores de acidez nos frutos no 2º dia de armazenamento em relação aos demais, variando valores 0,045 a 0,133% durante o período de avaliação. Os frutos tratados com metil jasmonato nas concentrações 2,5 mM e 5,0 mM aumentaram nos 6 dias de avaliação, decaindo a partir do 6º dia de armazenamento. Pode-se observar que os maiores valores de acidez foram encontrados para os frutos do tratamento AS 5,0 mM nos 10 dias de armazenamento, sendo constatados valor de 0,045%, enquanto que os menores valores foram verificados para os frutos do tratamento controle 0,072%.

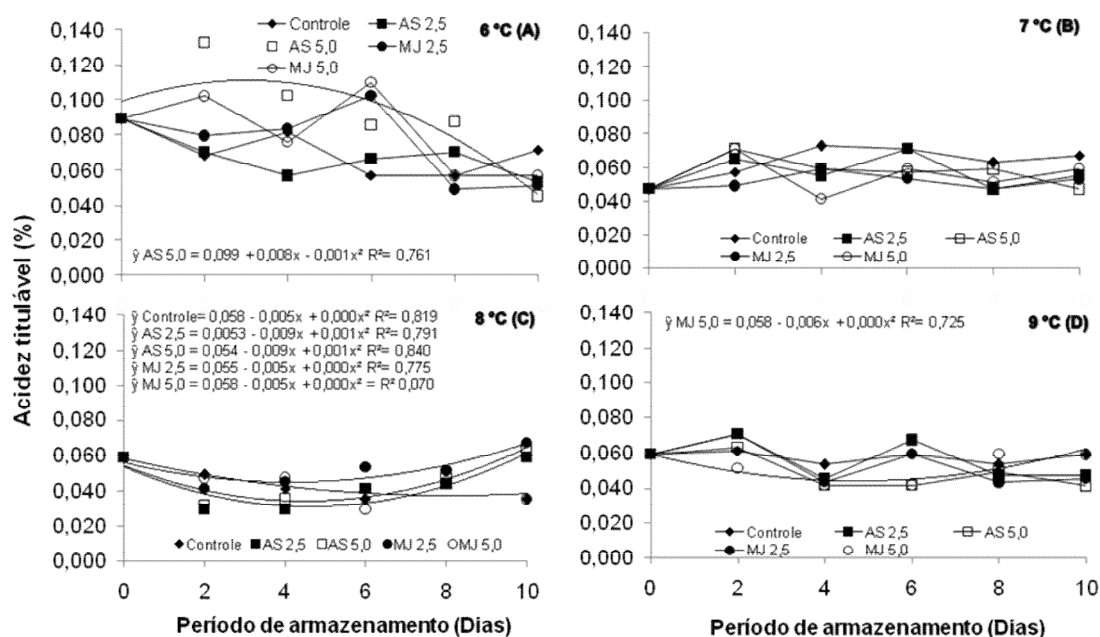
Em mamões Sunrise Solo armazenados a 7 °C , pode-se observar redução na acidez a partir do 8º dia de armazenamento para o tratamento controle, obtendo ao final do armazenamento valores menores para os mamões com tratamentos AS 5,0 mM (0,045 e 0,047%). Os maiores valores de acidez titulável foram observados nos frutos do tratamento controle, correspondendo a 0,067% de ácido cítrico no 10º dia de armazenamento (Figura 8B).

Já em relação aos mamões mantidos na temperatura a 8 °C, verificou-se que no 6º dia de armazenamento ocorreu pequeno aumento (0,053%) na acidez titulável para os mamões submetidos ao tratamento Meja 2,5 mM em

relação aos demais tratamentos (Figura 8C). De modo geral, a acidez titulável aumentou ao longo do armazenamento, porém ao final da avaliação, observou-se um aumento para os mamões com tratamentos AS nas concentrações 2,5 mM (0,059%) e 5,0 mM (0,063%) e com tratamento Meja 2,5 mM (0,067%).

Avaliando os frutos armazenados a 9 °C (Figura 8D) e seus respectivos tratamentos, constatou-se que durante o 4º dia de armazenamento todos os tratamentos apresentaram diminuição no teor de ácido cítrico, e a partir do 6º dia os frutos do tratamento controle, AS 5,0 mM e Meja 2,5 mM apresentaram um aumento quando comparado com os demais tendo diminuído no 4º dia. Contudo, no 10º dia de armazenamento os mamões submetidos ao tratamento com Meja 2,5 mM foram os que apresentaram maiores valores de acidez titulável (0,059%) e os menores foram encontrados nos frutos do tratamento AS 5,0 mM (0,041%).

Figura 8. Acidez titulável (%) em frutos de mamoeiro Sunrise Solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência



Avaliando a influência dos indutores de resistência em mamões, constatou-se que no armazenamento a 6 °C os frutos tratados com ácido salicílico apresentaram diminuição nos valores de acidez no decorrer dos dias. Este fato deve estar relacionado a redução da perda de massa, que foi

apresentada nos frutos armazenados nesta temperatura, inibindo o metabolismo dos mamões, permitindo deduzir que o processo de maturação, que foi retardado com a combinação do efeito da temperatura, e a aplicação do ácido salicílico, influenciou de forma positiva na manutenção da acidez. Resultados semelhantes, encontrados por Moreno et al. (2015), relatam o decréscimo no teor de acidez titulável em amoras tratadas com AS 2,0 mM mantidos a 19 °C. Como o fruto do mamão apresenta baixa acidez, a aplicação do ácido salicílico no armazenamento a 6 °C não influenciou os teores de acidez titulável.

Em relação aos armazenamentos nas temperaturas 7, 8, e 9 °C e independente dos tratamentos, observou-se que ocorreu uma variação nos teores de acidez de diminuição e aumento, ao longo do período de armazenamento, fator que pode ter acontecido devido as alterações sofridas pelos ácidos orgânicos, com a diminuição na taxa respiratória e influenciado no aumento nos teores de ácidos orgânicos. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), possivelmente este efeito está relacionado aos componentes secundários dos frutos, que podem contribuir com o aumento da acidez e da adstringência, mas, no geral, o teor de ácidos orgânicos diminui com a maturação dos frutos, em decorrência do seu uso na conversão de açúcares como substrato no processo respiratório.

Os resultados obtidos mostraram que a acidez em mamões Sunrise Solo foi influenciada pelas temperaturas de armazenamento, as quais apresentaram variação e redução de acidez durante o armazenamento. Entretanto, tal variação foi encontrada por Dias et al. (2011) que verificaram mudança e redução da acidez titulável durante o armazenamento.

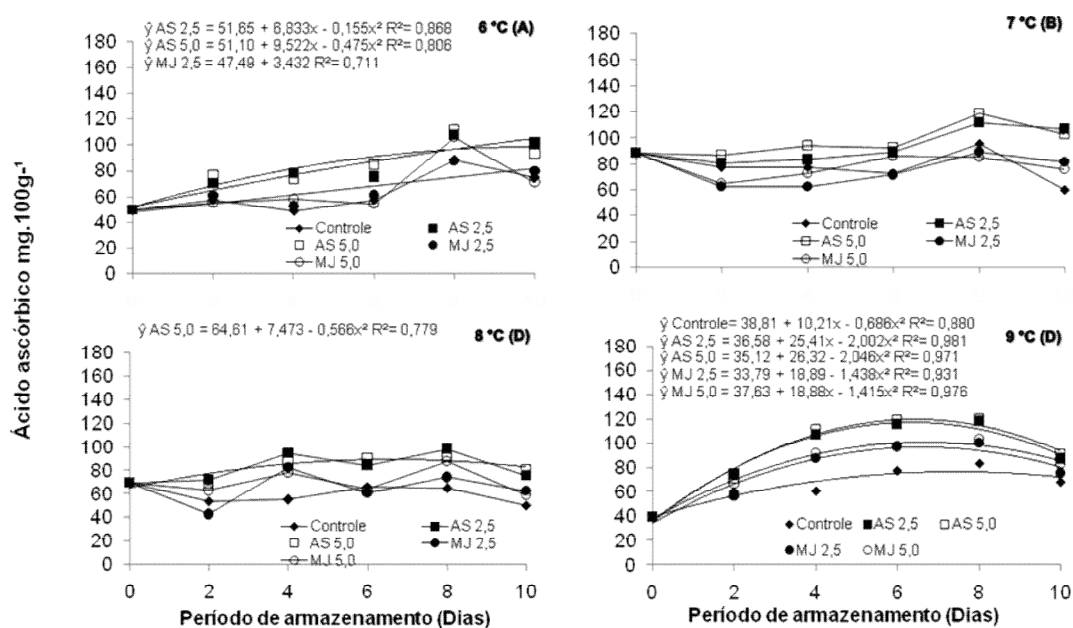
### **3.6 Ácido ascórbico (AA)**

No armazenamento a 6 °C, constatou-se que nos mamões, tratados com ácido salicílico 2,5 E 5,0 Mm, as concentrações apresentaram aumento no conteúdo de ascórbico até o 10º dia de armazenamento para os tratamento AS 2,5 mM e AS 5,0 mM, ocorrendo declínio ao final do armazenamento. Os frutos submetidos aos tratamentos com metil jasmonato 5,0 mM apresentaram os menores valores no conteúdo de ácido ascórbico (AA) no 10º dia de

armazenamento, chegando a 70,96 mg.100 g<sup>-1</sup>. Os maiores valores de ácido ascórbico foram encontrados para os frutos dos tratamentos com ácido salicílico 2,5 mM (101,40 mg.100 g<sup>-1</sup>) e 5,0 mM (93,02 mg.100 g<sup>-1</sup>) ao final do armazenamento (Figura 9A).

Observou-se que no armazenamento a 7 °C os maiores valores no conteúdo de ácido ascórbico, encontrados durante os 10 dias de armazenamento, foram para os frutos submetidos ao tratamento com ácido salicílico em ambas as concentrações. Os frutos tratados com metil jasmonato 2,5 mM (81,27 mg.100 g<sup>-1</sup>) e 5,0 mM (76,19 mg.100 g<sup>-1</sup>) obtiveram os menores valores de ácido ascórbico ao final do armazenamento. Os maiores valores encontrados ao final do armazenamento foram para os frutos dos tratamentos com ácido salicílico 2,5 mM (106,73 mg.100 g<sup>-1</sup>) e ácido salicílico 5,0 mM (102,73 mg.100 g<sup>-1</sup>) (Figura 9 B).

Figura 9. Ácido ascórbico (mg.100g<sup>-1</sup>) em frutos de mamoeiro Sunrise Solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência



Nos mamões, armazenados a 8 °C, constatou-se pouca variação entre os tratamentos e períodos de armazenamento, verificando elevação no conteúdo de AA, a partir do 4º dia de armazenamento para os frutos submetidos aos tratamentos com ácido salicílico e metil jasmonato, em ambas

as concentrações. Aos 10 dias de armazenamento, os maiores valores de ácido ascórbico encontrados foram para os frutos submetidos aos tratamentos com ácido salicílico 2,5 mM (75,55 mg.100 g<sup>-1</sup>) e 5,0 mM (80,27 mg.100 g<sup>-1</sup>) que os frutos com metil jasmonato 2,5 mM que apresentaram valores menores. O menor teor de ácido ascórbico encontrado foi nos frutos do tratamento controle com 50,06 mg.100 g<sup>-1</sup> (Figura 9C).

Os teores de ácido ascórbico em mamões Sunrise solo, armazenados a 9 °C (Figura 9D), apresentaram aumento desde o tempo zero, aos 8 dias de armazenamento. Os frutos tratados com ácido salicílico 2,5 mM e 5,0 mM, apresentaram valores superiores aos demais. Ao final do armazenamento, o conteúdo de ácido ascórbico diminuiu para todos os tratamentos, constatando que os frutos submetidos ao AS 2,5 mM e AS 5,0mM apresentaram os maiores valores de AA, com 87,25 mg.100 g<sup>-1</sup> e 90,85 mg.100 g<sup>-1</sup>. Já os menores valores foram comprovados nos mamões com metil jasmonato 2,5 mM (75,38 mg.100 g<sup>-1</sup>), metil jasmonato 5,0 mM (82,33 mg/100 g<sup>-1</sup>) e tratamento controle (68,36 mg.100 g<sup>-1</sup>).

Avaliando o efeito das temperaturas empregadas em mamões armazenados nas temperaturas 6, 7, 8, 9 °C, estas conseguiram proporcionar manutenção nos conteúdos de ácido ascórbico para os mamões tratados com ácido salicílico nas concentrações 2,5 mM e 5,0 mM. Ademais, o metil jasmonato proporcionou redução no conteúdo de ácido ascórbico no decorrer dos dias de avaliação até o final do armazenamento, para ambas as concentrações. Esta divergência pode estar associada a perda de massa nos frutos ter influenciado alguns fatores relacionados ao estresse do dano pelo frio que sofreram, durante o armazenamento, ocasionando a ativação de alguns processos metabólitos secundários decorrente da atividade respiratória, e assim, acelerando a maturação, e conseguinte, a oxidação do ácido ascórbico.

De acordo com os resultados, avaliando a aplicação dos indutores de resistência, observou-se que os mamões tratados com ácido salicílico nas concentrações 2,5 e 5,0 mM apresentaram os melhores conteúdos de ácido ascórbico que os mamões tratados com metil jasmonato 2,5 e 5,0 mM (Figura 9). Desta forma, as concentrações de AS utilizadas neste trabalho conseguiram inibir a perda do conteúdo de ácido ascórbico no decorrer do período de

armazenamento. Mondal et al. (2009) relatam que este aumento pode estar relacionado com a necessidade de remoção de espécies reativas de oxigênio que são produzidas durante o amadurecimento.

Portanto, os resultados apresentados com ácido salicílico mostraram que o conteúdo de ácido ascórbico obteve melhor manutenção em todas as temperaturas, ao final do armazenamento, expondo ser eficiente em minimizar o amadurecimento e, conseqüentemente, a perda dos conteúdos de ácido ascórbico.

### **3.7 Extravasamento de eletrólitos**

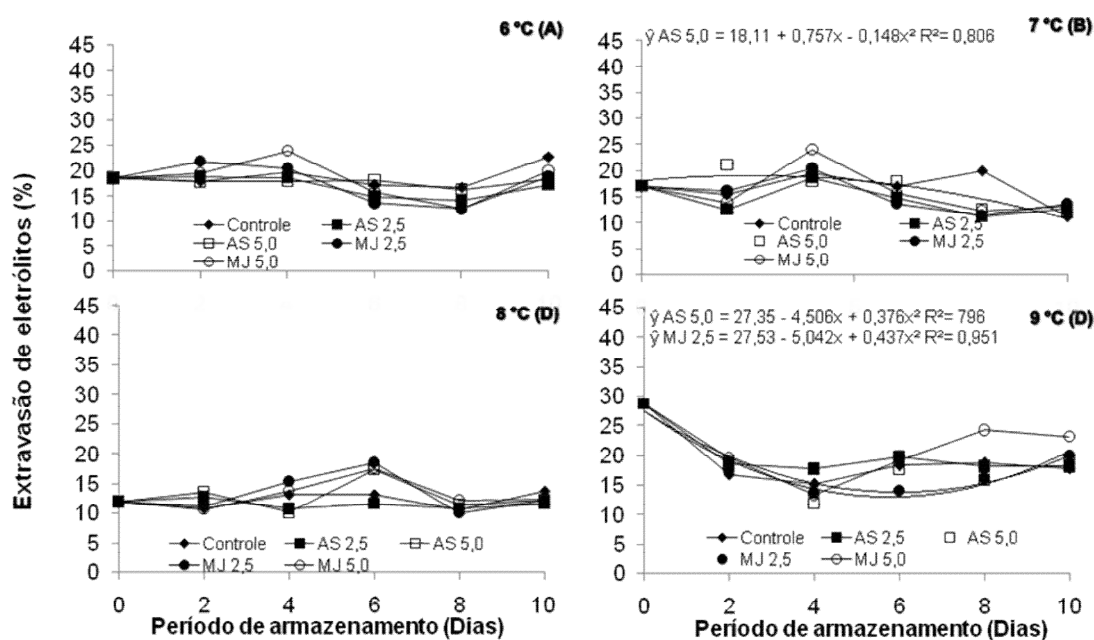
Observou-se na Figura 10A, a porcentagem de extravasamento dos mamões Sunrise solo mantidos armazenados a 6 °C, tratados com metil jasmonato 2,5 mM, que diminuíram ao decorrer dos dias de armazenamento. Aos 4 dias de armazenamento, constatou-se que os frutos com metil jasmonato 5,0 mM apresentaram um aumento quando comparado dos demais tratamentos. No geral, as maiores porcentagens de extravasamentos de eletrólitos foram encontradas em mamões do tratamento metil jasmonato 2,5 mM (18,79%), metil jasmonato 5,0 mM (19,94%) e controle (22,82%), durante os 10 dias de armazenamento. Este resultado indica que o metil jasmonato não foi capaz de proteger as membranas dos frutos da intensidade dos danos pelo frio pelos quais sofreram, ao contrário dos frutos submetidos ao tratamento com ácido salicílico.

Na temperatura 7 °C (Figura 10B), constatou-se que, no 2º dia de armazenamento, os valores de extravasamento dos frutos com tratamentos diminuíram, com exceção daqueles tratados com ácido salicílico 5,0 mM. Aos 4 dias, os valores de extravasamento aumentaram, principalmente para os frutos do tratamento metil jasmonato 5,0 mM (23,96%). No decorrer dos 6 dias de avaliação, os frutos com tratamentos e o controle apresentaram diminuição no extravasamento, atingindo valores de 11,19 a 13,18% ao final do armazenamento. Os maiores valores de extravasamento foram encontrados para os mamões submetidos ao metil jasmonato 2,5 mM que atingiram o valor de 13,18%, este superior quando comparado com os demais tratamentos.

As maiores porcentagens de extravasamento de eletrólitos em mamões Sunrise solo armazenados a 8 °C (Figura 10C) foram observada nos 6 dias de armazenamento para os mamões tratados com Metil jasmonato 2,5 mM (18,57%), seguido do metil jasmonato 5,0 mM (17,53%) e ácido salicílico 5,0 mM (17,40%). Os frutos tratados com metil jasmonato 2,5 mM e 5,0 mM demonstraram maiores valores de extravasamento ao final do armazenamento, correspondendo a 12,21% e 12,33%, respectivamente.

No armazenamento a 9 °C (Figura 10D), a partir do início do processo notou-se um declínio na porcentagem de extravasamento para todos os tratamentos, no qual aos 6 dias houve aumento na porcentagem dos frutos submetidos ao metil jasmonato 5,0 mM (23,15%). Os menores valores de extravasamento de eletrólitos foram constatados para os frutos com tratamento AS 2,5 mM (18,10%) e controle (17,78%).

Figura 10. Extravasamento de eletrólitos (%) em frutos de mamoeiro Sunrise Solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência



Avaliando o efeito das temperaturas aplicadas nos mamões, observou-se que os maiores percentuais de extravasamento ocorreram nos mamões tratados com metil jasmonato em ambas as concentrações. A aplicação destes apresentou alterações na permeabilidade das membranas, devido a incidência

do dano pelo frio, pois frutos injuriados tendem a apresentar aumento do extravasamento de eletrólitos; devido a estresses por baixas temperaturas. Resultados similares foram encontrados em pesquisas de Candan e Larrigaudierre (2008) que avaliaram alterações de permeabilidade das membranas em diferentes cultivares de ameixa e constataram relação positiva entre a intensidade de extravasamento e a incidência do dano pelo frio.

Ainda em relação a aplicação do metil jasmonato nas concentrações utilizadas e os resultados obtidos, o uso das concentrações não foram capazes de retardar o extravasamento, ocorrendo o aumento das reações enzimáticas nos frutos. De acordo com Braga (2004), o extravasamento provocado por injúrias deve-se a uma série de reações dos tecidos que são danificados. Essas reações dependem do tecido danificado o qual inclui dessecação de algumas células da camada externa do parênquima adjacente ao dano.

Em relação à aplicação do ácido salicílico, observa-se que os frutos submetidos a este tratamento apresentaram valores inferiores quando comparado com os frutos do tratamento metil jasmonato, proporcionando menor percentual de extravasamento de eletrólitos, constatando nesse caso, que o indutor foi capaz de reduzir a ocorrência de intensidade de danos pelo frio nos frutos e proteger as membranas das reações, retardando o estímulo da peroxidação lipídica das membranas.

### **3.8 Peroxidação de lipídeos**

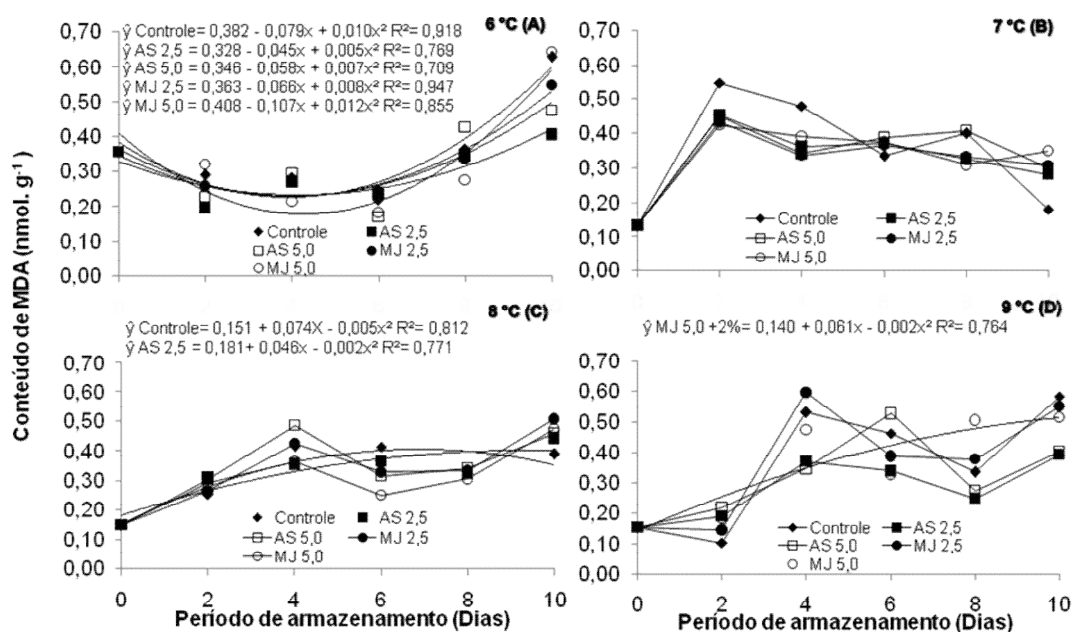
O conteúdo de Malonaldeído (MDA), indicador da peroxidação de lipídeos das membranas, apresentou aumento em todos os tratamentos a partir do 4º dia de armazenamento, com valores ao final de 0,41 a 0,64 nmol.g<sup>-1</sup> aos frutos mantidos a 6 °C (Figura 11A). Verificou-se que os mamões submetidos aos tratamentos com ácido salicílico nas concentrações 2,5 e 5,0 mM foram os que apresentaram menores valores (0,41 e 0,47 nmol.g<sup>-1</sup>) de MDA. Portanto, supõe-se que o ácido salicílico conseguiu minimizar a sensibilidade que os mamões apresentam a esta temperatura.

Nos frutos mantidos a 7 °C (Figura 11B) com os respectivos tratamentos, constatou-se diminuição e aumento do conteúdo de MDA ao longo dos dias de armazenamento, observando que os frutos do controle apresentaram maiores

valores durante o 2º e 4º dia que os demais tratamentos. Nos 10 dias de armazenamento, os valores mostraram declínio uma vez que atingiram os percentuais (0,55 e 0,64 nmol.g<sup>-1</sup>) para os frutos com tratamentos Meja em ambas concentrações.

Verificou-se alteração no conteúdo de MDA em todos os tratamentos com o avanço dos dias de avaliação, variando inicialmente de 0,15 a 0,051 nmol.g<sup>-1</sup> ao final do armazenamento. Mamões submetidos ao tratamento Meja 2,5 e 5,0 mM foram os que exibiram os maiores acúmulos de MDA, correspondendo a 51 e 47 nmol.g<sup>-1</sup> no 10º dia de armazenamento. No entanto, os mamões sob efeito do ácido salicílico apresentaram os menores valores de MDA, alcançando 0,44 e 0,46 nmol.g<sup>-1</sup> ao final do processo. (Figura 11C).

Figura 11. Acúmulos de MDA (nmol.g<sup>-1</sup>) em frutos de mamoeiro Sunrise Solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência



No que se refere aos frutos armazenados a 9 °C, o acúmulo de MDA foi influenciado pelos procedimentos no decorrer dos dias, observando que a partir do 2º dia ocorreu um aumento em todos os tratamentos até o 4º dia, e decresceu com o passar do tempo, apresentando ao final destaque nos frutos tratados com metil jasmonato 2,5 mM (0,60 nmol.g<sup>-1</sup>) e 5,0 mM (0,47 nmol.g<sup>-1</sup>) e o tratamento controle (0,053 nmol.g<sup>-1</sup>). Verificou-se que os mamões

submetidos ao Meja em ambas as concentrações apresentaram maior acúmulo de MDA no 10º dia de armazenamento, com cerca de 55 e 51  $\text{nmol.g}^{-1}$  quando comparados com os mamões do AS 2,5 e 50 mM, que apresentaram valores menores 0,39 e 0,40  $\text{nmol.g}^{-1}$  (Figura 11D).

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que o efeito das temperaturas aplicadas em mamões associados a aplicação do ácido salicílico proporcionou os menores acúmulos no conteúdo de MDA, retardando os danos nas membranas celulares e redução no conteúdo de MDA. Supõe-se que o retardo de perda de massa nos frutos foi um atributo importante o qual contribuiu de forma eficiente para minimizar a sensibilidade que os frutos apresentaram nas temperaturas aplicadas. Segundo Wongsheree et al. (2009), o MDA é frequentemente usado como índice de danos celulares oxidativos, que é o produto final da peroxidação lipídica, observando-se que os mamões apresentaram redução no conteúdo de MDA.

Em relação aos maiores conteúdos de MDA, encontrados em mamões nas diferentes temperaturas de armazenamento, supõe-se que este acúmulo foi atribuído ao processo de maturação que os frutos apresentaram ao final do armazenamento, no qual os frutos tratados com metil jasmonato apresentaram as maiores perdas, quando comparados aos demais. As temperaturas ocasionam estresse nos frutos, ativando as reações do amadurecimento, acelerando a produção de etileno, que é estimulada pela peroxidação de lipídeos em alguns casos, promovendo o acúmulo de espécies reativas de oxigênio que são envolvidos na ocorrência do dano pelo.

Daí o impacto da peroxidação lipídica nas membranas celulares, que resultam em uma diminuição da fluidez da membrana, aumentando a permeabilidade e danos de proteínas, pois tem sido amplamente usado como um indicador de danos mediados por ROS das membranas celulares. A peroxidação pode ocorrer através da atividade de lipoxigenases catalisando a dioxigenação de cadeias de ácidos graxos para formar lipídios hidroperóxidos, que são convertidos em compostos secundários (Sharma et al., 2012).

### **3.9 Açúcares totais**

Na Figura 12<sup>a</sup>, pode-se observar no armazenamento a 6 °C que os teores de açúcares totais aumentaram a partir do 4º dia para os tratamentos com ácido salicílico 2,5 e 5,0 mM e metil jasmonato 5,0 mM, havendo um posterior decréscimo. Foi verificado os menores valores para os frutos tratados com AS 2,5 mM e 5,0 mM aos 4 dias, sendo esta uma possível consequência do retardo da maturação pelo indutor. Os maiores teores de açúcares totais encontrados ao 10º dia de armazenamento foram para os frutos tratados com metil jasmonato 2,5 mM (8,52 g.100 g<sup>-1</sup>) e controle (8,49 g.100 g<sup>-1</sup>), o que pode ser atribuído ao estímulo do metabolismo dos frutos.

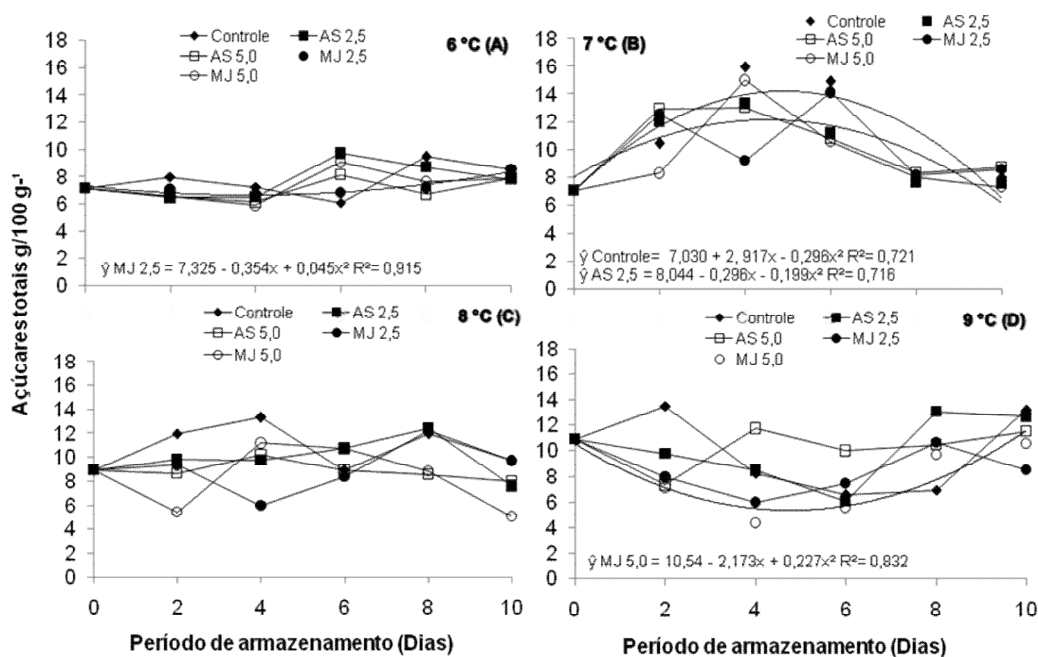
No armazenamento a 7 °C (Figura 12B), observou-se que no 2º dia alguns tratamentos tenderam a diminuir, enquanto outros a aumentar os teores de açúcares totais, destacando os submetidos ao ácido salicílico 5,0 mM (12,94 g.100 g<sup>-1</sup>) e metil jasmonato 2,5 mM (12,55 g.100 g<sup>-1</sup>) que apresentaram valores superiores aos demais. Com o avanço do período de armazenamento, os teores de açúcares totais decresceram em todos os tratamentos, esse decréscimo foi observado a partir do 6º dia, sendo que ao final do período de armazenamento os menores teores encontrados foram para os frutos do tratamento ácido salicílico 2,5 mM (7,52 g.100 g<sup>-1</sup>) e metil jasmonato 5,0 mM (7,32 g.100 g<sup>-1</sup>). Já os maiores valores de açúcares foram encontrados para controle (8,04 g.100 g<sup>-1</sup>), ácido salicílico 5,0 mM (8,72 g.100 g<sup>-1</sup>) e metil jasmonato 2,5 mM (8,59 g.100 g<sup>-1</sup>).

Os teores de açúcares totais nos frutos armazenados a 8 °C variaram de 5,43 a 12,41 g.100 g<sup>-1</sup> durante o armazenamento, verificando-se aumento a partir do 0º dia de armazenamento, no qual o tratamento controle destacou-se por apresentar os maiores teores de açúcares totais. A partir do 6º dia, ocorreu aumento em todos os tratamentos, encontrando ao final menores teores de açúcares para mamões tratados com metil jasmonato 5,0 mM. Os maiores teores foram observados para os frutos do tratamento controle (9,75 g.100 g<sup>-1</sup>), metil jasmonato 2,5 mM (9,70 g.100 g<sup>-1</sup>) ao final do armazenamento (Figura 12C).

Em relação a temperatura 9 °C (Figura 12D), os frutos, submetidos ao tratamento ácido salicílico 2,5 e 5,0 mM (12,67 e 11,53 g.100 g<sup>-1</sup>) e do tratamento controle (13,25 g.100 g<sup>-1</sup>), apresentaram ao final do

armazenamento maiores teores de açúcares totais, quando comparados com aqueles do tratamento metil jasmonato 2,5 e 5,0 mM que obtiveram valores inferiores de (8,49 e 10,57 g.100 g<sup>-1</sup>).

Figura 12. Açúcares Totais g.100 g<sup>-1</sup> em frutos de mamoeiro Sunrise Solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência



Analisando os resultados obtidos, pode-se verificar que a aplicação das temperaturas de armazenamento influenciaram nos teores de açúcares totais, constatando que no armazenamento a 6, 7 e 8 °C os frutos tratados com metil jasmonato e o tratamento controle apresentaram maiores acúmulos. Enquanto a aplicação do ácido salicílico nas concentrações 2,5 e 5,0 mM proporcionaram menores valores dos teores de açúcares totais nos mamões, ao final aos 10 dias de armazenamento, para as temperaturas citadas acima.

Já em relação ao armazenamento a 9 °C, observou-se influência nos teores dos frutos tratados com ácido salicílico e tratamento controle, ocorrendo provavelmente aumento do metabolismo e posterior amadurecimento por meio dos processos metabólicos e degradação dos polissacarídeos, indicando que

aplicação destes tratamentos não foram eficazes em retardar o processo de maturação dos frutos.

### 3.10 Polifenóis Extraíveis Totais (PET)

Observou-se que os mamões armazenados a 6 °C apresentaram declínio no decorrer dos dias de avaliação de polifenóis, observando maiores valores para os frutos com tratamento ácido salicílico 5,0 mM que os demais. Contudo, aos 10 dias de armazenamento, os frutos tratados com AS 5,0 mM e metil jasmonato 5,0 mM foram os que apresentaram maiores valores de polifenóis, chegando ao final com valores de 7,73 mg.100 g<sup>-1</sup> e 7,52 mg.100 g<sup>-1</sup>. Os menores conteúdos de polifenóis encontrados foram para os frutos do tratamento controle (7,18 mg.100 g<sup>-1</sup>), AS 2,5 mM (7,39 mg.100 g<sup>-1</sup>) e metil jasmonato 5,0 mM (7,52 mg.100 g<sup>-1</sup>) (Figura 13A).

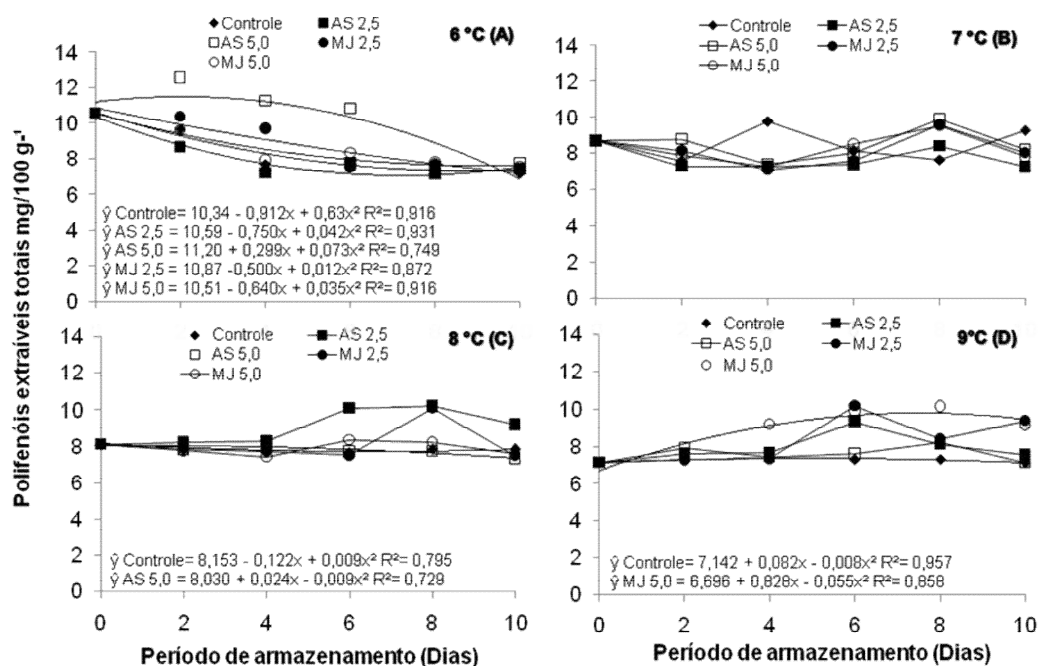
No armazenamento a 7 °C (Figura 13B), observou-se que no 4º dia alguns tratamentos tenderam a diminuir, enquanto que no momento controle houve aumento no conteúdo de polifenóis, destacando com valores superiores aos demais (9,76 mg.100 g<sup>-1</sup>). A partir do 8º dia de armazenamento, os polifenóis diminuíram. Constatou-se que os frutos do tratamento controle apresentaram maiores teores de polifenóis (9,27 mg.100 g<sup>-1</sup>).

Observou-se na Figura 13C que houve aumento dos polifenóis, a partir dos 4 dias de armazenamento para os frutos submetidos ao tratamento com AS 2,5 mM acondicionados a 8 °C, apresentando redução ao final. No entanto, observou-se aos 10 dias que os mamões submetidos ao AS 2,5 mM apresentaram os maiores conteúdos de polifenóis que os demais, correspondendo a 9,18 mg.100 g<sup>-1</sup>. Verificou-se ainda que os menores teores de polifenóis foram obtidos para os frutos tratados com AS 5,0 mM com (7,28 mg.100 g<sup>-1</sup>), seguida do tratamento metil jasmonato 2,5 mM (7,46 mg.100 g<sup>-1</sup>) e metil jasmonato 5,0 mM (7,59 mg.100 g<sup>-1</sup>) ao final do processo. Esta ocorrência pode ter sido devido a aclimação dos frutos a temperatura de armazenamento.

No armazenamento a 9 °C (Figura 13D), observou-se que o conteúdo de polifenóis aumentou com os dias de avaliação para o metil jasmonato 5,0 mM, enquanto que o ácido salicílico variou, destacando que aos 6 dias os

tratamentos metil jasmonato 2,5 mM (10,18 mg.100 g<sup>-1</sup>) e metil jasmonato 5,0 mM (9,91 mg.100 g<sup>-1</sup>) apresentaram valores superiores aos demais. Com o avanço do período de armazenamento, os polifenóis decresceram somente para os tratamentos com AS, sendo constatado ao final do período os menores teores para os frutos do tratamento controle (7,12 mg.100 g<sup>-1</sup>) e ácido salicílico 5,0 mM (7,28 g.100 g<sup>-1</sup>).

Figura 13. Polifenóis extraíveis totais mg.100 g<sup>-1</sup> em frutos de mamoeiro Sunrise Solo armazenados em diferentes temperaturas submetidos a indutores de resistência



De acordo com os dados obtidos observou-se o efeito das temperaturas em mamões Sunrise solo armazenados a 6 e 9 °C para os conteúdos de polifenóis, verificando que os frutos tratados com metil jasmonato 5,0 mM apresentaram os maiores conteúdos de polifenóis em mamões que os demais tratamentos. Ademais, o ácido salicílico proporcionou redução no decorrer dos dias de armazenamento, apresentando menores valores no conteúdo de polifenóis aos 10 dias. Já no armazenamento a 6 e 8 °C, os frutos tratados com ácido salicílico apresentaram os maiores teores de polifenóis em relação aos demais tratamentos. Em relação a obtenção dos maiores valores de polifenóis extraíveis encontrados no mamões, supõe que estes frutos sofreram estresse

durante o armazenamento, ocasionando alterações no metabolismo, acelerando seu amadurecimento ao final.

#### **4. CONCLUSÕES**

Os mamões Sunrise Solo com aplicação de ácido salicílico 2,5 e 5,0 mM apresentaram maior tolerância ao dano pelo frio, durante a exposição a baixa temperatura.

A aplicação do ácido salicílico, em ambas concentrações, proporcionou melhores manutenções da perda de massa e firmeza, durante os períodos de armazenamento a temperatura 6 °C.

Constatou-se que os frutos submetidos a ácido salicílico 2,5 e 5,0 mM proporcionaram manutenção no teor de sólidos solúveis e acidez titulável, ao contrário dos frutos sob o efeito do metil jasmonato ao final do armazenamento.

Os mamões com ácido salicílico 2,5 e 5,0 mM dano pelo frio em expostos as baixas temperaturas menores valores extravasamento de eletrólitos e peroxidação de lipídeos.

Entretanto, a aplicação de indutores não impede o desenvolvimento do amadurecimento dos mamões.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, R. F., Martins, M. L. L., Resende, E. D., Vitorazi, L., Carlos, L. A., Pinto, L. K. A. (2006). Influência da temperatura de refrigeração sobre as características químicas do mamão cv. "Golden". **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 577-581.
- Barreto, C. F.; Moreno, B. M.; Silva, P. S.; Malgarin, M. B.; Fachiello, J. C. (2016). Ácido salicílico na pós-colheita para redução de podridão parda e manutenção qualidade de pêssego 'Chiripá'. *Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha*, v. 17, n. 1, p. 50-57. Hermosilo, México.
- Beltrão, B. A., Morais, F., Rocha, D. E. G. A., Mascarenhas, J. C., Souza Junior, L. C., Pires, S. T. M., Carvalho, V. L. G. D. (2005). Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea Estado do Rio Grande do Norte. **DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DE MIPIBU**. Recife-PE, Brasil.
- Braga, L. R. (2004). **Características químicas e físicas de mamões do grupo solo submetidos a diferentes injúrias mecânicas**. 46 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa- MG, Brasil.
- Brotons, J. M., Manera, J., Conesa, A. Porras, I. (2013). A fuzzy approach to the loss of green colour in lemon (*Citrus lemon* L. Burm. F.) rind during ripening. **Computers and Electronics in Agriculture** (Atenas), v. 98, p. 222-232.
- CEAGESP. (2003). Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura – **Normas de Classificação do Abacaxi**. São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura - CQH/CEAGESP, (CQH. Documentos, 25).
- Candan, A. P., Graell, J., Larrigaudierre, C. (2008). Roles of ethylene in the development of chilling injury in plums. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, p. 107-112.
- Chen, N. J., Paull, R. E. (2003). Endoxylanase expressed during papaya fruit ripening: purification, cloning and characterization. **Functional Plant Biology**, v. 30, n.4, p.433- 441.
- Chitarra M. I. F., Chitarra A. B. (2005). **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras, UFLA. p.785.
- De Fusco, D. O. (2015). **Produção de compostos voláteis característicos do aroma em mamões (*Carica papaya* L. cv. 'Golden') tratados com metil jasmonato e armazenados a baixa temperatura**. 59p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos). Faculdade de Ciências farmacêuticas da Universidade de São Paulo-SP, Brasil.

Dias, T. C., Mota, W. F., Otoni, B. S., Mizobutsi, G. P., Santos, M. G. P. (2011). Conservação pós-colheita de mamão formosa com filme de PVC e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal- SP. V. 33, n. 2, p. 666-670.

Dixon, R. A., Harrison, M. J., Lamb, C. J. (1994). Early events in the activation of plant defense responses. **Annual Review of Phytopathology**, v. 32, p.479-481.

Godoy, A. E., Cerqueira-Pereira, E. C., Jacomino, A. P. (2008). Efeito de injúrias mecânicas na coloração de mamões 'Golden'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; **Annual meeting of the interamerican society for tropical horticulture**, 54., 2008, Vitória, **Resumos...** Vitória-ES.

Heath, R. L., Packer, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics na stoichiometry of fatty peroxidation. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 125,n.1, p.189-198.

IBGE. (2014). **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acessado em 10 de Novembro de 2016.

Imran, H., Yuxing, Z., Guoqiang, Du., Guoying, W., Jianghong, Z. (2007). Effect of salicylic acid (AS) on delaying fruit senescence of Huang Kum pear. **Frontiers of agriculture in China**, v. 1, n. 4, p.456-459.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ-IAL. (2008). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo: IAL. v. 1, p.10-13.

Khademi, O., Zamani Z., Mostofi Y., Kalantari, S., Ahmadi A. (2012). Extending Storability of Persimmon Fruit cv. Karaj by Postharvest Application of Salicylic Acid. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 14, p.1067-1074.

Khademi Z., Ershadi A. (2013). Postharvest application of salicylic acid improves storability of peach (*Prunus persica* cv. Elberta) fruits. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, v. 5, n. 6, p. 651-655.

McCollum, T., McDonald, R. E. (1991). Electrolyte leakage respiration and thylene production as índices of chilling injury in tomato fruit. **Hortscience**, v. 17, n. 2, p.162-165.

Mondal, K., Malhotra, S. P., Jain, V., Singh, R. (2009). Oxidative stress and antioxidant systems in Guava (*Psidium guajava* L.) fruits during ripening. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v.15, p.327-334.

Moreno, M. B., Rizzolo, R. G., Fagundes, C. de M., Bender, A., Antunes, L. E. C. (2015). Efeito do ácido salicílico na pré-colheita de amora preta cv. Tupy. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, v. 16, n. 2, p.234-239

Panceri, C. P., Gomes, T. M., Gois, J. S., Borges, D. L. G., Bordignon-Luiz, M. T. (2013). Effect of dehydration process on mineral content, phenolic compounds and antioxidant activity of Cabernet Sauvignon and Merlot grapes. **Food Research International**, v. 54, n. 2, p. 1343-1350.

Pearson, D.; Cox, H.E. (1976). The chemical analysis of foods. **New York: Chemical Publication.**

Ruelland, E., Vaultier, M., Zachowski, A., Hurry, V. (2009). Cold signalling and cold acclimation in plants. **Advances in Botanical Research**, v. 49, p. 135–150.

Sharma, P., Jha, A. B., Dubey, R. S., Pessarakli, M. (2012). Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants under Stressful Conditions, **Journal of Botany**, v. 2012, p.1-26.

Vicentino, S. L., Floriano, P.a., Dragunski, D. C. (2011). Filmes de amidos de mandioca modificados psra recobrimento e conservação de uvas. **Química Nova**, v. 34, n. 8, p. 1309-1314.

Yemn, E.W., Willis, A.J. (1954). The stimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v.57, n. 3, p.508-514.

Waterhouse A. L. (2002). Determination of total phenolics, in Current Protocols in **Food Analytical Chemistry**. Wiley, Hoboken, NJ, p. 11.1.1– 11.1.8.

Weber D., Jones E., Beskow T. G., Barbosa M. M., Saavedra J., Fachinello J. C. (2012). Ácido salicílico e refrigeração na conservação de maracujás. **Revista Iberoamericana Tecnología Postcosecha**, v. 13, n. 2, p. 123-129.

Wongsheree, T., Ketsa, S., Van Doorn, W. G. (2009). Relationship between chillig injury and membrane damage in lemon basil (*Ocimum citridourum*) leaves. **Postharvest Biology and Technology**, v. 51, n. 1, p. 91-96.

Zhou, M. memelink, J. (2016). Jasmonate responsive transcription factores regulating plant secondary metabolism. **Biotechnology Advances**, v. 34, n. 4, p.441-449.

Zhu, A., Li, W., Ye, J., Sun, X., Ding, Y., Cheng, Y., Deng, X. (2011). Microarray expression profiling of postharvest ponkan mandarin (*Citrus reticulata*) fruit under cold storage reveals regulatory gene candidates and implications on soluble sugars metabolism. **Journal Integrative Plant Biology**, v. 53, p. 358–374.

### CAPÍTULO III

#### REVESTIMENTOS À BASE DE QUITOSANA ASSOCIADO AO ÁCIDO SALICÍLICO EM PÓS-COLHEITA DE MAMÃO “SUNRISE SOLO”

#### COATINGS OF QUITOSANA ASSOCIATED WITH SALICYLIC ACID IN POST-HARVEST OF MAMÃO "SOLRISE SOLO"

Jordânia Araújo<sup>1</sup>; Laesio Pereira Martins<sup>2</sup>; Raunira da Costa Araújo<sup>2</sup>; Solange de Sousa<sup>2</sup>; Aline Kelly Pedro de Araújo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pós-Graduanda em Tecnologia Agroalimentar (PPGTA),  
UFPB/CCHSA/ Campus III/Bananeiras-PB, CEP: 58220-000 E-mail:  
[Jordania\\_1990@hotmail.com](mailto:Jordania_1990@hotmail.com)

<sup>2</sup>Docente da UFPB – Campus III/Bananeiras-PB, CEP: 58220-000.  
Departamento de Gestão e Tecnologia Agroalimentar (DGTA). E-mail:  
[laesiopm@gmail.com](mailto:laesiopm@gmail.com)

<sup>2</sup>Docente da UFPB – Campus III/ Bananeiras-PB, CEP: 58220-000.  
Departamento de Agricultura (DA). E-mail:  
[arinuar@hotmail.com](mailto:arinuar@hotmail.com)

<sup>2</sup>Docente da UFPB – Campus III/ Bananeiras-PB, CEP: 58220-000.  
Departamento de Agricultura (DGTA). E-mail:  
[Solange\\_ufpb@yahoo.com.br](mailto:Solange_ufpb@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Docente do IFPE – Campus Afogados do Ingazeira/ CEP: 58800-000.  
Departamento de Ensino (DEN). E-mail:  
[alinne.agro@gmail.com](mailto:alinne.agro@gmail.com)

## REVESTIMENTOS À BASE DE QUITOSANA ASSOCIADO AO ÁCIDO SALICÍLICO EM PÓS-COLHEITA DE MAMÃO “SUNRISE SOLO”

**RESUMO** – O mamão vem se destacando devido seu elevado valor nutricional, o que torna uma das frutas mais consumidas. No entanto, sua perda é devido as alterações que ocorrem após a colheita, havendo a necessidade de utilização de métodos que aumentem a vida de conservação. O objetivo neste trabalho foi avaliar o efeito dos revestimentos de quitosana associado ao ácido salicílico como método de conservação da qualidade e aumento de vida útil em mamões Sunrise solo. Os frutos foram oriundos do município de São de Mipibu-RN e transportados para o Laboratório de Fisiologia e Pós-colheita da Universidade Federal da Paraíba, onde foram lavados para retirada de qualquer material advindo do campo, em seguida, imersos por 5 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm. Em seguida, aplicou-se os revestimentos de quitosana (1 e 2%) associados as concentrações de ácido salicílico 2,5 e 5,0 mM. Os frutos foram armazenados em temperatura de 6 °C e avaliados no período de 4 em 4 dias, perfazendo um período de armazenamento de 24 dias, e cada período utilizou-se três repetições de três frutos, para determinações de avaliações físicas, físico-químicas e bioquímicas. Diante dos resultados obtidos observou-se que o revestimento de quitosana a 2% associada ao ácido salicílico proporcionou uma redução nos menores valores de perda de massa, sólidos solúveis, acidez titulável e firmeza. A aplicação de quitosana a 2% associado a concentração de ácido salicílico 2,5 mM retardou a maturação dos mamões durante o armazenamento, estendendo sua vida pós-colheita.

**Palavras-chave:** *Carica papaya*, conservação, vida útil

## COATINGS BASED ON QUITOSANE ASSOCIATED WITH SALICYLIC ACID IN POST-HARVESTING MAMMON "SUNRISE SOLO"

**ABSTRACT** – The papaya has been emphasizing due to its high nutritional value, which makes one of the fruit more consumed. However, their loss is due to the changes that occur after harvest, and there is a need to use methods that increase life and quality of conservation. The objective of this work was to evaluate the effect of chitosan coatings associated with salicylic acid as a method of preserving quality and increasing shelf life in papaya sunrise. The fruits were from the municipality of São de Mipibu-RN and transported to the Laboratory of Physiology and Post-harvest of the Federal University of Paraíba, where they were washed for removal of any material coming from the field, then immersed for 5 minutes in solution sodium hypochlorite at 200 ppm. Thereafter, the chitosan coatings (1 and 2%) associated with 2.5 and 5.0 mM salicylic acid concentrations were applied. The fruits were stored at a temperature of 6 °C and evaluated every 4 days for a storage period of 24 days, and each period was used three replicates of three fruits for physical, chemical and physical evaluation determinations and biochemical. In view of the results obtained it was observed that the 2% chitosan coating associated with salicylic acid provided a reduction in the lowest values of mass loss, soluble solids, titratable acidity and firmness. Application of 2% chitosan associated with 2.5 mM salicylic acid concentration delayed the maturation of papaya during storage, extending its post-harvest life.

**Keywords:** *Carica papaya*, conservation, shelf life

## 1. INTRODUÇÃO

O mamão da cv. Sunrise Solo é uma das variedades mais cultivadas em todo mundo (Embrapa, 2014), vem se destacando por seu elevado valor nutricional, como também por ser uma das mais consumidas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (Reis, 2015).

Está entre as três frutas mais consumidas no País, por apresentar grande relevância econômica e social, principalmente na geração de emprego e renda. No entanto, são perdidos 30% do total produzido de frutas devido às alterações físicas e químicas após a colheita, entre elas modificações de textura, aroma, sabor e cor (Galo et al., 2014). Devido ser um fruto climatérico, seu amadurecimento ocorre de forma acelerada devido seu aumento na taxa respiratória.

Dentre os métodos aplicados para prolongar a vida útil das frutas na pós-colheita, o uso de compostos naturais ou biodegradáveis, derivados de animais ou plantas, que atuem de forma de conservação (Bautista-Baños et al., 2006), a quitosana é um polissacarídeo, amplamente utilizado para a formação de revestimentos comestíveis, devido a suas propriedades antimicrobianas inerentes, pode ser um substituto dos atuais fungicidas, altamente nocivos ao ambiente e a saúde humana (Dutta et al., 2009).

A quitosana se destaca por sua capacidade de atuar como uma barreira no controle da respiração do fruto e apresentar alto potencial antimicrobiano, além de prevenir o escurecimento enzimático, redução na perda de vapor de água, ou para estabilizar os gradientes de atividade de água e assim manter as diferentes propriedades de textura (Giancone et al., 2008; Pereda et al., 2011). Luvielmo (2012) enfatiza que a utilização de quitosana (biopolímero encontrado no exoesqueleto de crustáceos), como revestimentos tem sido reportada como capaz de manter a qualidade de frutas e vegetais, por reduzir a taxa de respiração e, conseqüentemente, a produção de etileno e a transpiração.

Ainda dentre os procedimentos que vêm sendo aplicados é o uso do ácido salicílico, um composto fenólico natural e seguro, que apresenta elevado potencial no controle de perdas pós-colheita de culturas hortícolas (Asghari e Aghdam, 2010), que atua no retardamento da senescência e no efeito antagônico na biossíntese do etileno (Khademi et al., 2012). Lolaei et al. (2012)

relatam que o uso do ácido salicílico em frutos proporciona redução da respiração e produção de etileno. Sayati et al. (2009) relatam que a aplicação de AS proporciona aos frutos redução da respiração e da produção de etileno.

Diante disto, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito dos revestimentos de quitosana associados ao ácido salicílico como método de conservação da qualidade e aumento de vida útil em mamões Sunrise solo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Obtenção e colheita dos frutos**

Os frutos do mamoeiro do grupo solo foram provenientes de plantio comercial localizado na cidade de São João de Mipibu– RN. O município de São José do Mipibu situando-se na mesorregião Leste Potiguar e na microrregião Macaíba, limitando-se com os municípios de Macaíba, Parnamirim, Nísia Floresta, Arês, Brejinho, Monte Alegre e Vera Cruz. Possui área de 293 km<sup>2</sup>, a sede do município tem uma altitude média de 58 metros e possui coordenadas 06°04'30,0" de latitude sul e 35°14'16,8" de longitude oeste (Beltrão et al., 2005).

Os mamões foram colhidos manualmente de acordo com o estágio de maturação comercial da Ceagesp (2003), frutos com 15 a 25% da superfície da casca amarela.

### **2.2 Instalação e condução do experimento**

O experimento foi realizado no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras – PB. No período de Março a Abril de 2018.

Os mamões Sunrise Solo foram selecionados de acordo com estágio de maturação e tamanho uniforme, descartando-se os frutos que apresentavam danos mecânicos e manchas na casca. Posteriormente, realizou-se a lavagem em água corrente para eliminação de resíduos provenientes da colheita e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio (200 ppm) por imersão durante 5 minutos. Após a sanitização, os frutos foram colocados em mesa inox mantidos em temperatura ambiente até a secagem e posteriormente separados de acordo com tratamento a ser aplicado.

### 2.3 Preparo dos revestimentos e aplicação das soluções de indutores de resistência

Os frutos foram separados de acordo com os tratamentos a serem aplicados (Tabela 1): Quitosana (1 e 2%) foram obtidas através da adição de ácido acético a 1%, homogeneizado até a obtenção de um líquido viscoso, seguido da leitura do pH no qual ficou entre uma faixa do pH 3,82 a 4,29. Adicionou-se a cada solução o espalhante adesivo Tween<sup>®</sup> 80 (0,01% v/v) e glicerol 1%.

As soluções de ácido salicílico (2,5 e 5,0 mM) foram diluídas em água destilada e adicionadas nas determinadas concentrações dos revestimentos, realizando leitura do pH para averiguar se houve uma alguma alteração para a possível correção do pH.

Após preparação dos revestimentos, os mamões foram submetidos duas vezes aos tratamentos com solução de quitosana + ácido salicílico durante o período de 10 minutos cada, e logo após colocados em tela de “nylon”, em condições ambiente para drenar o líquido em excesso. Os frutos do tratamento testemunha foram imersos em água destilada por um período de 10 minutos sob temperatura ambiente, em seguida colocados para drenar o líquido em excesso.

Tabela 1- Concentrações dos revestimentos a base de quitosana e ácido salicílico

Nº de tratamentos	Tratamentos aplicados
1	Controle
2	Quitosana (1,0%) + ácido salicílico 2,5 mM
3	Quitosana (1,0%) + ácido salicílico 5,0 mM
4	Quitosana (2,0%) + ácido salicílico 2,5 mM
5	Quitosana (2,0%) + ácido salicílico 5,0 mM

### 2.4 Acondicionamento e armazenamento

Os mamões de foram acondicionados em bandeja de polipropileno e armazenados em incubadora B.O.D (85% ± 5 UR) em temperatura de 6 °C, durante 24 dias.

## 2.5 Avaliações

As avaliações foram realizadas no momento da instalação do experimento e durante o armazenamento com intervalo de 4 dias, em cada período de análise, totalizando 15 frutos, para a realização das seguintes avaliações:

### 2.5.1. Descrição das análises físicas

**Perda de massa fresca (%):** Determinada pela diferença entre o peso inicial dos frutos para cada período de análise, usando-se balança semi-analítica Bel engineering;

**Firmeza (N):** Determinada com penetrômetro manual MOD PTR-300 com ponteira de 3 mm de diâmetro, tomando-se duas leituras por fruta, em lados opostos da região equatorial, cujos valores multiplicados pela constante '4,45';

**Coloração da casca:** Realizadas através de Colorímetro Delta Color, a qual expressa à cor nos parâmetros: L\* corresponde à luminosidade (100 branco; zero preto) b\* corresponde a representa a intensidade (cor clara ou escura) e c\* corresponde ao croma;

### 2.5.2. Descrição das análises físico-químicas

**Sólidos solúveis (SS):** Determinados com refratômetro digital NOVA, segundo Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados foram expressos em %;

**Acidez titulável (AT):** Determinada por titulometria com NaOH 0,1 M, segundo Instituto Adolfo Lutz (2008) e expressa em % de ácido cítrico;

**Relação SS/AT:** Conforme Adolfo Lutz (2008);

**Potencial hidrogeniônico (pH):** 10 gramas da amostra triturada foram colocadas em 50 mL de água destilada e determinado com potenciômetro digital (MISAKI), conforme técnica da Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2005);

**Ácido ascórbico (mg.100 g<sup>-1</sup>):** Determinado por espectrofotometria da marca Bel Photonics, onde foram lidas em onda de 520 nm, segundo Person e Cox (1976);

**Açúcares Totais:** A quantificação dos açúcares totais foi realizada pelo método de ANTRONA, descrito por Yemn e Willis (1954). O extrato foi preparado utilizando-se 0,1 g de polpa diluída em 100 mL de água destilada.

Uma alíquota de 0,1 mL do extrato foi misturada a 0,90 mL de água e a 2,0 mL da solução de ANTRONA para obtenção das amostras, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 95 °C por 8 minutos. A curva padrão foi preparada com glicose e as leituras das amostras foram feitas em espectrofotômetro a 620 nm;

### **2.5.3. Descrição das Análises bioquímicas**

**Pofenóis Extraíveis Totais (PET):** Realizada conforme descrito pelo método de Waterhouse (2002). Tomou-se 2 g da polpa, adicionando 4 mL de metanol 50% e deixando para extrair por 1 hora. Em seguida, a mistura foi centrifugado a 15.000 rpm durante 15 minutos. O primeiro sobrenadante foi armazenado e, ao resíduo adicionou-se 4 mL de acetona 70%, deixando-se extrair por 1 hora. Em seguida foi repetida a centrifugação e o sobrenadante foi adicionado ao primeiro e completado com água destilada em um tubo de Falcon graduado que já continha o sobrenadante da primeira extração. Em tubo de ensaio; colocou-se uma alíquota de 200 µL do extrato, acrescida de 1800 µL de água destilada, mais 150 µL do reagente de Folin Ciocalteu, 350 µL de carbonato de sódio 20%. Agitou-se o tubo de ensaio e colocado em repouso em banho-maria a 40 °C durante 30 minutos. Após a amostra esfriar realizou-se a leitura em espectrofotômetro, no comprimento de onda a 765 nm expressando os resultados em mg.100 g<sup>-1</sup>; Os resultados fora calculados pela equação 1.

$$\text{Eq1. PET(mg.100g-1)} = (x*100/Z)/ 1000$$

## **2.6 Delineamento experimental e análise dos dados**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (5 tratamentos x 6 períodos) com 3 repetições de três frutos, totalizando 90 frutos, sendo o primeiro fator referente aos tratamentos e o segundo aos período de armazenamento.

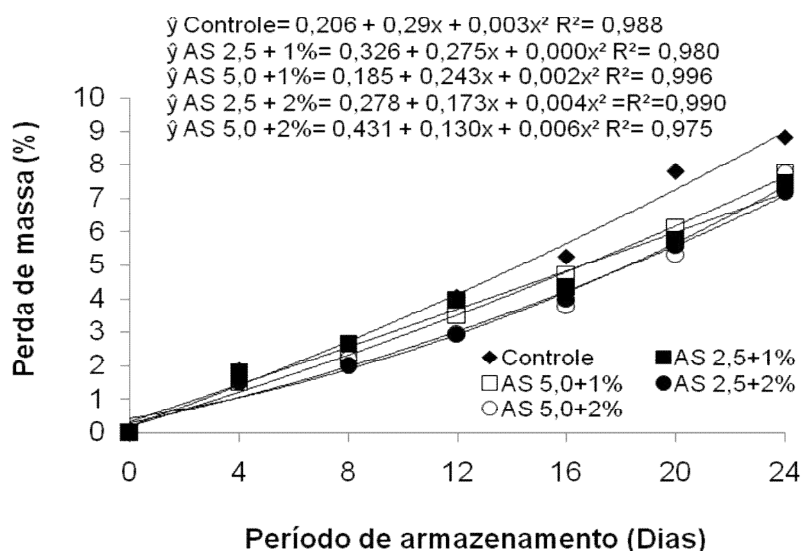
As análises estatísticas foram realizadas separadamente para cada temperatura, em triplicatas, e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando o programa SAS<sup>®</sup> versão 9.1 (2013), licenciado para o Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Perda de massa

Observou-se que a perda de massa aumentou ao longo dos dias de armazenamento, independente dos tratamentos aplicados. Os frutos do tratamento controle apresentaram maiores perdas a partir dos 16 dias de armazenamento, com 5,27% quando comparadas com os demais tratamentos, alcançando ao final do armazenamento, os maiores valores de perdas, correspondendo a 8,33%. As menores perdas foram constatadas para os frutos submetidos ao tratamento com ácido salicílico (AS) 2,5 mM + quitosana 2%, correspondendo a 7,19% no 24º dia de armazenamento (Figura 1).

Figura 1 - Perda de massa (%) de mamão Sunrise Solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C



De acordo com os resultados obtidos, os efeitos do indutor e revestimentos aplicados na perda de massa em mamões do tratamento controle apresentaram as maiores perdas durante os 24 dias de armazenamento, quando comparado aos mamões dos demais tratamentos. Estes resultados eram esperados, uma vez que os mamões com tratamentos estão sob proteção de um revestimento, inibindo a perda de água, reduzindo o metabolismo dos frutos, resultando na menor perda de água durante o armazenamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Lin et al.

(2008) que avaliaram redução significativa de perda de massa nos frutos revestidos com quitosana 1,5% em comparação com os frutos que não tiveram revestimentos.

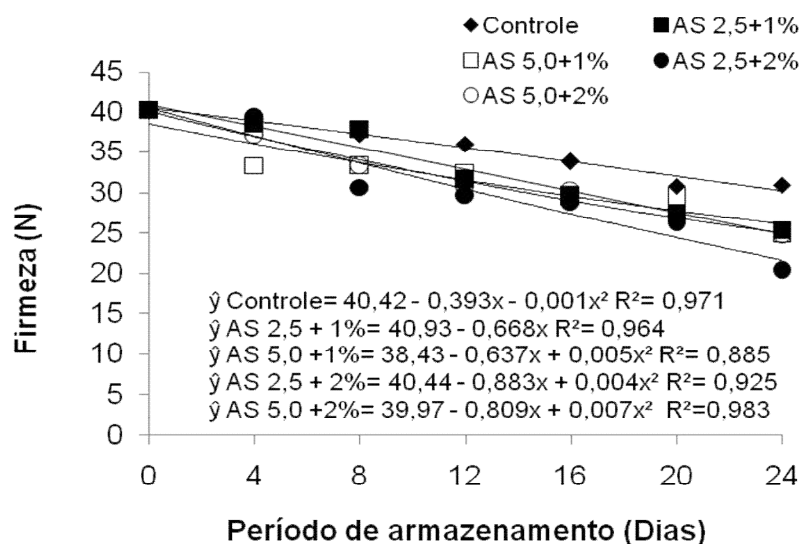
A aplicação do indutor ácido salicílico também influenciou na redução de perda de massa em mamões, pois já existem pesquisas na pós-colheita que afirmam que a aplicação de ácido salicílico ajuda na manutenção da perda de massa. Corroborando com os autores, Tareen et al. (2012), constataram que a aplicação de ácido salicílico foi eficiente para redução de perda de massa em pêssegos cv. Flordaking". Andrade (2016) averiguaram que o ácido salicílico mostrou-se eficiente na redução da qualidade da conservação de pêssegos 'Maciel'. Dessa maneira, a aplicação do indutor colaborou na redução de perda de massa neste trabalho.

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que o revestimento com quitosana foi eficiente em reduzir a perda de massa em mamões, conseguindo reduzir o metabolismo, devido a proteção dos revestimentos, formando uma barreira impermeável, o que contribui para a diminuição da taxa respiratória, refletida na manutenção da perda de massa. Assim, os revestimentos permitem os frutos respirar sem perder água, sendo um fator relevante no armazenamento de pós-colheita de frutos.

### **3.2 Firmeza**

Para firmeza em mamões Sunrise solo, constatou-se decréscimo para todos os tratamentos aplicados, sendo que os frutos submetidos ao tratamento com ácido salicílico 2,5 mM + quitosana 2% proporcionaram os menores valores a partir do 8º dia de armazenamento (1,99 N), alcançando no 24º de armazenamento, os menores valores para firmeza, correspondendo a 7,19 N. Os maiores valores de firmeza foram encontrados nos frutos do tratamento controle aos 12 dias, com 4,04 N, no qual apresentou ao final do armazenamento valor superior de 8,83%, que os demais tratamentos (Figura 2).

Figura 2- Firmeza (N) de mamão Sunrise Solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C



Analisando os resultados, a aplicação do indutor ácido salicílico associado aos revestimentos à base de quitosana, pode-se perceber que mamões submetidos aos tratamentos com revestimento de quitosana a 2% apresentaram menores valores de firmeza em relação aos mamões Resvestidos com quitosana a 1% e tratamento controle. Essa diferença é refletida no efeito da aplicação dos revestimentos na qual influencia na perda de massa, devido a resistência da barreira, que influencia diretamente na transpiração, afetando o metabolismo dos frutos. A perda de firmeza em mamões é refletida no efeito da perda das substâncias pécnicas associadas à perda de massa, observada com o avanço dos dias de armazenamento, visto que a temperatura é um fator que influencia diretamente o metabolismo dos frutos, afetando sua qualidade na pós-colheita. Corroborando com os dados obtidos, Liu et al. (2009) relataram que essa degradação está associada a perda de água e outros compostos que ocorrem durante as modificações químicas na parede celular. Para Gayosso-Garc et al. (2010) essas alterações de firmeza nos frutos já são esperadas, devido aos processos fisiológicos que continuam acontecendo mesmo após a colheita.

A utilização dos revestimentos de quitosana influenciou na redução da perda de massa devido à formação da barreira de proteção ao redor fruto, minimizando a taxa respiratória e a produção de etileno, conseqüentemente reduzindo as reações da síntese da parede celular, proporcionando um amadurecimento mais lento, mantendo a firmeza por um período maior de

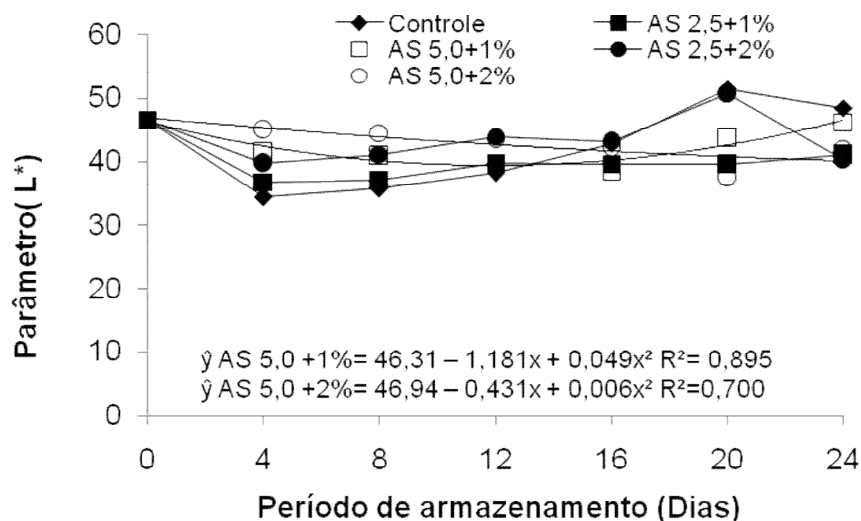
tempo (Oliveira, 2010). Matinez-Romero et al. (2006) relatam que a aplicação de quitosana pode atrasar a firmeza de mamão e de cereja.

### 3.3 Coloração da casca

#### 3.3.1 Parâmetro (L\*)

Na Figura 3, constatou-se aumento na luminosidade (L) dos mamões Sunrise solo para os frutos tratados com AS 5,0 mM + quitosana 2% a partir do 4º dia de armazenamento, tiveram seus valores de luminosidade tenderam as decrescer no decorrer dos dias. Aos 12 dias observou-se que os frutos tratados com AS 2,5 mM + quitosana 2% apresentou aumento nos valores de luminosidade até os 20 dias tendendo a aumentar seus valores de luminosidade. Os mamões que apresentaram-se mais brilhantes ao final do armazenamento foram os do tratamento controle, correspondendo a 48,52, enquanto os que apresentaram menor valor de luminosidade da casca foram constatadas para os mamões Sunrise solo AS 2,5 mM + quitosana 2 % atingindo valor de 40,29, porém, esse valor apresentou alterações nas cascas.

Figura 3 - Parâmetro (L\*) de mamão Sunrise Solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C



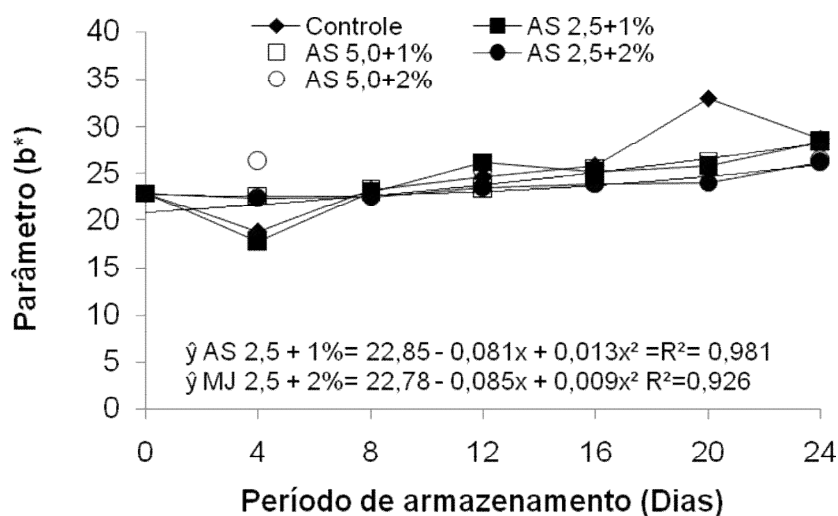
De acordo com os dados apresentados, a luminosidade em mamões revestidos com quitosana a 2% + em ambas as concentrações foi inibida ao final do armazenamento, apresentando aparência mais escura em suas

cascas. No entanto, outros estudos determinam que a aplicação de quitosana diminui as mudanças da cor na pele de mamão (Ali et al., 2011).

### 3.3.2 Parâmetro (b\*)

Observa-se que a partir dos 4 dias de armazenamento houve aumento de intensidade para os frutos do tratamento controle e AS 2,5 mM + quitosana 1%, como também aumentou para os tratamentos com AS 5,0 mM + quitosana 2%. Aos 20 dias, os frutos do tratamento controle apresentaram maiores valores que os demais tratamentos. No entanto, ao final do armazenamento os maiores valores de intensidade da coloração amarela foram observados para os frutos submetidos aos tratamentos com ácido salicílico 2,5 mM + quitosana 1% (28,32), AS 5,0 mM + quitosana 2% (28,44) e tratamento controle (28,79), que os frutos tratados com AS 2,5 mM+ quitosana 2% (26,14), AS 5,0 mM + quitosana 2% (26,42) (Figura 4).

Figura 4- Parâmetro (b\*) de mamão Sunrise Solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C

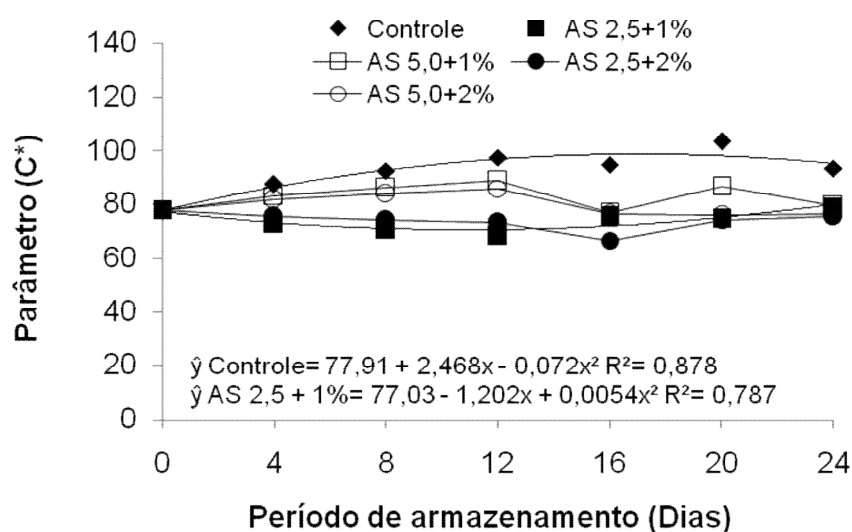


Conclui-se que, os mamões tratados com revestimento de quitosana 2% associada a ácido salicílico em ambas as concentrações apresentaram menores valores obtidos ao final do armazenamento quando comparados com os frutos com maiores valores, obtendo ao final aspecto um pouco laranja.

### 3.3.3 Parâmetro (C\*)

Verificou-se aumento de cromaticidade das cascas para os mamões Sunrise solo do tratamento controle ao longo do armazenamento, os quais apresentaram maiores valores, atingindo ao final valor superior de 93,54 que os demais tratamentos. Os menores valores de cromaticidade encontradas aos 24 dias foram para os frutos tratados com AS 2,5 mM + quitosana 2% e As 5,0 mM + quitosana 2%, correspondendo a valores de 75,33 e 76,44 (Figura 5).

Figura 5 – Parâmetro (C\*) de mamão Sunrise Solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C



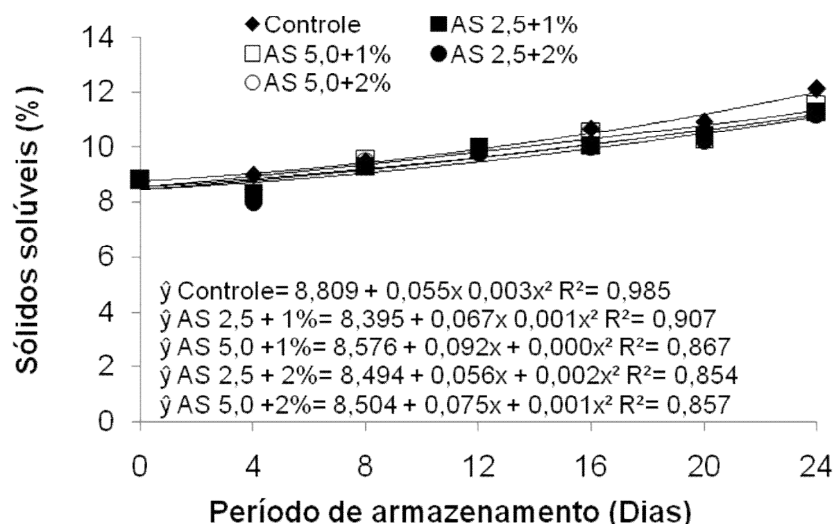
De acordo com os dados obtidos, os frutos submetidos ao tratamento AS 2,5 mM + quitosana 2% apresentou maior influência na cromaticidade, que expressa a intensidade da cor, onde os frutos com maiores valores apresentaram cores mais saturadas em suas cascas como também mais intensa dos frutos que tiveram valores inferiores a estes.

### 3.4 Sólidos solúveis (SS)

Analisando-se os dados obtidos, constatou-se aumento nos teores de sólidos solúveis com o avanço do tempo de armazenamento, independente dos tratamentos aplicados. Os maiores teores de sólidos solúveis encontrados foram para os frutos do tratamento controle (12,1%) e do tratamento com ácido salicílico 5,0 mM+ quitosana 1% com 11,5% ao final do armazenamento,

posteriormente estes valores tenderam a aumentar ao final do armazenamento. Enquanto os menores valores foram verificados para os frutos tratados com ácido salicílico 2,5 mM + quitosana 2% no 24º dia de armazenamento, mantendo os menores teores de sólidos solúveis que os demais tratamentos (Figura 6).

Figura 6- Sólidos solúveis (%) de mamão Sunrise Solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C



De acordo com os resultados obtidos, analisou-se a influência do emprego dos revestimentos como também as concentrações do indutor de resistência, empregado na conservação de mamões, observando-se que os teores de sólidos solúveis revestidos com quitosana a 2% apresentaram os menores teores ao final do armazenamento. Além disso, a utilização do ácido salicílico combinado com os revestimentos foram eficientes em reduzir o amadurecimento e perda de água nos frutos, mantendo os teores de sólidos solúveis sem grandes variações durante o armazenamento, destacando-se a quitosana a 2% + AS 2,5 mM e quitosana a 2% + 5,0 mM. O retardo na evolução do teor de sólidos solúveis possivelmente se deu pela aplicação do revestimento com quitosana (Cissé et al., 2015). Azeredo (2013) encontrou resultados similares utilizando recobrimentos a base de quitosana em mangas “Tommy Atkins”.

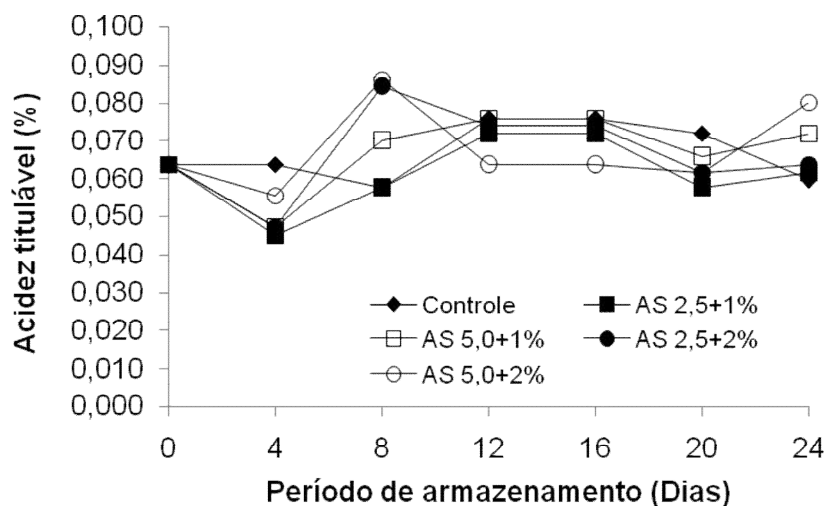
Pode-se observar que os teores de sólidos solúveis em mamões revestidos com quitosana a 2% apresentaram os maiores teores ao final do armazenamento, quando comparados com os mamões revestidos com quitosana a 1%. Diante disto, esse aumento pode ser explicado pelo avanço na maturação, ocorrendo, conseqüentemente a elevada produção respiratória e perda de água. Resultados que corroboram com Vicentino et al. (2011) explicam que esse aumento está geralmente relacionado à perda de água, embora possa estar associado também a uma perda de solutos decorrente da atividade respiratória, bem como a degradação da parede celular, ocasionando a concentração dos teores de sólidos solúveis .

### **3.5 Acidez titulável (AT)**

Pode-se observar variação no teor de acidez titulável em mamões Sunrise solo independente dos tratamentos aplicados (Figura 7). Os mamões tratados com AS 2,5 mM + quitosana 2% e AS 5,0 mM + quitosana 2% apresentaram os maiores valores de acidez no 8º dia de armazenamento em relação aos demais tratamentos, diminuindo no decorrer dos dias. Constatou-se que a partir do 12º dia de armazenamento ocorreu redução na acidez em todos os tratamentos, sendo que os maiores valores foram para o tratamento controle (0,076%) e ácido salicílico 5,0 + quitosana 1% (0,076%).

Avaliando a influência dos revestimentos combinados com ácido salicílico em mamões Sunrise solo, constatou-se que os mamões revestidos com quitosana a 1% + AS 2,5 mM, quitosana a 2% + AS 2,5 mM foram os que apresentaram os menores teores de acidez ao final do armazenamento. Esse comportamento pode ser atribuído ao padrão respiratório que os tratamentos proporcionaram. Aguiar et al. (2011) relatam que o uso dos revestimentos influenciam na redução da acidez. Outro fator obtido é que a acidez diminui durante os períodos de armazenamento com a utilização de quitosana em mamão (Ali et al., 2011).

Figura 7- Acidez titulável (%) de mamão Sunrise Solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C



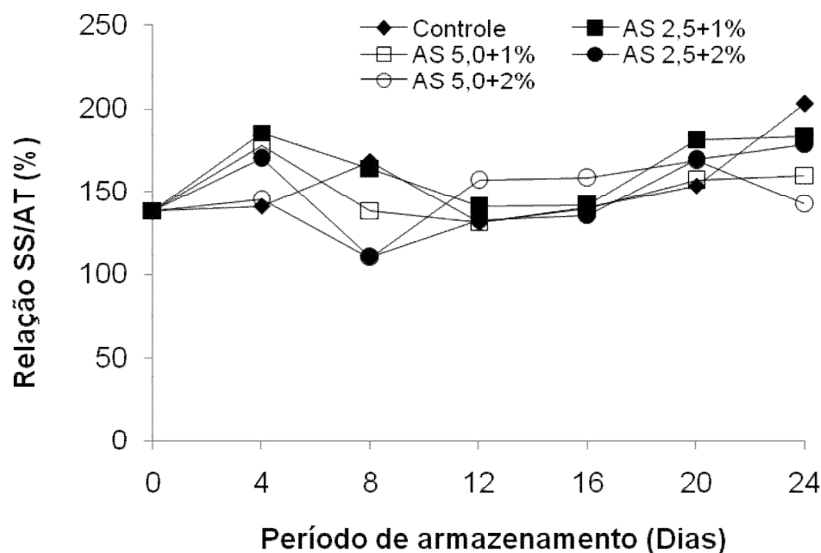
Aos 24º dia de armazenamento os maiores teores de ácido cítrico encontrados foram para os frutos submetidos aos tratamentos ácido salicílico 5,0 mM + quitosana 1% e ácido salicílico 5,0 + quitosana 2%, correspondendo a valores de 0,072 e 0,080%, se mostrando mais ácidas em relação as demais. Esse fato deve ter ocorrido devido às alterações sofridas pelos ácidos orgânicos provocado pela respiração, degradando alguns componentes da polpa, sabendo-se que o aumento da acidez se dá pela decorrência dos ácidos orgânicos ou a conversão de açúcares aumentarem no decorrer do armazenamento. Segundo Pimentel et al. (2011), o processo de amadurecimento do mamão é sustentado pelo consumo dos ácidos orgânicos, devido o fruto não apresentar reservas de amido. Moraes et al. (2012) observaram que a utilização de alguns revestimentos desacelera alterações no pH, influenciando desta forma, a acidez. Souza et al. (2011), estudando mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com quitosana, armazenadas sob temperatura ambiente ( $23\pm 2$  °C e  $65\pm 5\%$  UR), também verificaram aumento na acidez titulável, devido ao retardo do amadurecimento

### 3.6 Relação SS/AT

Em relação aos Sólidos solúveis/Acidez titulável (SS/AT) houve um aumento no 4º dia de armazenamento para os mamões Sunrise solo tratados com ácido salicílico 2,5 mM + quitosana 1% (185,59), ácido salicílico 5,0 mM + quitosana 1% 177,63) e ácido salicílico 5,0 mM + quitosana 2% (169). A partir

do 8º dia de armazenamento ocorreu uma redução em todos os tratamentos, contatando menor valor encontrado para os frutos submetidos ao tratamento com AS 2,5 mM + quitosana a 2%, correspondendo a 110,38 (Figura 8).

Figura 8 – Relação SS/AT (%) de mamão Sunrise Solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C



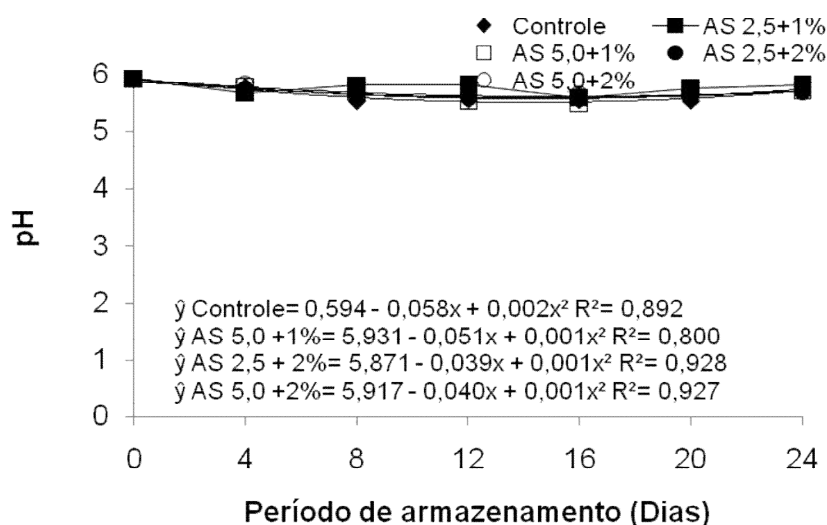
Os menores valores de SS/AT ao final do armazenamento foram observados para os frutos dos tratamentos ácido salicílico 2,5 mM + quitosana 1% (160,06) e ácido salicílico 2,5 mM + quitosana 2% (142,35). Possivelmente a aplicação destes tratamentos influenciaram na redução dos ácidos orgânicos, reduzindo assim, a maturação. Miguel et al. (2009) relatam que a aplicação de revestimento provoca redução na respiração, levando à uma menor degradação de ácidos orgânicos.

Tendo em vista a aplicação dos revestimentos em mamões Sunrise solo, verificou-se que estes tratamentos não influenciaram nos valores da relação SS/AT, indicando eficiência dos revestimentos. Já em relação a aplicação de ácido salicílico, observou-se que a maior concentração proporcionou melhor manutenção, sem grandes variações durante o armazenamento. De acordo com Silva (2014) essa relação sofre pela influência das variações na acidez titulável como também no teor de sólidos solúveis, resultando na variação de um desses dois fatores afetar a relação de SS/AT.

### 3.7 Potencial hidrogeniônico (pH)

Os maiores valores observados (Figura 9) foram para os frutos submetidos ao tratamento ácido salicílico 2,5 mM + quitosana 1% (5,82) ao 8º dia de armazenamento seguido de uma redução e verificado aos 16 dias de armazenamento que os frutos do tratamento AS 5,0 mM + quitosana 1% apresentaram o menores valores de pH (5,48).

Figura 9 – Potencial hidrogeniônico (pH) de mamão Sunrise Solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C



Aos 20 dias constatou-se aumento no pH para os frutos dos tratamentos com AS 2,5 + quitosana 1% e AS 5,0 mM + quitosana 2%. Moraes et al. (2012) relataM que o pH dos frutos tende a aumentar com o decorrer do tempo. Ao final do armazenamento pode-se verificar que os frutos tratados com AS 2,5 + quitosana 2% apresentaram os menores valores quando comparados com os demais. Portanto, a aplicação da quitosana a 2% conseguiu reduzir os ácidos liberados durante a hidrólise, influenciando assim na manutenção da acidez. Resultado contrário no trabalho de Trigo (2012), ao avaliar a qualidade de mamão 'Fomosa' minimamente processado, utilizando revestimentos comestíveis, observou que o pH dos frutos revestidos foram inferiores ao tratamento controle. Segundo Neves et al. (2008) a redução do pH durante o armazenamento está relacionado a à perda da firmeza , devido a liberação dos

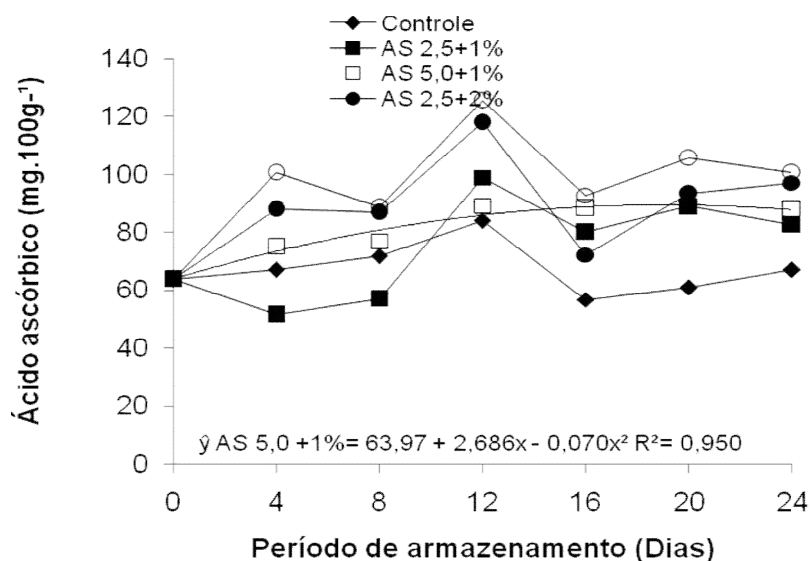
ácidos pécticos, oriundos da parede celular dos tecidos, influenciando na diminuição de pH.

Portanto, de acordo com os resultados avaliados, observou-se que aplicação dos revestimentos de quitosana proporcionou uma barreira efetiva, impedindo que os frutos sofressem grandes alterações em seu metabolismo.

### 3.8 Ácido ascórbico (AA)

Na Figura 10 observa-se que ocorreu declínio no conteúdo de ácido ascórbico para os mamões Sunrise solo no 8º dia de armazenamento, seguida de uma diminuição a partir do 12º dia de armazenamento, apresentando elevados teores de ácido ascórbico para os frutos tratados com ácido salicílico 2,5 e 5,0 mM + quitosana 2% quando comparados aos frutos tratados com ácido salicílico 2,5 e 5,0 mM + quitosana 1% ao final do armazenamento.

Figura 10- Ácido ascórbico (mg. 100g<sup>-1</sup>) de mamão Sunrise Solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C



Tendo em vista a aplicação do indutor de resistência em mamões Sunrise solo revestidos em ambas as concentrações, verificou-se que não houve muita variação nos teores de ácido ascórbico durante os períodos de variação. Por outro lado, dentre os revestimentos aplicados em mamões, o revestimento de quitosana a 1% foi o que proporcionou melhor manutenção do

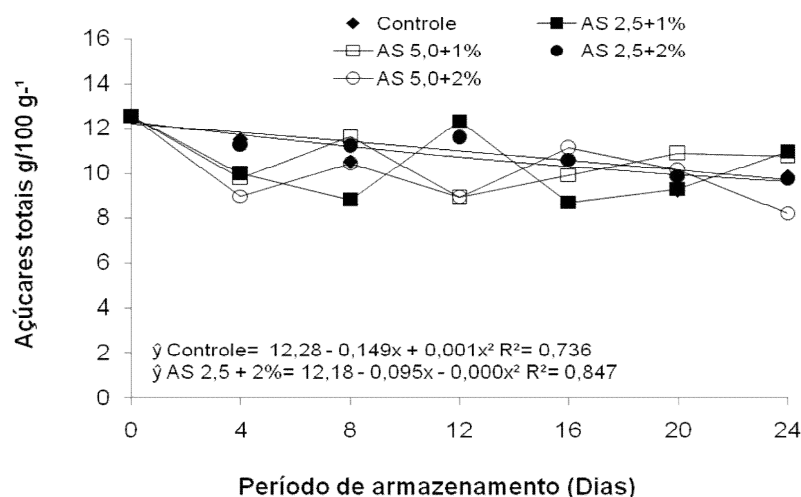
teor de ácido ascórbico durante o decorrer dos dias de armazenamento até o final do armazenamento. Aguiar et al. (2011) descrevem que o uso dos revestimentos retardam o amadurecimento, diferindo na degradação dos ácidos orgânicos.

De acordo com os resultados obtidos em mamões Sunrise solo, constatou-se que aos 24 dias de armazenamento ocorreu uma redução nos teores de ácido ascórbico nos mamões em todos os tratamentos, tendo em vista que os frutos revestidos com quitosana a 2% associado com AS 5,0 em ambas as concentrações tiveram os maiores valores de ácido ascórbico. Hojo et al. (2009) citam que as concentrações altas de ácido ascórbico está relacionada à maior síntese de intermediários metabólicos percussores, enquanto que as baixas estão relacionadas à oxidação dos ácidos orgânicos durante o amadurecimento. Dang et al. (2010) verificaram que o teor de ácido ascórbico em cerejas revestidas com quitosana foi maior do que as do controle. Segundo os autores, a redução da perda de ácido ascórbico em cerejas revestidas pode ser devida à permeabilidade do revestimento de quitosana que reduziu a atividade das enzimas e impediu a oxidação do ácido ascórbico.

### **3.9 Açúcares totais**

Na Figura 11 observa-se que os teores de açúcares totais apresentaram oscilação nos valores durante o período de armazenamento, variando de 9,23 a 13,40 g/100g<sup>-1</sup>. Pelos dados obtidos pode-se verificar que no 12º dia de armazenamento os frutos do tratamento AS 2,5 + quitosana 1%, AS 2,5 + quitosana 2% e o tratamento controle apresentaram aumento em seus valores, correspondendo a 12,32, 11,57 e 11,59 g/100g<sup>-1</sup>. Por outro lado, nos 16 dias de armazenamento ocorreu uma redução para todos os tratamentos, sendo que os frutos tratados com AS 2,5 mM + quitosana 1% apresentou maior valor, quando comparado com os demais.

Figura 11- Açúcares solúveis totais (g/100g<sup>-1</sup>) de mamão Sunrise Solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C



Ao final do armazenamento, os maiores teores de açúcares totais foram observados para os frutos submetidos ao tratamento ácido salicílico 2,5 mM + quitosana 1% e ácido salicílico 5,0 mM + quitosana 1%. Em relação aos menores valores foi encontrado ao final do armazenamento foi para o tratamento ácido salicílico 2,5 mM + quitosana 2% e ácido salicílico 5,0 mM + quitosana 2%, correspondendo a valores de 9,72 e 8,21 g/100g<sup>-1</sup>, esse fato deve ter ocorrido devido a estes tratamentos terem ocasionado o atraso na maturação dos frutos devido a redução na taxa metabólica e, conseqüentemente, conversão dos açúcares.

A aplicação do indutor de resistência em ambas as concentrações em mamões Sunrise solo revestidos com quitosana a 1% proporcionou manutenção nos teores de açúcares totais durante o armazenamento, verificando que os teores de açúcares apresentaram aumento ao final do armazenamento. Este fato está relacionado a maturação ou a quantidade de açúcares, pois os revestimentos com quitosana a 1% conseguiram inibir o amadurecimento dos frutos. Oshiro et al. (2008) encontraram redução de açúcares totais com aplicação de cera.

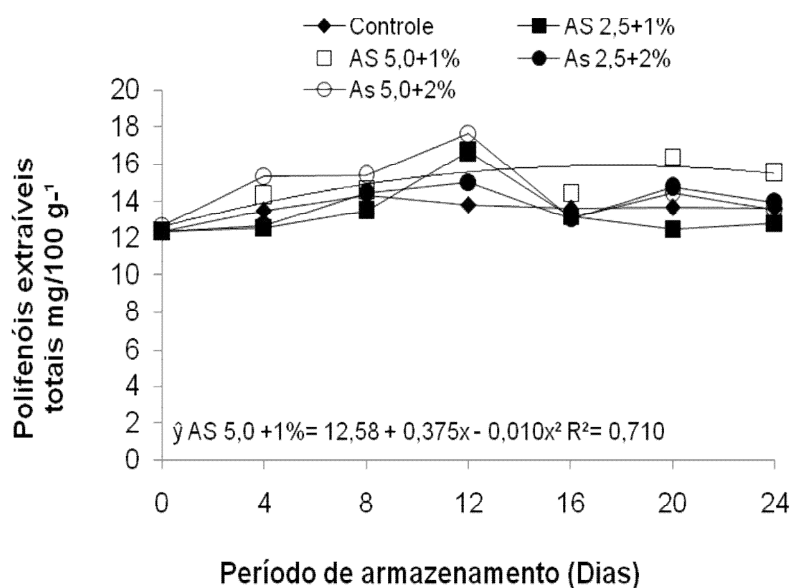
Já em relação aos mamões com revestimentos a 2%, estes apresentaram variação no decorrer dos dias de armazenamento, apresentando ao final redução nos teores de açúcares totais. Esse comportamento pode ser

relacionado devido a degradação dos ácidos orgânicos e polissacarídeos da parede celular dos frutos.

### 3.10 Polifenóis Extraíveis Totais (PET)

Constatou-se aumento nos polifenóis em mamões tratados com ácido salicílico 2,5 mM + quitosana 1% (16,66) e ácido salicílico 5,0 mM + quitosana 2% (17,65) no 12º dia de armazenamento, seguida de um declínio no 16º dia de armazenamento. Mamões tratados com AS 5,0 mM + 1% apresentaram maiores de polifenóis a partir dos 16 dias. No entanto, aos 24 dias de armazenamento os frutos tratados com ácido salicílico 5,0 mM + quitosana 1%, apresentaram valores maiores de polifenóis (15,51 mg/100 g) quando comparados com os tratamentos com quitosana a 2%. Comportamento oposto foi observado para os mamões revestidos com quitosana a 1% + AS 2,5 e quitosana a 2% com ácido salicílico 5,0 mM (Figura 12).

Figura 12- Polifenóis extraíveis totais mg/100g<sup>-1</sup> de mamão Sunrise Solo revestido com quitosana associado com ácido salicílico em diferentes concentrações armazenados a temperatura 6 °C



Avaliando os efeitos dos revestimentos aplicados em mamões Sunrise solo constatou-se que os maiores teores de polifenóis foram em mamões revestidos com quitosana a 1% + AS 5,0 mM e quitosana a 2% + AS 5,0. A

aplicação desses revestimentos proporcionou maior retenção aos 12 dias. Segundo Damodaran et al. (2010) o conteúdo de fenólicos costumam ser maior em frutas imaturas que em maduras, as quais tipicamente mostram diminuição de compostos fenólicos durante seu amadurecimento. Ademais, os revestimentos de quitosana a 2% + AS 5,0 mM proporcionou ao final do armazenamento maiores valores nos teores de polifenóis.

Analisando o indutor de resistência aplicados em mamões Sunrise solo pode-se observar que ácido salicílico 2,5 mM associado ao revestimento de quitosana a 1% proporcionou manutenção nos teores de polifenóis dos frutos. Este resultado pode está relacionado a fatores de inibição da maturação nos frutos, que o tratamento proporcionou, reduzindo a umidade e influenciado na redução dos compostos fenólicos. Vivek e Subbarao (2018) ao avaliarem amostras revestidas com 0,8 e 1,0% de quitosana observaram atraso na perda de polifenóis.

## **CONCLUSÃO**

Os revestimentos de quitosana a 2% associada com ácido salicílico nas concentrações 2,5 e 5,0 mM aplicados em mamões Sunrise solo proporcionaram redução da perda de massa, firmeza e mostrou-se ainda eficiente na manutenção dos teores de sólidos solúveis e acidez titulável durante os 24 dias de armazenamento.

## REFERÊNCIAS

- Aguiar, R. P., Miranda, M. R. A., Lima, A. M. P., Mosca, J. L., Moreira, R. A., Enéas-Filho, J. (2011). Effect of a galactomannan coating on mango postharvest physicochemical quality parameters and physiology. **Fruits**, v 66, n. 4, p. 269-278.
- Ali, A., Muhammad, M. T. M., Sijam, K., S. Y. (2011). Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. **Food Chemistry**, v. 124, p. 620–626.
- Andrade, S. B., Rodrigues, C. M., Schiavon, A. V., Berto, R. M., Malgarim, M. B., Fachinello, J. C. (2016). Ácido salicílico na conservação de pêssegos 'Macie'l sob refrigeração. **Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de alimentos. Alimentação: a árvore que sustenta a vida**.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 18 ed. Arlington, 2005.
- Arnon, H., Zaitsev, Y., Porat, R., Poverenov, E. (2014). Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 87, p. 21–26.
- Asghari, M., Aghdam, M.S. (2010). Impact of salicylic acid on postharvest physiology of horticultural crops, **Trends in Food Science & Technology**. v. 21, p. 502-509.
- Azeredo, L. P. M. (2013). **Qualidade de mangas 'Tommy Atkins' da produção integrada sob recobrimentos biodegradáveis associados a óleos essenciais de erva-doce e orégano**. 145f. Dissertação (Mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil.
- Barbosa, J. Q. (2012). **Conservação pós-colheita de mamão 'Sunrise Solo' com uso de quitosana**. 2012. 48f. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco-AC.
- Bautista-Baños, S., Hernández-Lauzardo, A. N., Valle, M. G. V., Hernández-López, M., Barka, E. A., Bosquez-Molina, E., Wilson C. L. (2006). Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**, London, v. 25, p.108-118.

Beltrão, B. A., Morais, F., Rocha, D. E. G. A., Mascarenhas, J. C., Souza Junior, L. C., Pires, S. T. M., Carvalho, V. L. G. D. (2005). Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea Estado do Rio Grande do Norte. **DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DE MIPIBU**. Recife-PE, Brasil.

CEAGESP. (2003). **Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura** – Normas de Classificação do Abacaxi. São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura - CQH/CEAGESP, (CQH. Documentos, 25).

Cissé, M., Polidori, J., Montet, D., Loiseau, G., Collin, M. N. D. (2015). Preservation of mango quality by using functional chitosan lactoperoxidase systems coatings. **Postharvest Biology and Technology**, v. 101, p. 10–14.

Dang, Q. F.; Yan, J. Q.; Li, Y.; Cheng, X. J.; Liu, C. S.; Chen, X. G. (2010). Chitosan acetate as an active coating Material and Its Effects on the Storing of *Prunus avium* L. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 75, n. 2, p. 129.

Damodaran, S., Parkin, K. L., Fennema, O. R., (2010). **Química de alimentos de Fennema**. 4 ed., p.900, ISBN: 978-85-363-2248-3.

Dutta, P.K., Tripathi, S., Mehrotra, G.K., Dutta, J. (2009). Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications, **Food Chemistry**, v. 114, n. 4, p. 1173- 1182.

EMBRAPA (2013) – **Mandioca e frutíferas**. Cultivos.  
[https://www.embrapa.br/documents/1355135/1905918/b1\\_mamao.pdf/3a813ef8-a67c-4002-b6c7-1e7ed3c01dbd](https://www.embrapa.br/documents/1355135/1905918/b1_mamao.pdf/3a813ef8-a67c-4002-b6c7-1e7ed3c01dbd).

Galo, J. Q. B., Souza, M. L., Kusdra, J. F., Mattiuz, C. F. M. (2014). Conservação pós-colheita de mamão ‘Sunrise solo’ com uso de quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticaba- SP, v. 36, n. 2, p. 305-312.

Gayosso-García, L. E. Miguel, E. Y. M. A. (2010). Effect of maturity stage of papaya maradol on physiological and biochemical parameters. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, Saint Paul, v. 5, n. 2, p. 194-203.

Giancone, T., Torrieri, E., Di Pierro, P., Mariniello, L., Moresi, M., Porta, R., Masi, P. (2008). Role of constituents on the network formation of hydrocolloid edible films, **Journal of Food Engineering**, v.89, p.195.

Hojo, E. T. D., Abreu, C. M. P. de, Asmar, S. A., Hojo, R. H., CÔrrea, A. D., Boas, E. V. de B. V. (2009). Avaliação da qualidade de manga „Palmer” tratada com 1 -metilciclopropeno e armazenada sob refrigeração e condição ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 028-038.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ-IAL. (2008). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo: IAL. v. 1, p.10-13.

Khademi, O., Zamani Z., Mostofi Y., Kalantari, S., Ahmadi A. (2012). Extending Storability of Persimmon Fruit cv. Karaj by Postharvest Application of Salicylic Acid. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 14, p.1067-1074.

Lin, L., Wang, B., Wang, M., Cao, J., Zhang, J., Wu, Y., Jiang, W. (2008). Effects of a chitosanbased coating with ascorbic acid on post-harvest quality and core browning of 'Yali' pears (*Pyrus bertschneideri* Rehd.), **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Beijing, v. 88, p. 877-884.

Liu, H., Chen, F., Yang, H., Yao, Y., Gong, X., Xin, Y., Ding, C. (2009). Effect of calcium treatment on nanostructure of chelate-soluble pectin and physicochemical and textural properties of apricot fruits. **Food Research International**, Barking, v. 42, n. 8, p. 1131-1140.

Lolaei A., Kaviani B., Rezaei M. A., Raad M. K., Mohammadipour, R. (2012). Effect of pre- and postharvest treatment of salicylic acid on ripening of fruit and overall quality of strawberry (*Fragaria ananasa* Duch cv. Camarosa) fruit. **Annals of Biological Research**, v. 3, n. 1, p.4680-4684.

Luvielmo, M. M., Lamas, S. V. (2012). Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, Universidade Federal de Pelotas-RS, v. 8, n. 1, p. 8-15.

Martínez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J. M., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D. and Serrano, M. (2006). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, n.1, p. 93-100

Miguel, A. C. A., Dias, J. R. P. S., Albertini, S., Spoto, M. H. F. (2009). Postharvest of grape involved with films of sodium alginate and cold storage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n. 2, p. 277-282, 2009.

Moraes, K. S., Fagundes, C., Melo, M. C., Andreani, P., Monteiro, A. R. (2012). Conservation of Williams pear using edible coating with alginate and carrageenan. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 32, n. 4, p. 679-684.

Neves, L. C., Benedette, R. M., Siva, V. X., Prill, M. A. S., Roberto, S. R., Vieites, R. L. (2008). Qualidade pós-colheita de mangas, não refrigeradas, e submetidas ao controle da ação do etileno. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 30, n. 1, p. 094-100.

Oliveira, E.B. L. **Conservação pós-colheita de mamão 'Sunrise Solo' com uso de revestimentos naturais**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, Brasil.2010.

Pereda, M., Ponce, A. G., Marcovich, N. E., Ruseckaite, R. A., Martucci, J. F. (2011). Chitosan-gelatin composites and bi-layer films with potential antimicrobial activity. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 1372-1381.

Pearson, D.; Cox, H.E. (1976). The chemical analysis of foods. **New York: Chemical Publication**.

Pimentel, J. D. R., Souza, D. S., Oliveira, T. V., Oliveira, M. C., Bastos, V., Castro, A. A. (2011). Estudo da conservação de mamão Havaí utilizando películas comestíveis a diferentes temperaturas. **Scientia Plena**, v. 7, n. 10, p. 1-6.

Reis, R. C., Viana, E. S., Jesus, J. L., Lima, L. F., Neves, T. T., Conceição, E. A. (2015). Compostos bioativos e atividade antioxidante de variedades melhoradas de mamão. **Revista Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 11, p. 20176-2081. ISSN 0103-8478.

Sayati, M., Babalar, M., Kalantari, S., Alizadeh, H., Asgari, M. A. (2009). Effect of salicylic acid on chilling resistance and phenylalanine ammonia lyase activity in pomegranate cultivars Mals Saveh in storage. **Journal of Horticulture Sciences**, v. 40, n. 1, p. 21-28.

Serpa, M. F. P.; Castricini, A.; Mitsobuzi, G. P.; Martins, R. N.; Batista, M. F.; Almeida, T. H. de. (2014). Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Revista Ceres**, v. 61, n.6, p. 975-982.

Silva, W. B. (2014). **Efeito do cloreto de cálcio e do uso de cobertura comestível a base de quitosana na conservação pós-colheita do mamão UENF/Calimano01**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

Souza, M. L., Morgado, C. M. A., Marques, K. M., Mattiuz, C. F. M., Mattiuz, B. (2011). Pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' recobertas com quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. especial, p. 337-343.

Tareen, M. J., Abbasi, N. A., Hafiz, I. A. (2012) Effect of salicylic acid treatments on storage life of peach fruits cv. „Flordaking”. *Pak. J. Bot.*, 44(1): 119-124.  
Disponível em:  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.474.2191&rep=rep1&type=pdf> .

Trigo, J. M., Albertini, S., Spoto, M. H. F., Sarmiento, S. B. S., Lai Reyes, A. E., Sarriés, G. A. (2012). Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 2, p. 125-133, abr./jun.

Trigo, M. J. **Qualidade de mamão 'Formosa' minimamente processado utilizando revestimentos comestíveis**. 2010. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.

Vicentino, S. L., Floriano, P.a., Dragunski, D. C. (2011). Filmes de amidos de mandioca modificados psra recobrimento e conservação de uvas. **Química Nova**, v. 34, n. 8, p. 1309-1314.

Vivek, K. and Subbarao, K.V. (2018). Effect of edible chitosan coating on combined ultrasound and NaOCl treated kiwi fruits during refrigerated storage. **International Food Research Journal**, v. 25, n. 1, p. 101 – 108.

Waterhouse A. L. (2002). Determination of total phenolics, in *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. Wiley, Hoboken, NJ, p. I1.1.1– I1.1.8.

Yemn, E. W., Willis, A. J. (1954). The stimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, London, v.57, n. 1, p.508-514.