



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ**  
**CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE**  
**MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**RAIMUNDA VALDENICE DA SILVA FREITAS**

**ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DO MAMOEIRO FORMOSA**  
**‘TAINUNG 01’ RECOBERTOS COM EXTRATOS À BASE DE NIM (*Azadirachta***  
***indica* Juss.)**

**LIMOEIRO DO NORTE**

**2014**

RAIMUNDA VALDENICE DA SILVA FREITAS

ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DO MAMOEIRO FORMOSA  
‘TAINUNG 01’ RECOBERTOS COM EXTRATOS À BASE DE NIM (*Azadirachta indica*  
Juss.)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso  
de Tecnologia de Alimentos do Instituto  
Federal do Ceará Campus Limoeiro do Norte  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof.º Dr. Pahlevi Augusto de  
Souza

Coorientador: Prof.º Dr. Franciscleudo Bezerra  
da Costa

LIMOEIRO DO NORTE

2014

Catlogação na fonte: Tatiana Apolinário Camurça (CRB 3 – nº 1045)

F866a Freitas, Raimunda Valdenice da Silva.

Armazenamento pós – colheita de frutos do mamoeiro formosa ' tainung 01 ' recobertos com extratos à base de nim ( *Azadirachta indica* Juss )/ Raimunda Valdenice da Silva. - Limoeiro do Norte - IFCE, 2014.  
134f.

Dissertação ( Tecnologia de Alimentos ) – Instituto Federal do Ceará, 2014.  
Orientador: Prof. Dr. Pahlevi Augusto de Souza.

1. QUALIDADE. 2. FUNGOS. 3. REVESTIMENTOS. I. Título.

CDD 664

RAIMUNDA VALDENICE DA SILVA FREITAS

ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DO MAMOEIRO FORMOSA  
'TAINUNG 01' RECOBERTOS COM EXTRATOS À BASE DE NIM (*Azadirachta indica*  
Juss.)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso  
de Tecnologia de Alimentos do Instituto  
Federal do Ceará Campus Limoeiro do Norte  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em: 08/09/2014

BANCA EXAMINADORA

\_\_\_\_\_  
Prof.º Dr. Pavleu Augusto de Souza (Orientador)  
Instituto Federal do Ceará Campus Limoeiro do Norte

\_\_\_\_\_  
Dr. Rosenberg Ferreira Senhor  
Empresa Agrícola Famosa

\_\_\_\_\_  
Prof.ª Dra. Renata Chastinet Braga  
Instituto Federal do Ceará Campus Limoeiro do Norte

\_\_\_\_\_  
Prof.º Dr. Carlos Farley Herbster Moura  
Embrapa Agroindústria Tropical

*A minha mãe, Maria Evangelista da Silva, por  
todo amor, apoio e companheirismo... Te amo  
Mãe!*

## AGRADECIMENTOS

**À Deus**, por me abençoar sempre e estar presente em todos os momentos de minha vida, dando-me forças para resistir os obstáculos e me concedendo a graça de estar alcançando mais um sonho realizado.

**À minha mãe**, Maria Evangelista da Silva, por estar sempre ao meu lado, me apoiando, com amor, carinho, perseverança, alegria de viver a cada momento e proporcionando-me estímulo necessário para vencer sempre. Te amo mãe!

**Ao meu noivo**, Valcicleudo Nascimento, por todo amor e compreensão durante esse período e além de tudo, por ser um amigo tão presente, me ajudando sempre, seja em qual for a ocasião.

**À minha família**, por acreditar em minha capacidade e pelo amor concedido de todos.

**Aos professores**, pela capacidade de compartilhar seus conhecimentos durante todo esse período, aumentando ainda mais o vínculo de conhecimento. Especialmente ao Professor Orientador Dr. Pahlevi Augusto de Souza, por ultrapassar o mérito de professor Orientador, tornando-se um grande amigo em minha vida, me apoiando, ajudando, incentivando sempre, pela paciência, orientações e pela confiança depositada em mim, reconhecendo sempre a minha capacidade. Muito obrigado por tudo!

**Ao IFCE *Campus Limoeiro do Norte***, por toda oportunidade concedida de ampliação de conhecimentos, pela dedicação dos professores e funcionários e por formarmos um vínculo de amizade ao longo desse período, amizade esta que levarei durante toda minha vida.

**As colegas de curso**, Zulene Oliveira, Cristina Reges, Elisângela Andrade, Luana Lima, Joseane Muniz, Elaine Frutuoso, Tanna Oliveira, Érica Monção e Poliana Brito, por todo esse período que compartilhamos juntas momentos importantes e decisivos em nossas vidas.

**À banca** de participação no exame de qualificação e defesa, Renata Chastinet, Franciscleudo Bezerra, Carlos Farley e Rosemberg Ferreira, muito obrigado pela disponibilidade e apoio concedido neste momento tão importante.

**À Funcap** por todo apoio financeiro fornecido durante o curso e período de desenvolvimento do experimento.

Enfim, a todos que de uma maneira direta ou indireta contribuíram para realização deste sonho. Muito obrigado!

*Sonhos determinam o que você quer.*

*Ação determina o que você conquista.*

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o armazenamento pós-colheita de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos à base do nim (*Azadirachta indica* Juss.). Os frutos foram divididos em 5 grupos, que constaram em: controle, extrato das folhas do nim a 5%, extrato das folhas do nim a 10%, extrato dos frutos do nim a 5% e extrato dos frutos do nim a 10%, todos aplicados na superfície dos frutos por imersão destes nos extratos por um período de 1 minuto. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 5, onde o primeiro fator constou dos tipos de recobrimentos (controle, extrato das folhas a 5%, extrato das folhas a 10%, extrato dos frutos a 5% e extrato dos frutos a 10%) e o segundo fator dos tempos de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 dias), com 3 repetições de 2 frutos por parcela. A cada tempo de armazenamento foram avaliadas perda de massa, aparência externa, coloração da casca, firmeza da polpa, teor de acidez titulável, teor de sólidos solúveis, pH, percentual de fungos na superfície dos frutos e identificação de espécies de fungos. O extrato das folhas e dos frutos de nim a 5% apresentaram os melhores resultados por manter a qualidade externa dos frutos, além do controle dos fungos fitopatogênicos. Com base na aparência externa, os frutos de mamão tratados com extratos vegetais das folhas e dos frutos do nim a 5% tiveram vida útil de 12 dias. Os frutos recobertos com extratos vegetais das folhas e dos frutos a 10% apresentaram vida útil de 9 dias. A segunda parte da pesquisa consistiu na utilização dos recobrimentos que apresentaram os melhores resultados, citadas anteriormente, comparadas com fungicida Imazalil e produto comercial a base do nim (Nimax<sup>®</sup>), todos aplicados na superfície dos frutos por imersão por um período de 1 minuto. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 5, no qual o primeiro fator constou dos diferentes tipos de recobrimentos (controle, extrato das folhas a 5%, extrato dos frutos a 5%, fungicida comercial Imazalil e produto comercial a base do nim - Nimax<sup>®</sup>) e o segundo fator dos tempos de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 dias), com 3 repetições de 2 frutos por parcela. A cada tempo de armazenamento foram avaliadas perda de massa, aparência externa e interna, coloração da casca, firmeza da polpa, teor de acidez titulável, teor de sólidos solúveis, pH, percentual de fungos na superfície dos frutos e identificação de espécies de fungos. Os frutos recobertos com os extratos de nim à concentração de 5% apresentaram os melhores valores de aparência externa. A utilização dos extratos vegetais dos frutos do nim (5%) e produto comercial Nimax<sup>®</sup> reduziu a contaminação fúngica. Os frutos recobertos e o controle tiveram vida útil pós-colheita de 9 e 6 dias, respectivamente.

**Palavras-chave:** Qualidade. Fungos. Revestimentos.

## ABSTRACT

The aimed of this study was to evaluate the post-harvest storage of papaya Formosa 'Tainung 01' fruit coated with plant extracts of neem (*Azadirachta indica* Juss.). The papaya Formosa fruit were divided into 5 groups, which consisted in: control, extract of neem leaves to 5 %, extract of neem leaves 10 %, extract of the fruits of the neem at 5% and extract of the fruits of the neem at 10 %, all applied on the surface of the papaya fruit by immersion in these extracts for a period of 1 minute. The experimental design used was a completely randomized design in a 5 x 5 factorial scheme, where the first factor consisted of different types of coatings (control, leaves extract 5 %, leaves extract 10 %, extract of fruits to 5% and extract of fruit to 10 %) and the second factor of the storage times (0, 3, 6, 9 and 12 days), with 3 replications of 2 fruit per plot. Each storage time were evaluated characteristics weight loss, external appearance, skin color, flesh firmness, titratable acidity, soluble solids content, pH, percentage of fungi on the fruits surface and identification of fungi species. The extract of the leaves and fruits of neem to 5% presented the best results to keep the external quality of the fruit, and control of plant pathogenic fungi. The extract of the leaves and fruits of neem at 5% showed the best results for keeping the external fruit quality, and control of plant pathogenic fungi. On the basis of external appearance, the fruit of papaya treated with plant extracts of the leaves and fruits of neem to 5% had life of 12 days. The fruits coated with plant extracts of the leaves and fruits 10% presented life of 9 days. The second part of the research, consisted in the use of the coatings that showed the best results, cited previously, compared with Imazalil fungicide and a commercial product of neem (Nimax<sup>®</sup>), all applied on the surface of the fruit by immersion in these extracts for a period of 1 minute. A completely randomized design was used in a 5 x 5 factorial scheme, where the first factor consisted of different types of coatings (control, leaves extract 5 %, extract of fruit to 5 %, commercial Imazalil fungicide and Nimax<sup>®</sup>) and the second factor of the storage time (0, 3, 6, 9 and 12 days), with 3 replications of 2 fruit per plot. Each storage time were evaluated weight loss, external and internal appearance, skin color, flesh firmness, titratable acidity, soluble solids content, pH, fungi percentage on the fruits surface and identification of fungi species. The fruits coated with neem extracts 5% showed the best values of external appearance. The use of neem extracts of the fruits at 5% and commercial product reduced the fungal contamination. The fruits coated and control had post-harvest shelf-life of 9 and 6 days, respectively.

**Keywords:** Quality. Fungi. Coatings.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> – Variedades de mamão .....                                                                                                                                                                   | 16 |
| <b>Figura 2</b> – Etapas do desenvolvimento fisiológico dos frutos .....                                                                                                                                      | 19 |
| <b>Figura 3</b> – Árvore do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) .....                                                                                                                                         | 33 |
| <b>Figura 4</b> – Espécies de nim.....                                                                                                                                                                        | 34 |
| <b>Figura 5</b> – Estrutura de alguns compostos bioativos do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) .....                                                                                                        | 35 |
| <b>Figura 6</b> – Pomar de mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ (A) e frutos acondicionados em<br>contentores plásticos para posterior transporte (B). IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014...                        | 37 |
| <b>Figura 7</b> – Folhas de nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) .....                                                                                                                                         | 39 |
| <b>Figura 8</b> – Estufa com circulação de ar forçado, utilizada para secagem das folhas do nim<br>( <i>Azadirachta indica</i> J.) .....                                                                      | 39 |
| <b>Figura 9</b> – Folhas de nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) após o processo de secagem em estufa por<br>um período de 48h .....                                                                           | 39 |
| <b>Figura 10</b> – Moinho utilizado para moer as folhas secas do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.), com<br>posterior obtenção do pó das folhas .....                                                        | 39 |
| <b>Figura 11</b> – Pó das folhas do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) .....                                                                                                                                 | 40 |
| <b>Figura 12</b> – Mistura do pó das folhas do nim com água para obtenção do extrato aquoso ....                                                                                                              | 40 |
| <b>Figura 13</b> – Processo de filtragem do extrato aquoso em funil de tecido .....                                                                                                                           | 40 |
| <b>Figura 14</b> – Imersão dos frutos no extrato aquoso à base das folhas do nim ( <i>Azadirachta<br/>indica</i> J.) por um período de 1 minuto .....                                                         | 40 |
| <b>Figura 15</b> – Frutos de nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) utilizados para elaboração do extrato.....                                                                                                   | 41 |
| <b>Figura 16</b> – Liquidificador industrial utilizado para moer os frutos do nim ( <i>Azadirachta<br/>indica</i> J.) .....                                                                                   | 41 |
| <b>Figura 17</b> – Mistura do filtrado à base dos frutos do nim com água, para obtenção do extrato<br>aquoso .....                                                                                            | 42 |
| <b>Figura 18</b> – Imersão dos frutos no extrato aquoso à base dos frutos do nim ( <i>Azadirachta<br/>indica</i> J.) por um período de 1 minuto .....                                                         | 42 |
| <b>Figura 19</b> – (A) Folhas secas do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.), (B) Folhas do nim ( <i>Azadirachta<br/>indica</i> J.) em pó, após o processo de moagem. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 ..... | 44 |
| <b>Figura 20</b> – (A) Frutos do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.), (B) Extrato aquoso dos frutos do nim<br>( <i>Azadirachta indica</i> J.). IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                      | 45 |
| <b>Figura 21</b> – Preparo da solução aquosa a base do Nimax® comercial. IFCE – Limoeiro do<br>Norte – CE. 2014 .....                                                                                         | 46 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 22</b> – Estádios de maturação de mamão para exportação .....                                                                                                                                                                                                  | 48 |
| <b>Figura 23</b> – Classificação da porcentagem de fungos .....                                                                                                                                                                                                          | 49 |
| <b>Figura 24</b> – Etapas para identificação de espécies de fungos em amostras de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                                                                     | 50 |
| <b>Figura 25</b> – Avaliação da perda de massa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....    | 52 |
| <b>Figura 26</b> – Avaliação da aparência externa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 ..... | 54 |
| <b>Figura 27</b> – Frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais a base das folhas e dos frutos do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) no início do armazenamento (tempo 0)... ..                                                             | 56 |
| <b>Figura 28</b> – Frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais a base das folhas e dos frutos do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) no 12º dia de armazenamento....                                                                        | 57 |
| <b>Figura 29</b> – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....      | 58 |
| <b>Figura 30</b> – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ correspondente aos frutos controle (sem aplicação dos extratos vegetais) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                             | 59 |
| <b>Figura 31</b> – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato das folhas do nim a 5% (T1) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                   | 60 |
| <b>Figura 32</b> – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato das folhas do nim a 10% (T2) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                  | 60 |
| <b>Figura 33</b> – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato dos frutos do nim a 5% (T3) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                   | 60 |
| <b>Figura 34</b> – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato dos frutos do nim a 10% (T4) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                  | 60 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 35</b> – Avaliação da firmeza da polpa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....           | 61 |
| <b>Figura 36</b> – Aspecto da polpa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ do controle (sem aplicação dos extratos vegetais) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                                      | 63 |
| <b>Figura 37</b> – Aspecto da polpa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato das folhas do nim à concentração de 5% (T1) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                     | 64 |
| <b>Figura 38</b> – Aspecto da polpa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato das folhas do nim à concentração de 10% (T2) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                    | 65 |
| <b>Figura 39</b> – Aspecto da polpa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato dos frutos do nim à concentração de 5% (T3) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                     | 66 |
| <b>Figura 40</b> – Aspecto da polpa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato dos frutos do nim à concentração de 10% (T4) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                    | 67 |
| <b>Figura 41</b> – Avaliação do teor de acidez titulável de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....   | 68 |
| <b>Figura 42</b> – Avaliação potencial hidrogeniônico (pH) de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 ..... | 70 |
| <b>Figura 43</b> – Avaliação do teor de sólidos solúveis de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....   | 72 |
| <b>Figura 44</b> – Avaliação da porcentagem de fungos em frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....      | 75 |
| <b>Figura 45</b> – Identificação de espécies de fungos em frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....     | 78 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 46</b> – Mamão Formosa ‘Tainung 01’ com desenvolvimento de fungos na superfície da casca. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                                                                                                                                                                      | 80 |
| <b>Figura 47</b> – Avaliação da perda de massa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.), produto comercial a base do nim – Nimax <sup>®</sup> e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....    | 81 |
| <b>Figura 48</b> – Avaliação da aparência externa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.), produto comercial a base do nim – Nimax <sup>®</sup> e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 ..... | 83 |
| <b>Figura 49</b> – Avaliação da aparência externa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ com aplicação de fungicida Imazalil, extratos vegetais e produto comercial à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) no início do experimento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 ....                                                           | 85 |
| <b>Figura 50</b> – Avaliação da aparência externa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ com aplicação de fungicida Imazalil, extratos vegetais e produto comercial à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) no 12º dia de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.....                                                        | 86 |
| <b>Figura 51</b> – Avaliação da aparência interna de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.), produto comercial a base do nim – Nimax <sup>®</sup> e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 ..... | 87 |
| <b>Figura 52</b> – Avaliação da aparência interna de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ com aplicação de fungicida Imazalil, extratos vegetais e produto comercial à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) no 9º dia de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.....                                                         | 89 |
| <b>Figura 53</b> – Avaliação da aparência interna de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ com aplicação de fungicida Imazalil, extratos vegetais e produto comercial à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.) no 12º dia de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.....                                                        | 90 |
| <b>Figura 54</b> – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.), produto comercial a base do nim – Nimax <sup>®</sup> e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....      | 91 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 55</b> – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ correspondente aos frutos controle durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                                                                                                                         | 93  |
| <b>Figura 56</b> – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos das folhas do nim à concentração de 5% (T1) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                                                                                        | 93  |
| <b>Figura 57</b> – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos das folhas do nim à concentração de 10% (T2) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                                                                                       | 94  |
| <b>Figura 58</b> – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ com aplicação de fungicida Imazalil (T3) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                                                                                                                   | 94  |
| <b>Figura 59</b> – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com produto comercial a base do nim – Nimax <sup>®</sup> (T4) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                                                                                   | 94  |
| <b>Figura 60</b> – Avaliação da firmeza da polpa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.), produto comercial a base do nim – Nimax <sup>®</sup> e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....              | 95  |
| <b>Figura 61</b> – Avaliação do teor de acidez titulável de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.), produto comercial a base do nim – Nimax <sup>®</sup> e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....      | 97  |
| <b>Figura 62</b> – Avaliação do potencial hidrogeniônico (pH) de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.), produto comercial a base do nim – Nimax <sup>®</sup> e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 ..... | 99  |
| <b>Figura 63</b> – Avaliação do teor de sólidos solúveis de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.), produto comercial a base do nim – Nimax <sup>®</sup> e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....      | 101 |
| <b>Figura 64</b> – Avaliação da porcentagem de fungos de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.), produto comercial                                                                                                                                                             |     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| a base do nim – Nimax <sup>®</sup> e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                                                                                                                                                                     | 103 |
| <b>Figura 65</b> – Identificação de espécies de fungos de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim ( <i>Azadirachta indica</i> J.), produto comercial a base do nim – Nimax <sup>®</sup> e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55%, durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 ..... | 106 |
| <b>Figura 66</b> – Mamão Formosa ‘Tainung 01’ com incidência de patógenos durante o armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                                                                                                                                                                            | 107 |
| <b>Figura 67</b> – Mamão Formosa ‘Tainung 01’ com incidência de patógenos durante o 12º dia de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014 .....                                                                                                                                                                                                 | 110 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1</b> – Principais países produtores de mamão em 2011 .....                                                                    | 18 |
| <b>Tabela 2</b> – Principais estados produtores de mamão em 2011 .....                                                                   | 18 |
| <b>Tabela 3</b> – Descrição dos recobrimentos aplicados em frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’. IFCE – Limoeiro do Norte, 2014 ..... | 38 |
| <b>Tabela 4</b> – Descrição dos recobrimentos aplicados em frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’. IFCE – Limoeiro do Norte, 2014 ..... | 43 |

## SUMÁRIO

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                                             | <b>11</b> |
| <b>2 OBJETIVOS.....</b>                                              | <b>13</b> |
| <b>2.1 OBJETIVO GERAL.....</b>                                       | <b>13</b> |
| <b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>                                | <b>13</b> |
| <b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                                  | <b>14</b> |
| <b>3.1 Aspectos gerais do mamão.....</b>                             | <b>14</b> |
| <b>3.2 Desenvolvimento do fruto do mamoeiro.....</b>                 | <b>19</b> |
| <b>3.3 Fisiologia pós-colheita do fruto do mamoeiro.....</b>         | <b>23</b> |
| <b>3.4 Ponto de colheita do fruto do mamoeiro.....</b>               | <b>25</b> |
| <b>3.5 Atributos de Qualidade.....</b>                               | <b>27</b> |
| <b>3.5.1 Perda de massa.....</b>                                     | <b>27</b> |
| <b>3.5.2 Firmeza.....</b>                                            | <b>28</b> |
| <b>3.5.3 Sólidos Solúveis, Acidez Titulável e Ratio (SS/AT).....</b> | <b>28</b> |
| <b>3.6 Principais doenças pós-colheita do fruto do mamoeiro.....</b> | <b>29</b> |
| <b>3.7 Extratos vegetais no controle de fitopatógenos.....</b>       | <b>31</b> |
| <b>3.8 Nim (<i>Azadirachta indica</i> Juss.).....</b>                | <b>32</b> |
| <b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                                     | <b>37</b> |
| <b>4. 1 Experimento I.....</b>                                       | <b>37</b> |
| <b>4.1.1 Obtenção das amostras.....</b>                              | <b>37</b> |
| <b>4.1.2 Recobrimentos.....</b>                                      | <b>37</b> |
| <b>4.1.3 Elaboração dos extratos vegetais.....</b>                   | <b>38</b> |
| <b>4.2 Experimento II.....</b>                                       | <b>43</b> |
| <b>4.2.1 Obtenção das amostras.....</b>                              | <b>43</b> |
| <b>4.2.2 Recobrimentos.....</b>                                      | <b>43</b> |
| <b>4.2.3 Elaboração dos extratos vegetais.....</b>                   | <b>43</b> |
| <b>4.3 Características avaliadas.....</b>                            | <b>47</b> |
| <b>4.3.1 Perda de massa.....</b>                                     | <b>47</b> |
| <b>4.3.2 Aparência externa e interna.....</b>                        | <b>47</b> |
| <b>4.3.3 Cor da casca.....</b>                                       | <b>47</b> |
| <b>4.3.4 Firmeza da polpa.....</b>                                   | <b>48</b> |
| <b>4.3.5 Teor de sólidos solúveis.....</b>                           | <b>48</b> |

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.6 Teor de acidez titulável e potencial hidrogeniônico (pH)..... | 49  |
| 4.3.7 Porcentagem de fungos.....                                    | 49  |
| 4.3.8 Identificação de espécies de fungos.....                      | 49  |
| 4.4 Delineamentos experimentais.....                                | 51  |
| 4.4.1 Experimento I.....                                            | 51  |
| 4.4.2 Experimento II.....                                           | 51  |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                      | 52  |
| 5.1 Experimento I.....                                              | 52  |
| 5.1.1 Perda de massa.....                                           | 52  |
| 5.1.2 Aparência externa.....                                        | 54  |
| 5.1.3 Cor da casca.....                                             | 58  |
| 5.1.4 Firmeza da polpa.....                                         | 61  |
| 5.1.5 Acidez Titulável.....                                         | 68  |
| 5.1.6 Potencial hidrogeniônico (pH).....                            | 70  |
| 5.1.7 Sólidos solúveis.....                                         | 72  |
| 5.1.8 Porcetagem de fungos.....                                     | 75  |
| 5.1.9 Identificação de espécies de fungos.....                      | 78  |
| 5.2 Experimento II.....                                             | 81  |
| 5.2.1 Perda de massa.....                                           | 81  |
| 5.2.2 Aparência externa.....                                        | 83  |
| 5.2.3 Apearência interna.....                                       | 87  |
| 5.2.4 Cor da casca.....                                             | 91  |
| 5.2.5 Firmeza da polpa.....                                         | 95  |
| 5.2.6 Acidez titulável.....                                         | 97  |
| 5.2.7 Potencial hidrogeniônico (pH).....                            | 99  |
| 5.2.8 Sólidos solúveis.....                                         | 101 |
| 5.2.9 Porcentagem de fungos.....                                    | 103 |
| 5.2.10 Identificação de espécies de fungos.....                     | 106 |
| 6 CONCLUSÕES.....                                                   | 111 |
| 7. REFERÊNCIAS.....                                                 | 113 |

## 1 INTRODUÇÃO

O fruto do mamoeiro (*Carica papaya* L.) é bastante apreciado pelas pessoas devido a sua composição, que apresenta quantidades adequadas de açúcares redutores e não-redutores, vitaminas do complexo C, complexo B e  $\beta$ -caroteno, responsáveis pela formação da vitamina A e sais minerais como o cálcio, ferro e fósforo. Tais componentes podem variar em função dos teores de nutrientes do solo, da época do ano, da cultivar e do grau de maturação do fruto (CONABIO, 2007).

O mamão é um fruto climatérico, com elevada produção de etileno e com taxa respiratória classificada entre alta e muito alta, características que conferem alta perecibilidade ao fruto (COSTA; BALBINO, 2002). Os prejuízos econômicos causados por perdas pós-colheita em mamão e outros frutos carnosos são minimizados pelo uso de técnicas que retardam o amadurecimento e a senescência do fruto (BICALHO, 1998).

Um dos principais problemas relacionados ao armazenamento de mamão é o desenvolvimento de podridões que levam à grandes perdas pós-colheita de frutos. Segundo Liberato e Tatagiba (2001), as principais doenças pós-colheita do mamão são causadas por fungos como a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) e a podridão peduncular, causada por diversos fungos, entre os quais *C. gloeosporioides* e *Phoma caricae papayae*. Assim, torna-se indispensável o tratamento dos frutos após a colheita, visando à prevenção de infecções fúngicas, através da utilização de produtos químicos.

O uso desses produtos podem ocasionar diversas consequências indesejáveis quando utilizados de maneira inadequada. Desta forma, a busca por produtos alternativos aos fungicidas convencionais faz-se necessário visando diminuir ou eliminar os referidos problemas. Assim, diversas alternativas vêm sendo estudadas no intuito de controlar possíveis doenças pós-colheita e suprir as necessidades dos produtores e consumidores no desejo em reduzir o uso de agrotóxicos, dando ênfase a utilização de extratos vegetais com atividade antimicrobiana significativa, podendo variar dependendo amplamente da espécie vegetal, micro-organismo e do produto (FERREIRA, 2013).

Deste modo, a utilização de produtos alternativos no controle de doenças pós-colheita do mamão poderá reduzir a utilização de fungicidas, proporcionando maior proteção à saúde do consumidor, como também auxiliar na preservação ambiental, além de manter a qualidade dos frutos por um maior período pós-colheita. Dentre as alternativas cita-se o uso de fitoterápicos, considerando a grande variabilidade de espécies existentes, baixo custo dos

produtos, fácil disponibilidade na propriedade rural e, principalmente, pela ausência ou baixa contaminação do ambiente e, em consequência, dos animais e do homem (AGNOLIN, 2009).

Dentre estes, destacam-se o nim (*Azadirachta indica* Juss.) visando o combate de insetos em plantas, com resultados satisfatórios (RAJA et al., 2001; PRATES; VIANA; WAQUIL, 2003; VIANA; PRATES, 2005; MAKHAIK; NAIK; TEWARY, 2005, KUMAR; SRIVASTAVA; DUBEY, 2007; SILVA et al., 2012). Na literatura encontram-se pesquisas relacionadas à aplicação de extratos dessas plantas para o combate de fungos causadores de doenças em abacaxi (RIBEIRO et al., 2011; SEIXAS et al., 2011) e maçãs (LEITE et al., 2009). Porém, são escassos os trabalhos que estudem a ação dos extratos desses vegetais sobre a qualidade dos frutos (*in vivo*) e desenvolvimento de patógenos pós-colheita.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Avaliar o armazenamento pós-colheita de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachta indica* Juss.).

### 2.2 Específicos

- ✓ Determinar a vida útil pós-colheita de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ mantidos sob temperatura ambiente, recobertos com extratos vegetais;
- ✓ Determinar a melhor concentração de extrato vegetal para a utilização como recobrimento em mamão;
- ✓ Avaliar a eficiência dos extratos provenientes das folhas e dos frutos do nim como recobrimento de frutos do mamoeiro Formosa;
- ✓ Avaliar a incidência de patógenos pós-colheita durante o armazenamento dos frutos de mamão Formosa recobertos com extrato vegetal;
- ✓ Avaliar a eficiência de extratos vegetais provenientes do nim comparados com fungicida e um produto comercial;
- ✓ Avaliar as características físico-químicas e microbiológicas dos frutos do mamoeiro Formosa durante o período de armazenamento;
- ✓ Realizar a identificação de espécies de fungos ao final do experimento.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Aspectos gerais do mamão

O mamoeiro cultivado comercialmente pertence à espécie *Carica papaya* L. da família Caricaceae (MENDONÇA, 2009), é uma planta herbácea de crescimento rápido, de frutificação constante, e que prefere solos de baixa acidez, com boa aeração e profundidade. Devido a problemas fitossanitários, desgaste do solo, juntamente com as exigências do mercado consumidor, o tempo de cultivo da planta vem se reduzindo cada vez mais. Em alguns casos, os pomares são renovados anualmente, requerendo um sistema de manejo que permita o aumento de sua sustentabilidade (TRINDADE, 2000).

No Brasil, o mamoeiro é cultivado em todo o território, merecendo destaque os Estados da Bahia e do Espírito Santo, que são os responsáveis por cerca de 83% da produção nacional (SOUZA, 2000). Nestas regiões, a introdução de cultivares havaianas do grupo ‘Solo’ e de híbridos chineses do grupo ‘Formosa’, a partir de 1976, possibilitou que a exploração do mamoeiro, em poucos anos, se tornasse de grande importância econômica (PEREIRA, 2003).

No Ceará, a produção de mamão corresponde aproximadamente 5,71% da produção nordestina e 4,39% da brasileira. A cultura do mamoeiro ocupou, em 2004, uma área total de 1.691ha, da qual 1.008ha correspondem a áreas irrigadas. Assim, o mamão sozinho representa 3,64% de toda área irrigada do setor de frutas do Estado. A cultura do mamoeiro forneceu ao Ceará 2.120 mil empregos em 2004, dos quais, 848 corresponderam a empregos diretos (QUEIROZ, 2009).

Dependendo da variedade a que pertence, o mamão pode variar em formato, tamanho, peso, sabor e coloração. Geralmente apresenta polpa macia, adocicada e bastante aromática, com cor variando entre o amarelo-pálido e o vermelho, além de diversos tons de laranja e salmão. A casca geralmente é fina, bastante resistente, aderida à polpa, lisa, de cor verde escura, que vai se tornando amarelada ou alaranjada à medida que o fruto vai amadurecendo. A polpa do mamão é rica em vitaminas (A, C e Complexo B) e sais minerais (Cálcio, Ferro e Fósforo), sendo o mamão Formosa rico também, em betacaroteno, responsável pela formação da vitamina A no organismo humano (SEAGRI-BA, 2007).

As cultivares mais exploradas no Brasil são do grupo Solo (‘Sunrise’ Solo e ‘Improved’, ‘Sunrise’ Solo cv72/12) e as do grupo Formosa (‘Tainung 01’ e ‘Tainung 02’)

(MENDONÇA, 2009). As variedades do grupo 'Formosa' na verdade são híbridos importados de Formosa ou de Taiwan. Os principais híbridos são 'Tainung 01' e 'Tainung 02', ambos de polpa vermelha com consistência firme, existindo também o 'Tainung 03', de polpa amarela e de consistência mediana, sendo todos preferencialmente, com flores hermafroditas (ROCHA, 2003).

Segundo Ragonha (2014) o consumo de mamão pelos brasileiros vem aumentando, chegando a ser considerada a terceira fruta mais consumida, porém, o consumo per capita alcança apenas de 2,0 kg/ano. Sendo o mamão papaya mais consumido pela população de maior poder aquisitivo, destinado aos mercados interno e externo, enquanto o Formosa é consumido quase que exclusivamente pelo mercado interno, sendo que, nos últimos anos vem apresentando crescente tendência para exportação.

Em se tratando de consumo, o mamão é apreciado preferivelmente *in natura*, e pode ser utilizado na industrialização de produtos e subprodutos para indústrias de alimentos, farmacêuticas e ração animal (BARBOSA, 2012). Sua polpa possui características sensoriais (textura, cor e aroma), químicas (teor de sólidos solúveis, acidez e bom equilíbrio entre açúcares e ácidos orgânicos) e digestivas que o tornam um alimento saudável (SHINAGAWA, 2009).

O mamão apresenta uma grande vantagem nutricional devido à sua capacidade altamente digestiva, pela presença da enzima papaína, a qual age exatamente como a pepsina, enzima do estômago, transformando as proteínas dos alimentos em aminoácidos. Além de auxiliar na digestão, o fruto tem propriedades levemente laxantes que atuam contra a fermentação intestinal, evitando a prisão de ventre e a formação de gases, embora sua composição possa variar em função dos teores de nutrientes do solo, época do ano, da cultura e do grau de maturação do fruto (CONABIO, 2007).

Segundo Rigotti (2014) as cultivares de mamoeiro atualmente existentes são poucas, genericamente, considera-se o cultivo de três grupos principais de mamoeiro:

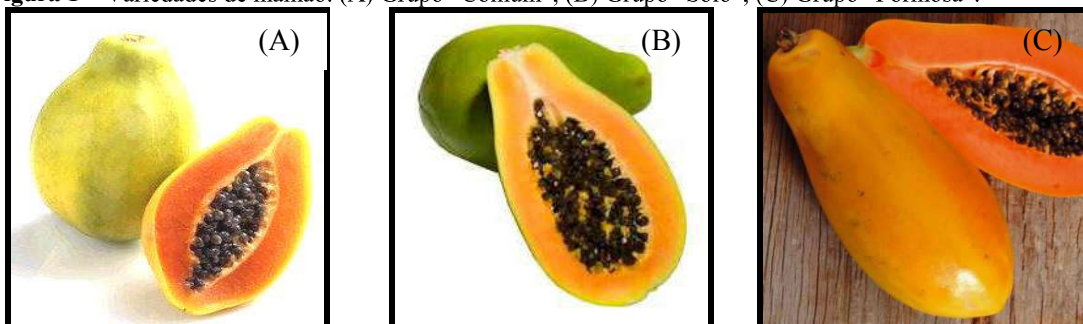
- O grupo "Comum" que é bastante disseminado em cultivos caseiros, produz frutos grandes de até 2 quilos, com a cor da polpa variando de amarelo a avermelhado (Figura 1A);

- O grupo "Solo" que é constituído por diversas variedades sendo exploradas em várias regiões do mundo, conhecidos como "papaya" ou mamão havaiano, que produzem frutos de tamanho pequeno, de 300 a 650 gramas, de polpa avermelhada. Sunrise Solo,

conhecida como mamão Havaí, Papaya ou Amazônia. Tem forma de pêra e peso médio de 500g. Possui polpa vermelha-alaranjada de boa qualidade e cavidade interna estrelada. A produção começa entre 8 e 10 meses após o plantio, produzindo em média 40 t/ha/ano. A polpa apresenta como característica ser espessa, de boa qualidade, resistência ao transporte e maior resistência ao armazenamento. A produção começa a partir do nono mês após o plantio (Figura 1B);

➤ O grupo "Formosa" que é constituído por alguns híbridos que se caracterizam pela produção de frutos de polpa avermelhada e de tamanho médio variando entre 1 e 1,3kg. 'Tainung 01' apresenta casca de coloração verde claro e cor de polpa laranja-avermelhada, de ótimo sabor. A produção média é de aproximadamente 60 t/ha/ano. Já o tipo 'Tainung 02' apresenta polpa vermelha de bom sabor, maturação rápida, com pouca resistência ao transporte e produção média de 60 t/ha/ano (Figura 1C).

**Figura 1** – Variedades de mamão. (A) Grupo "Comum", (B) Grupo "Solo", (C) Grupo "Formosa".



**Fonte:** Rigotti (2014).

Por ser uma planta tropical, o mamoeiro é extremamente sensível às geadas, considerando-se à temperatura ideal entre 22 e 26°C, chuvas entre 1.500 a 1.800 mm anuais, caso contrário necessitam de complementação com irrigação, umidade relativa do ar entre 60% e 80%, luminosidade acima de 2.000 horas/luz/ano, ventos moderados, brandos e altitude ideal de 200 m (nunca acima de 800 m). Suas folhas grandes, com um longo pecíolo, são também muito suscetíveis aos ventos fortes, rasgando-se com facilidade.

Além disso, ressalta-se que o mamoeiro desenvolve-se melhor em solo de textura média, de preferência arenoargilosos, planos a levemente ondulados, porosos, profundos (2 m a mais), bem drenados e ricos em matéria orgânica, exigindo pH do solo entre 5,5 a 6,5. Os solos mal drenados, que acumulam água após as chuvas, podem favorecer o aparecimento de podridões do solo e das raízes. As áreas com incidências de nematoides devem ser evitadas, pela grande suscetibilidade das plantas a esses inimigos, e evitar solos em baixadas ou sujeitos a encharcamento e os pedregosos (RIGOTTI, 2014).

Em decorrência das condições climáticas, nos estados produtores de mamão, a produção ocorre durante todo o ano, sendo fundamental para a qualidade dos frutos que a colheita seja realizada, exigindo-se alguns cuidados principais, como é o caso da escolha do ponto certo de maturação do fruto em função do tempo em que o mesmo chegará até o consumidor final (SOUZA, 2007).

Segundo Molinari (2007) 30% do total produzido de frutas sofrem perdas pós-colheita devido, principalmente, às alterações físicas e químicas, como modificações da textura, aroma, sabor e cor. O manuseio pós-colheita requer muita atenção e cuidados, pois a susceptibilidade a fatores como temperaturas extremas, baixa umidade, doenças e danos mecânicos podem comprometer a qualidade, dificultar a comercialização e aumentar as perdas.

Além disso, por ser um fruto climatérico, apresenta aumento da taxa respiratória, produção autocatalítica de etileno e alterações substanciais no amadurecimento tais como cor, sabor, amaciamento e produção de compostos voláteis aromáticos (PEREIRA et al., 2006). Tudo isso, confere ao mamão alta perecibilidade na fase pós-colheita com maiores perdas devido às contaminações microbiológicas, desordens fisiológicas, danos mecânicos, amadurecimento excessivo, manuseio inadequado e perda da firmeza (GODOY; CERQUEIRA-PEREIRA; JACOMINO, 2008).

Atualmente, o Brasil destaca-se como o segundo maior produtor mundial de mamão (*Carica papaya* L.), especialmente os estados da Bahia, Espírito Santo, Ceará e Rio Grande do Norte que além de serem os maiores produtores de mamão, ainda contribuem com o aumento das exportações brasileiras de frutas, conforme dados apresentados nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1** – Principais países produtores de mamão em 2011.

| <b>PAÍSES</b>   | <b>ÁREA (ha)</b> | <b>PRODUÇÃO (t)</b> | <b>RENDIMENTO (t/ha)</b> |
|-----------------|------------------|---------------------|--------------------------|
| Índia           | 104.307          | 4.180.080           | 40,07                    |
| Brasil          | 35.531           | 1.854.343           | 270,20                   |
| Indonésia       | 11.055           | 958.251             | 86,68                    |
| Rep. Dominicana | 2.487            | 891.731             | 358,56                   |
| Nigéria         | 94.000           | 705.000             | 7,50                     |
| Outros          | 174.134          | 3.249.249           | 18,66                    |

**Fonte:** FAO (2013).

**Tabela 2** – Principais estados brasileiros produtores de mamão em 2011.

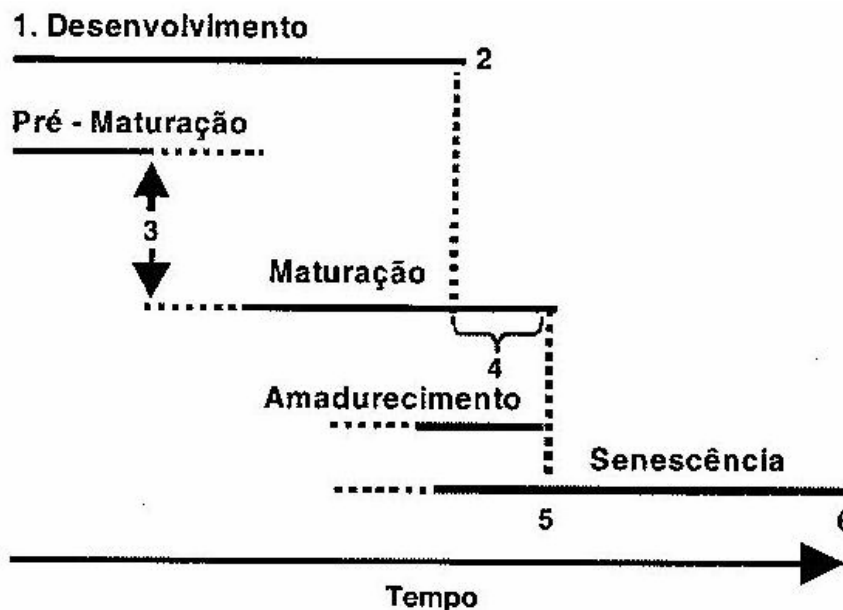
| <b>ESTADOS</b>      | <b>ÁREA (ha)</b> | <b>PRODUÇÃO (t)</b> | <b>RENDIMENTO (t/ha)</b> |
|---------------------|------------------|---------------------|--------------------------|
| Bahia               | 15.264           | 928.035             | 60,80                    |
| Espírito Santo      | 7.069            | 560.576             | 79,30                    |
| Ceará               | 2.612            | 112.579             | 43,10                    |
| Rio Grande do Norte | 1.991            | 69.410              | 34,86                    |
| Minas Gerais        | 1.364            | 44.948              | 32,95                    |
| Outros              | 7.231            | 138.795             | 19,19                    |
| <b>BRASIL</b>       | <b>35.531</b>    | <b>1.854.343</b>    | <b>270,20</b>            |

**Fonte:** IBGE - Produção Agrícola Municipal (2011).

### 3.2 Desenvolvimento do fruto do mamoeiro

Na etapa de desenvolvimento e maturação dos frutos, diversas mudanças físicas e físico-químicas ocorrem e, na maioria das vezes, são usadas como critérios importantes para determinação do padrão de maturidade, ponto de colheita e qualidade em vários frutos. Durante a vida do fruto, este, passa por diversos estádios com características bem definidas, sendo a conceituação dos mesmos de fundamental importância para o entendimento das alterações que ocorrem durante o período de desenvolvimento (QUEIROZ, 2009). A seguir serão apresentadas as principais etapas ocorridas durante o desenvolvimento fisiológico dos frutos (Figura 2):

**Figura 2** – Etapas do desenvolvimento fisiológico dos frutos. 1) Início da formação da polpa; 2) Término do crescimento em tamanho; 3) Início do período de consumo, mas, ainda imaturo; 4) Período ótimo de consumo; 5) Predominância de reações degradativas e 6) Não utilizável para consumo.



Fonte: Queiroz (2009).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) o desenvolvimento fisiológico dos frutos pode ser compreendido conforme as etapas apresentadas na figura 2, com as seguintes descrições:

✓ **Pré-maturação**: estágio de desenvolvimento que antecede a maturação, geralmente inclui a metade do período entre a floração e a colheita, caracterizado pelo aumento extensivo de volume, termina quando o desenvolvimento do fruto é apenas aceitável, mas não ótimo para o consumo;

✓ **Maturação:** caracterizada como sendo a sequência de mudanças bioquímicas, fisiológicas e estruturais dos frutos, conduzindo a um estado que os torna comestíveis. Entretanto, não é um estado fisiológico fixo, pois, pode variar de um fruto para outro e, em alguns casos, as mudanças podem ocorrer até em direções opostas. Como por exemplo, em mamão, há uma perda de ácido cítrico no fruto maduro, sendo que, em bananas, ocorre o inverso, ou seja, um acúmulo desse ácido;

✓ **Amadurecimento:** período de transformação no ciclo vital dos frutos em produtos atrativos e aptos para o consumo humano. É uma etapa intermediária entre o final do desenvolvimento e o início da senescência, sendo um processo normal e irreversível;

✓ **Senescência:** corresponde aos processos que ocorrem após a maturidade fisiológica e que, por serem predominantemente degradativos, resultam na morte dos tecidos celulares.

O volume das células é considerado o fator mais importante no crescimento do fruto. A expansão celular, por sua vez, pode ser influenciada pela plasticidade da parede celular, pelo grau de desenvolvimento da parede secundária, pela turgescência e resistência do epicarpo e de outras camadas protetoras. Esses fatores são influenciados pelos reguladores de crescimento e pelo ambiente. O crescimento ocorre por meio de diferentes processos fisiológicos e metabólicos, entre os quais destacam-se os seguintes: inibição dos mecanismos de oposição ao crescimento, canalização de nutrientes para o órgão em crescimento, produção de energia necessária para o processo e estímulo dos mecanismos biossintéticos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A vida dos frutos pode ser dividida em dois períodos de crescimento: a pré-antese, no qual o crescimento ocorre principalmente por divisão celular, e pós-fertilização, é quando a expansão celular é o evento principal do crescimento. A divisão celular cessa gradualmente durante a antese, ao passo que a expansão celular é iniciada e torna-se responsável pela última parte do aumento de volume do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A fase de crescimento do fruto é considerada uma etapa de desenvolvimento onde ocorrem as alterações quantitativas que resultam no aumento de algumas características como: peso, volume, diâmetro, comprimento, cavidade ovariana e espessura de polpa desse órgão. Esta fase é bastante influenciada por fatores do ambiente, como temperatura, radiação solar e precipitação, além de fatores genéticos intrínsecos de cada material vegetal (BERILLI et al., 2007).

O amadurecimento é uma fase do desenvolvimento dos frutos, iniciada por alterações no equilíbrio hormonal que levam à programação das células para responder mediante mudanças em vários processos metabólicos. Os processos relacionados às mudanças na textura da polpa, coloração, aumento no teor dos sólidos solúveis e na taxa respiratória são algumas das transformações mais marcantes que ocorrem durante o amadurecimento dos frutos, que se iniciam a partir da ação do etileno que é considerado o principal hormônio envolvido no amadurecimento (KRONGYUT et al., 2011). Quando iniciada a fase de amadurecimento, as transformações ocorrem rapidamente, fazendo com que o fruto atinja a máxima qualidade para o consumo, seguindo-se a fase de senescência, que culminará na completa decomposição (SILVA, 2014).

Maia et al. (2009) cita que cada espécie apresenta uma taxa respiratória específica e esta atividade pode variar entre as cultivares, assim ocorrendo variações dentro de uma mesma espécie. Além disso, a atividade respiratória dos frutos também é influenciada por vários fatores, tais como a relação entre a área superficial e o volume, a temperatura de armazenamento, a concentração de oxigênio e o acúmulo de etileno atmosférico, além de danos mecânicos entre outros (SILVA, 2014).

Desse modo, a respiração torna-se o principal processo fisiológico após a colheita dos frutos, uma vez que não depende mais da absorção de água e minerais efetuados pelas raízes, da condução de nutrientes pelo sistema vascular, nem da atividade fotossintetizante das folhas da planta-mãe. Assim, as partes dos vegetais adquirem vida independente e utilizam suas próprias reservas metabólicas acumuladas nas fases de crescimento e maturação. A atividade respiratória é estimulada pelo etileno, considerado um dos principais fatores endógenos que, como consequência, antecipa o amadurecimento e a senescência dos tecidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Pinto et al. (2011) no mamão, o amadurecimento é marcado por modificações na textura, associadas ao metabolismo de carboidratos da parede celular, ocasionando redução na firmeza da polpa do fruto. Sendo que, as substâncias pécticas constituem uma classe de polissacarídeos estruturais da parede celular que sofrem as mais marcantes modificações durante o amadurecimento dos frutos.

A fase de amadurecimento inicia-se, antes que o crescimento termine e inclui diferentes alterações na composição, que variam de acordo com o tipo de fruto. Esta fase corresponde basicamente, às mudanças nos fatores sensoriais: sabor, odor, cor e textura, que tornam o fruto aceitável para o consumo (SILVA, 2014).

Trata-se de um evento interessante no ciclo vital, por transformá-los em produtos atrativos e aptos para o consumo humano e esta é uma etapa considerada intermediária, entre o final do desenvolvimento e o início da senescência, um processo normal e irreversível; porém, pode ser retardado com o uso de meios adequados. A fase final da maturação é designada como amadurecimento, sendo, porém, excluída do desenvolvimento, uma vez que nessa etapa há predominância de processos degradativos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O amadurecimento, por sua vez, é considerado o aprimoramento do conjunto de processos que ocorrem desde os últimos estádios de desenvolvimento, até as etapas iniciais da senescência, resultando em características de estética e qualidade para o fruto. Nessa fase, ocorre um aprimoramento das características sensoriais, ou seja, sabores e odores específicos desenvolvem-se em conjunto com o aumento da doçura, com a redução da acidez e da adstringência. Assim, algumas dessas mudanças podem ser detectadas por análise ou observação visual das transformações físicas, ou pela análise das transformações endógenas, como mudanças nos teores de pigmentos, ácidos, taninos, carboidrato, pectinas, entre outros (SILVA, 2014).

De acordo com Costa e Balbino (2002) o mamão finaliza o seu amadurecimento em uma semana aproximadamente, porém, neste período, pode-se reduzir o processo, por meio de diversos fatores de pré e pós-colheita. Dentre os fatores de pré-colheita, é possível citar os cuidados com as práticas culturais (pH do solo, plantio, espaçamento, irrigação, controle de plantas daninhas, adubação, fertirrigação, poda, controle fitossanitário). E os fatores de pós-colheita incluem: transporte e manuseio no galpão de embalagem, pré-resfriamento e armazenamento (SENHOR et al., 2009). Esses fatores podem manifestar-se nos frutos isoladamente ou em conjunto, proporcionando perdas quantitativas e/ou qualitativas nas diferentes fases da comercialização.

A fase de senescência é considerada como o período na vida de um órgão vegetal, no qual os processos de síntese diminuem e se sobressaem os processos de degradações, responsáveis pelo envelhecimento e morte dos tecidos, há a predominância de reações catabólicas, mas, também, porque há desidratação dos tecidos ou invasão acentuada de micro-organismos (SILVA, 2014).

### 3.3 Fisiologia pós-colheita do fruto do mamoeiro

O conhecimento da fisiologia pós-colheita de frutos climatéricos, como é o caso do mamão, se faz necessário a fim de se estabelecer uma colheita racional, controlar os processos que levam à maturação, e consequentemente, aumento da vida útil pós-colheita compatível com a necessidade de tempo para o transporte, armazenamento e comercialização (PADUA, 1986; KADER, 2000 *apud* GÓIS, 2009), já que, os frutos são agrupados de acordo com suas respostas hormonais e genéticas.

Assim, todos os frutos que amadurecem em resposta ao etileno exibem, antes da fase de amadurecimento, um aumento de todos os eventos que estão relacionados ao processo de amadurecimento, que é denominado climatério. Este pode ser definido como um período da ontogenia de certos frutos, durante o qual uma série de mudanças bioquímicas é iniciada por produção auto-catalítica do etileno, marcando a transição entre o desenvolvimento e a senescência, e envolvendo tanto aumento na taxa de respiração, aumento da síntese de ácido ribonucleico, síntese de proteínas, como também, modificações na permeabilidade das membranas celulares (ALEXANDER; GRIERSON, 2002).

O fruto pode ser considerado maduro fisiologicamente quando se apresentar semi maduro (de vez), o que ocorre após o fruto atingir o tamanho máximo e possuir a capacidade de atingir a maturação na planta e fora dela. Após este estágio, inicia-se a maturação e a senescência gradual, dependendo do tipo de fruto.

Outros fatores que caracterizam a maturidade do fruto são: a cor da casca, a consistência da polpa, o comportamento respiratório, o tamanho e a forma do fruto, a composição química e a produção de etileno, que por sua vez é considerado o principal hormônio ao qual, dependendo do estágio de maturação, os frutos climatéricos respondem. Ele é produzido ainda no fruto verde e tem sua síntese aumentada durante o amadurecimento por uma reação auto-catalítica que leva ao aumento das taxas respiratórias (GÓIS, 2009).

Frutos climatéricos, quando colhidos após a maturidade fisiológica, iniciam a fase de maturação rapidamente, processo que envolve metabolismo complexo e acelerado, e que resulta no aparecimento do sabor característico, devido à transformação do amido em açúcares solúveis, à diminuição da acidez e ao desaparecimento da adstringência. A cor típica de cada fruto deve-se, geralmente, ao desaparecimento da clorofila e à síntese de pigmentos,

enquanto o aroma é proveniente da síntese de compostos voláteis, que são característicos de cada fruto.

Em se tratando dos frutos não climatéricos, eles apresentam mudanças mais lentas durante a maturação. Convém ressaltar que uma vez iniciada, a maturação não pode ser mais revertida e, quanto mais avançado o processo, mais difícil será retardá-la. Assim, a maturação pode ser definida como a sequência de mudanças na cor, “*flavor*” e textura dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O mamão é um fruto tipicamente climatérico, cujas características são de aumento da taxa de respiração, produção auto-catalítica de etileno e alterações organolépticas durante o seu amadurecimento, tais como cor, sabor, amolecimento da polpa e produção de compostos voláteis aromáticos (BALBINO, 2003; PEREIRA et al., 2006).

Após a colheita, ocorre um aumento na liberação de CO<sub>2</sub> e uma taxa maior de consumo de O<sub>2</sub>, com liberação de etileno pelo fruto. Tal substância, quando em ação, modula o amadurecimento de frutos e coordena a expressão gênica de vários processos como aumento da taxa respiratória, degradação de clorofila, síntese de carotenoides, conversão de amido a açúcares mais simples e ao aumento da atividade de enzimas hidrolisantes de parede celular (BRADY, 1987; ABELES et al., 1992; GRAY et al., 1992; KADER, 1997; SALTIVEIT, 1999; ALEXANDER; GRIERSON, 2002 *apud* GÓIS, 2009).

A vida pós-colheita economicamente útil de frutos climatéricos, como o mamão, está diretamente relacionada à sua manutenção na condição pré-climatérica. Dentre os fatores que contribuem para que a taxa de ascensão respiratória seja mais ou menos rápida, destacam-se a temperatura de armazenamento, a produção de etileno pelo fruto, o uso de substâncias inibidoras da biossíntese ou da ação do etileno e da composição da atmosfera na qual o fruto é conservado (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A redução da referida taxa, dá-se por meio da utilização de diversas tecnologias pós-colheita que levem à redução da atividade metabólica do fruto, tais como: armazenamento refrigerado, atmosferas modificadas e controladas, inibidores da ação do etileno, removedores do etileno e ainda uso de inibidores da biossíntese de etileno aplicados em pré-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005; FILGUEIRAS, 2007).

### 3.4 Ponto de colheita do fruto do mamoeiro

A escolha do ponto de colheita do mamão é fundamental para que o fruto chegue ao mercado em ótimas condições de consumo e, por esta razão é um dos principais fatores na qualidade dos frutos, tanto para o consumo in natura quanto para utilização na indústria de processamento. A decisão de pelo ponto exato de colheita depende da distância compreendida entre o local de produção e o mercado consumidor, do tempo de deslocamento e dos tratamentos pós-colheita empregados (FONSECA, 2002).

Além disso, o conhecimento da fisiologia pós-colheita do mamão se faz necessário para a determinação do ponto de colheita, para a prática de uma colheita racional, para o bom armazenamento e para a escolha do transporte adequado à distância do mercado consumidor (VIEGAS, 1992 *apud* SOUZA, 2004).

Os frutos devem ser colhidos em estágio de maturidade fisiológica, ou seja, no estágio de desenvolvimento a partir do qual, o fruto colhido tenha condições de amadurecer normalmente expressando assim características típicas da cultivar (JACOMINO; BRON; KLUGER, 2003; AWAD, 1993). No entanto, na prática, seu reconhecimento torna-se bastante difícil. Geralmente a maturidade fisiológica é determinada por características externas subjetivas como, por exemplo, a mudança da cor verde-escura para verde-clara (JACOMINO; BRON; KLUGE, 2003).

Em mamão, várias propriedades dos frutos têm sido usadas como índice de colheita e padronização para a comercialização. No entanto, um aspecto a ser levado em conta é o teor de sólidos solúveis, considerado uma importante propriedade, que permite estimar o conteúdo de açúcares do fruto. Além desta, a avaliação do tamanho do fruto é outro aspecto importante, principalmente quando se visa à exportação, pois há uma exigência específica quanto a esse atributo. Assim, deve-se observar o tamanho dos frutos ao longo da produção anual, que deverá ser considerado para a programação das exportações para cada país, sendo que esse último é variável em função das condições climáticas (BALBINO, 2003).

Além das observações visuais citadas anteriormente, em termos práticos, tem-se utilizado a coloração da casca como avaliação no momento da colheita. Segundo Martins e Costa (2003), com base na cor da casca, existe uma escala visual de cor considerando-se cinco estádios de maturação, sendo eles:

- ✓ Estádio 0 (verde), fruto completamente desenvolvido, com casca 100% verde;
- ✓ Estádio 1 (primeiros sinais amarelos), mudando de cor, com até 15% da casca amarela;
- ✓ Estádio 2 (1/4 maduro), fruto com até 25% da casca amarela;
- ✓ Estádio 3 (1/2 maduro), fruto com 50% da casca amarela;
- ✓ Estádio 4 (3/4 maduro), fruto com 50 à 75% da superfície amarela;
- ✓ Estádio 5 (maduro), fruto com 76 à 100% da superfície amarela.

Jacomino, Bron e Kluge (2003) destacam que os frutos devem ser colhidos em um momento de alto potencial de armazenamento, aliado à maturação suficiente, para garantir bom sabor e boa textura, mesmo depois de armazenados. Além disso, torna-se de grande importância colher os frutos no estágio denominado maturidade fisiológica, definido como o estágio de desenvolvimento a partir do qual o fruto pode ser colhido e, ainda assim, apresentará amadurecimento normal e expressará as características típicas da cultivar. No entanto, na prática, seu reconhecimento é difícil, já que, a maturidade fisiológica é determinada usualmente por características externas, como a mudança da cor da casca.

A etapa de colheita realizada com frutos antes da maturidade fisiológica não favorece o amadurecimento de maneira adequada. O ponto de colheita influencia principalmente a pigmentação do fruto e a percentagem de sólidos solúveis, embora o teor de açúcar no fruto apresente poucas variações após a colheita, pois o mamão é um fruto que não acumula amido.

Portanto, para que o fruto apresente boa qualidade, ele já deve ser colhido com teor de açúcar elevado. Quanto à coloração, frutos que apresentam 100% da casca verde no momento da colheita geralmente não desenvolvem coloração satisfatória quando comparados aos de estádios mais adiantados (FONSECA, 2002).

A colheita do mamão Formosa é realizada em diferentes estádios de maturação, de acordo com o mercado de destino, como por exemplo, os frutos destinados aos Estados Unidos são colhidos com no máximo 25% da casca amarela, enquanto que para a Europa, com a casca entre 50 e 75% amarela. Para o mercado interno, o ponto de colheita pode variar, conforme a distância do mercado consumidor, acrescido do tempo necessário para a comercialização, utilização pelo consumidor brasileiro e teor sólidos solúveis acima de 14,0 °Brix (SANCHES, 2003).

### 3.5 Atributos de Qualidade

Segundo Guimarães e Andrade (2008) a qualidade é definida como uma característica multidimensional do alimento, sendo considerada uma combinação de atributos microbiológicos, nutricionais e sensoriais. O mamão, por ser um fruto climatérico, apresenta as seguintes características: o aumento da taxa respiratória, a produção autocatalítica de etileno e as alterações sensoriais substanciais durante o seu amadurecimento, sendo estas decisivas para as características de cor, sabor, amaciamento e produção de compostos voláteis aromáticos (PEREIRA et al., 2006).

Na avaliação da qualidade do fruto, pode-se utilizar alguns atributos físicos, como cor e firmeza; e químicos, como teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), razão SS/AT e teor de ácido ascórbico. Estas variáveis, em geral, são fortemente influenciadas por alguns fatores como condições edafoclimáticas, cultivo, época e local de colheita, tratamentos culturais e manuseio na colheita e pós-colheita (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001).

#### 3.5.1 Perda de massa

A perda de água dos produtos perecíveis armazenados não só se reflete na perda de massa (fresca e/ou seca), mas também na de qualidade, principalmente pelas transformações que ocorrem na textura. Até determinado ponto ela pode ser relevada, mas se resultar em murchamento deverá ser evitada (SILVA, 2014); e quando ela ocorrer, subsequente, por meio de transpiração, isso determinará, em grande parte, as perdas quantitativas e qualitativas dos produtos (AZEVEDO et al., 2011).

A perda de massa em frutos frescos é, na verdade, quase que exclusivamente perda de água, sendo esta uma das principais causas de prejuízos, pois resulta em perdas quantitativas (peso), qualitativas (aparência, textura e enrugamento), bem como nutricionais (WILLS et al., 1998). Essa perda está diretamente relacionada com a temperatura e a umidade relativa, consideradas fatores abióticos, mais a estrutura do vegetal, considerada fator genético, que associadas criam o déficit de pressão de vapor d'água entre o vegetal e o ambiente; assim quanto maior esse déficit, maior a transpiração do produto, conseqüentemente, maior a perda de água, que do ponto de vista econômico, segundo Yang e Hoffmann (1984), menor peso na comercialização.

### 3.5.2 Firmeza

A firmeza é considerada um dos mais importantes componentes do atributo textura devido principalmente à presença de substâncias pécticas que compõem as paredes celulares dos vegetais responsáveis pelas forças de coesão entre as pectinas (KLUGE; JACOMINO, 2002). A pectina é um polissacarídeo que corresponde a uma cadeia do ácido poligalacturônico com grau variável de esterificação e metilação que, em conjunto com a celulose, hemicelulose e cálcio, resulta em um material estrutural das paredes celulares dos vegetais, encontrada com maior frequência na lamela média. A combinação destes compostos forma a protopectina, que é hidrofóbica (KLUGE et al., 2002).

O amolecimento é uma etapa natural do amadurecimento de quase todos os frutos, com grande importância comercial já que a vida pós-colheita economicamente útil do fruto pode ser extremamente reduzida por este processo, que se traduz em menor resistência a danos físicos no transporte e manuseio e uma maior suscetibilidade a fitopatógenos (GÓIS, 2009). No entanto, embora a perda de turgescência, degradação do amido e a consequente diminuição do seu conteúdo possam contribuir com a mudança de textura dos frutos, está claro que as maiores modificações envolvendo os componentes polissacarídeos resultam da ação das enzimas hidrolíticas que aceleram a separação e diferenciação das estruturas da parede celular primária e da lamela média (ALI; CHIN; LAZAN, 2004).

### 3.5.3 Sólidos Solúveis, Acidez Titulável e Ratio (SS/AT)

Durante a maturação das frutas, uma das principais modificações em suas características é o acúmulo de açúcares, notadamente glicose, frutose e sacarose, que ocorre simultaneamente com a redução de acidez. Na maioria dos frutos os açúcares solúveis presentes nas frutas, associados com os ácidos orgânicos, são responsáveis pela doçura e pelo '*flavor*', e quando combinados adequadamente compondo os polissacarídeos estruturais, também influenciam na textura (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O teor de sólidos solúveis presentes nos frutos inclui tanto os açúcares solúveis, os aminoácidos, as vitaminas, como os ácidos orgânicos, que tem influência sobre o rendimento industrial (GIORDANO; SILVA; BARBOSA, 2000). Segundo Martins e Costa (2003) os principais carboidratos presentes na polpa do mamão são a sacarose, glicose e a frutose.

Outro carboidrato que apresenta importância no padrão de qualidade de vários frutos é o amido, considerado o principal material de reserva nos vegetais e quando

convertido em açúcares solúveis proporcionam efeitos marcantes no sabor e na textura dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No entanto, os teores de amido em mamão, verificados durante o desenvolvimento, são considerados extremamente baixos, menor do que 1% (MARTINS; COSTA, 2003), assim não havendo acúmulo de amido para ser hidrolisado.

Durante o amadurecimento do mamão, ocorre um ligeiro aumento na acidez da polpa, que se deve, provavelmente, à formação do ácido galacturônico, em consequência da hidrólise da pectina pelas enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase. Assim, a acidez aumenta com o amadurecimento dos frutos até atingir 75% da superfície a casca amarela e a partir daí, os níveis decrescem, exceto no interior do mesocarpo, onde a acidez titulável aumenta até o fruto atingir completo amarelecimento (COSTA; BALBINO, 2002)

Segundo Moreira (2004), a relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável oferece um indicativo mais fidedigno do sabor do fruto, pois relaciona a quantidade de açúcares ao teor dos ácidos orgânicos. Desta forma, todos os fatores, ambientais ou fisiológicos, que interferem no metabolismo dos açúcares e dos ácidos estarão interferindo no sabor do fruto e consequentemente no Ratio.

### **3.6 Principais doenças pós-colheita do fruto do mamoeiro**

As frutas frescas apresentam sua vida útil relativamente reduzida durante o período pós-colheita, devido principalmente ao seu elevado teor de umidade e altas taxas respiratórias. Essas características resultam em perdas decorrentes da falta de comercialização ou de consumo do produto em tempo hábil, gerando desvantagens ao seu manuseio após a colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As doenças que ocorrem na pós-colheita de frutos são responsáveis por grandes perdas de produção, em muitos casos, superiores a 50%, antes de chegar à mesa do consumidor, e os frutos que chegam, apresentam uma qualidade inferior à desejada pelo mesmo (TAVARES; SOUZA, 2005). De acordo com Costa (2012) as perdas ocasionadas por fitopatógenos são consideradas fatores responsáveis pelo atraso no desenvolvimento da indústria e da cultura do mamoeiro, pois muitas espécies de fungos podem causar podridões em frutos de mamão durante a pós-colheita.

Estima-se que os prejuízos são da ordem de 10 a 40% em transportes terrestres e de 5 a 30% em transportes aéreos. No entanto, estas perdas podem variar de 1 a 93%,

dependendo do manejo pós-colheita e processos de acondicionamento. Consideram-se as principais doenças pós-colheita do mamão a antracnose, provocada por *Colletotrichum gloeosporioides*, e a podridão do pedúnculo, causada por *Phoma caricae-papaya*. Além destas, outras podridões causadas por *Lasiodiplodia*, *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Stemphylium* sp. e *Rhizopus* sp. podem aparecer. Todas estas doenças pós-colheita, exceto a podridão causada por *Rhizopus*, podem ser iniciadas a partir de infecções de campo (RESENDE; MARTINS, 2005 *apud* FERREIRA, 2013).

Dentre as doenças citadas anteriormente, a antracnose é considerada a principal doença pós-colheita do mamão, causada pelo fungo *C. gloeosporioides* ocorrendo com maior frequência em frutos em estágio de maturação mais avançado. Sua nocividade para a economia é muito grande, pois os frutos atacados tornam-se imprestáveis para a comercialização e para o consumo. Ainda que quando colhidos não apresentem sintomas da doença, esta pode se manifestar na fase de embalagem, transporte, amadurecimento e comercialização, causando grande percentual de perdas (OLIVEIRA; SANTOS FILHO; MEISSNER FILHO, 2014).

Muitas espécies frutíferas são infectadas por *Colletotricum* sp. e de acordo com a avaliação de Silva et al. (2006), para medir a patogenicidade deste nos frutos como a manga ‘Tommy Aktins’ e ‘Rosa’ e no mamão, na goiaba e no maracujá, verificou-se que os frutos que apresentaram maior susceptibilidade foram as variedades de manga e mamão. Além de *C. gloeosporioides*, *C. magna* foi descrito como causador de antracnose em mamoeiro, uma vez que esta espécie possui as mesmas características morfológicas do *C. gloeosporioides*. Assim, torna-se necessária a realização de análise biomolecular para diferenciar as duas espécies (NASCIMENTO et al., 2010).

As colônias de *C. gloeosporioides* apresentam formas variáveis, com coloração variando de cinza clara a cinza escura e micélio aéreo. Os conídios são formados em massas de cor salmão, retos, cilíndricos, de ápice obtuso, base truncada e dimensões que variam entre 12 a 17 x 3,5 a 6,0 µm, e liberados quando os acérvulos encontram-se úmidos. Eles são geralmente disseminados pelo respingo das chuvas, pelo vento, por insetos e por meio de ferramentas contaminadas. Esta espécie é bastante heterogênea em meio de cultura, especialmente quanto às características miceliais (TAVARES, 2004).

A antracnose, doença causada por espécies de *Colletotrichum* ou seu fungo Teleomorfo a *Glomerella*, é uma doença muito comum e destrutiva em numerosas culturas. Embora seja grave em todos os lugares, ela causa perdas mais significativas nas regiões

tropicais e subtropicais (AGRIOS, 2004). Sua severidade relaciona-se principalmente às condições ambientais, e tem menor intensidade em períodos secos e temperaturas muito baixas.

O fungo causal da antracnose penetra através da cutícula e forma uma infecção quiescente no fruto imaturo. Os principais sintomas são lesões circulares, deprimidas, com margem marrom-clara, produzindo conídios, na porção central, de cor laranja ou rosada. Além disso, com o decorrer do tempo os pontos de infecção aumentam formando manchas deprimidas e o tecido interno da área infectada é firme, com uma descoloração branca-acinzentada que se torna marrom (PEIXOTO, 2005).

A podridão peduncular apresenta sintomas iniciais de lesões na superfície do fruto que posteriormente avançam rapidamente para o interior do mesmo causando podridão mole e permitindo que a parte infectada possa ser desprendida. No pedúnculo, a lesão é caracterizada por tecido preto, rugoso e seco, de margens translúcidas e aparecendo, às vezes, micélio branco e conídios de cor rosada (ALVAREZ; NISHIJIMA, 1987; REZENDE; FANCELLI, 1997 *apud* PEIXOTO, 2005).

### **3.7 Extratos vegetais no controle de fitopatógenos**

Extratos vegetais são soluções concentradas, de diversas consistências, as quais são obtidas através de matéria-prima de plantas, como por exemplo, folhas, raízes, flores e cascas que podem ou não passar por um tratamento prévio (FOOD INGREDIENTES BRASIL, 2010).

A utilização de extratos vegetais no controle de doenças de plantas vem sendo amplamente estudada, no entanto, ainda continua sendo pouco utilizada na prática, com exceção feita aos agricultores que praticam a agricultura orgânica. Um dos motivos de seu baixo uso é a dificuldade em se obter os tecidos vegetais a serem processados e também o preparo, propriamente dito, do extrato (FERREIRA, 2013).

A utilização de extratos de plantas depende, principalmente, da disponibilidade desses produtos no mercado e caso isso não ocorra, a sua utilização ficará restrita apenas aos produtores de base orgânica. Tais extratos podem ser produzidos diretamente pelos agricultores, podendo tanto serem considerados como produtos alternativos, como serem utilizados para a síntese de um pesticida (FERREIRA, 2013).

Ao colher-se uma planta medicinal deve-se ter conhecimento de que fatores de ordem genética, ambiental e técnica podem influenciar na síntese de princípios ativos, podendo ocorrer variações tanto na qualidade como na quantidade de complexos químicos. Plantas da mesma espécie, cultivadas em diferentes localidades, normalmente, possuem os mesmos componentes, mas as porcentagens em que estão presentes podem diferir (SILVA et al., 2005).

Os pequenos agricultores e os produtores de agricultura alternativa têm usado, de forma empírica, os extratos de plantas para o controle de doenças e pragas, por considerar que esses produtos apresentam uma menor toxicidade, os quais são, muitas vezes, manipulados de forma caseira e pulverizados nas lavouras sem se preocuparem com os mecanismos de ação, os métodos de controle, os métodos de aplicação e suas respectivas concentrações (SILVA et al., 2006 *apud* FERREIRA, 2013).

### **3.8 Nim (*Azadirachta indica* Juss.)**

A planta de nim é oriunda da Ásia e tem sido cultivada em vários países das Américas, da África e na Austrália. No Brasil, tem mostrado boa adaptação às regiões Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste (VIANA; PRATES; RIBEIRO, 2006) (Figura 3). É uma planta da família *Meliaceae* originária da Índia, apresenta crescimento rápido, e atinge mais de 10 metros de altura em poucos anos. Desenvolve-se bem em regiões semiáridas, por ser resistente à seca e suportar temperaturas elevadas.

Suas folhas verde-escuras são do tipo compostas e as flores são de coloração branca e aromática, e encontram-se reunidas em inflorescências actinomórficas, pentâmeras e hermafroditas. O fruto tipo baga, ovalada com 1,5 a 2,0 cm de comprimento, quando maduro, apresenta polpa amarelada e casca (tegumento) branca dura, contendo uma semente, ou, raramente, duas (NEVES et al., 2003 *apud* FERREIRA, 2013).

O nim tem se destacado entre as plantas mais utilizadas com ação inseticida em decorrência da presença de diversas substâncias com atividade biológica, como a azadiractina, meliantriol, limoneno, odoratone e outros triterpenoides, nas folhas, cascas, frutos e sementes, principalmente pela sua atividade inseticida, baixo custo, menos poluentes e com baixo poder residual, quando comparados com os produtos sintéticos, apresentando baixo risco de intoxicação para mamíferos e aves (QUINTELA; PINHEIRO, 2004).

**Figura 3** - Árvore do nim (*Azadirachta indica* J.)



**Fonte:** Soares (2012)

A planta desenvolve-se bem em locais onde o pH do solo varia de 6,2 a 7,0, com precipitação anual de 400 a 800 mm e temperatura entre 21 e 32 °C. O desenvolvimento da planta é prejudicado por baixa temperatura (mínima <14 °C) e ela não tolera geadas (NEVES; OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2003). Na etapa de maturação produz de 10 a 100 toneladas de matéria seca/ha, sendo a metade da biomassa representada pelas folhas. Além do uso como inseticida, o nim pode ser utilizado para sombra, reflorestamento para a fabricação de postes, ferramentas e móveis e na produção de matéria-prima e para medicamentos (VIANA; PRATTES; RIBEIRO, 2006).

A árvore de nim pode resistir a muitas adversidades ambientais incluindo estiagem, solo infértil, pedregoso, raso ou ácido. Ela produz um fruto carnoso elipsoidal, com dois centímetros de comprimento, que nasce em cachos e desfolha naturalmente durante o período de janeiro e fevereiro de cada ano, de modo que as folhas são recolhidas como desperdício. Além disso, a árvore também cresce em outras áreas tropicais e subtropicais, sendo considerado assim um importante fator para a produção comercial do extrato de nim, de modo que uma base de matéria bruta para refinamento industrial possa ser estabelecida em outras regiões (IMMICH, 2006).

O nim apresenta duas espécies intimamente relacionadas, que são classificadas como: *Azadirachta indica* Juss e *Melia azedarachta*. A primeira é popularmente conhecida como nim indiano ou lilás indiano, e a outra como lilás persa (IMMICH, 2006) (Figura 4). Além disso, o nim tem sido usado extensivamente na medicina, sendo que o nome sânscrito

da árvore de nim é *Arishtae* que significa “o que alivia a dor”. Destaca-se que a importância do nim é reconhecida pela Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, a qual publicou um relatório, em 1992, intitulado “Neem – uma árvore para resolver os problemas mundiais” (BISWAS et al., 2002).

**Figura 4** - Espécies de nim. (A) Espécie *A. indica* Juss. (B) Espécie *Melia azedarachta*.



**Fonte:** Immich (2006).

Nos constituintes químicos do nim foram estudados e identificados mais de 150 compostos isolados das folhas, galhos e sementes, sendo os mais ativos pertencentes à classe dos limonoides. A azadiractina é o principal composto dessa planta com ação sobre os insetos, sendo os frutos considerados principal fonte, além da casca e das folhas (SCHMUTTERER, 1990).

A partir dos estudos de Ribeiro et al. (2011), sobre o controle do fungo peduncular do abacaxi pérola, verificou-se que os frutos tratados com extrato de nim apresentaram menor incidência e menor severidade no desenvolvimento de fungos. Carneiro (2003), ao estudar o efeito de extratos de folhas e do óleo de nim sobre o oídio do tomateiro, observou que os extratos de folhas de nim não foram eficientes no controle dessa doença. Porém, segundo a mesma autora, o óleo emulsionável de nim controlou a doença mesmo nas menores concentrações avaliadas e foi similar ao fungicida utilizado como controle. Leite et al. (2009), observaram que óleo de nim reduziu a severidade da doença, o crescimento micelial e a esporulação do fungo *C. gloeosporioides* em maçãs.

Segundo Immich (2006) vários compostos biologicamente ativos podem ser extraídos do nim, os quais apresentam diferentes propriedades. Alguns compostos possuem atividades biológicas como: anti-inflamatória, antiartrítica, antipirética, hipoglicêmica,

antigastrítica, espermicida, fungicida, bactericida, diurética, antimalárica, antitumoral, antiestresse e imunomodulatória.

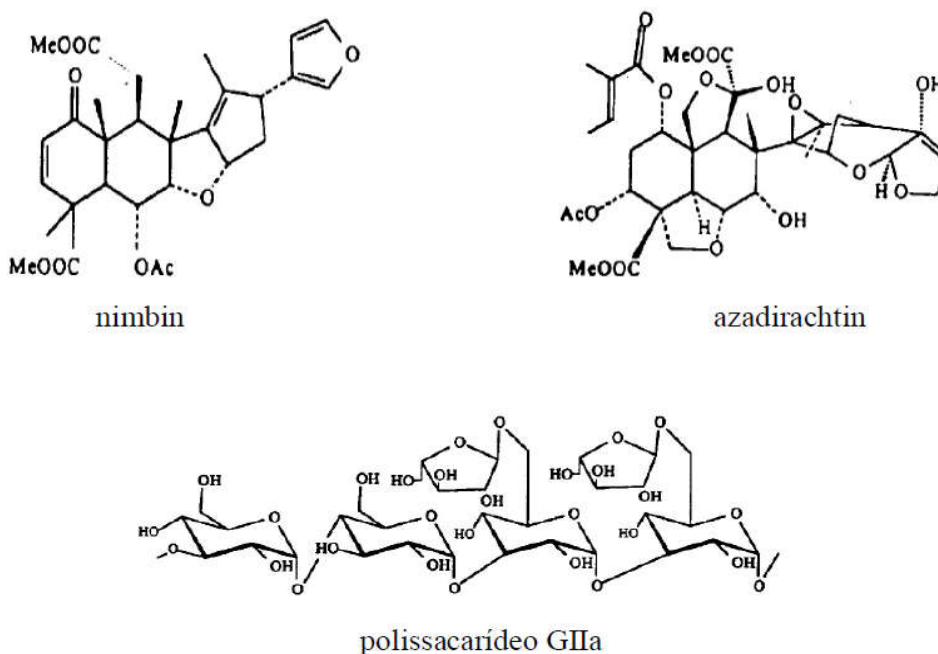
Estes compostos são divididos em duas classes maiores, que são as seguintes:

✓ Isoprenoides: como diterpenoides e triterpenoides contendo protomeliacinas, limodoides, azadirone e seus derivados, gedunin e seus derivados, tipos de compostos de vilasinina e C-secomeliacinas, como nimbin, salanin e azadirachtin;

✓ Não-isoprenoides: que são proteínas (aminoácidos) e carboidratos (polissacarídeos), compostos sulfurosos, polifenólicos como flavonoides e seus glicosídeos e compostos alifáticos.

Seguem as estruturas de alguns compostos bioativos do nim (Figura 5):

**Figura 5** - Estrutura de alguns compostos bioativos do nim (*Azadirachta indica* J.).



**Fonte:** Immich (2006).

Pesquisas têm mostrado que muitos organismos são sensíveis ao extrato de nim. Dentre estes organismos, podem-se incluir insetos, aracnídeos, nematoídeos, lesmas e caracóis, fungos e vírus, embora atualmente, este tenha sido usado principalmente para o controle de insetos. No entanto, um dos maiores problemas no uso do nim para tratamentos de

insetos e pragas é a durabilidade do azadirachtina (composto ativo), uma vez que a atividade de produtos à base de nim diminui rapidamente (de quatro a oito dias), sendo necessárias várias aplicações por ciclo.

A principal razão da diminuição desta atividade é a fotodegradação por luz ultravioleta (IMMICH, 2006), baixo pH e chuvas, havendo então a necessidade de muitas aplicações por estação. Por outro lado, a derivação do produto natural estabiliza a azadirachtina e aumenta sua atividade residual (MOSSINI; KEMMELMEIER, 2005).

As espécies da família Meliaceae apresentam uma característica em comum, que é a presença de triterpenos oxigenados, conhecidos como meliacinas. Dentre os triterpenos, inclui-se o mais promissor agente antialimentar descoberto até agora, denominado azadirachtina, que está presente nas folhas, frutos e sementes, e que foi isolado, inicialmente, a partir do nim. Outros compostos, como os triterpenoides, geduninas, nimbinm, liminoides, entre outras substâncias, agem juntamente, aumentando a ação inseticida (POTENZA, 2004).

A azadirachtina é considerada o mais potente dos limonoides ou tetranortriterpenoides presente no nim, atuando na inibição da alimentação dos insetos. Além disso, afeta o desenvolvimento das larvas e atrasa seu crescimento, reduz a fecundidade e fertilidade dos adultos, altera o comportamento, causa diversas anomalias nas células, na fisiologia dos insetos e causa mortalidade de ovos, larvas e adultos (MARTINEZ, 2002).

Segundo estudos realizados por Carneiro et al. (2007) com o uso de extratos de sementes de nim, no controle do oídio, observou-se eficiência, quando aplicado 24h após a inoculação do fungo, tanto quanto o fungicida comercial. O extrato de sementes de nim reduziu os sintomas de oídio em aproximadamente 82% na aplicação preventiva e em 98% na pulverização realizada após a inoculação. A menor eficiência apresentada na aplicação preventiva em relação à aplicação realizada após a inoculação, provavelmente, deve-se à rápida volatilização dos princípios ativos presentes no extrato das sementes de nim.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Experimento I

#### 4.1.1 Obtenção das amostras

Os frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ utilizados neste experimento foram colhidos manualmente em Empresa localizada no Município de Quixeré - CE, apresentando-se em estágio de maturação fisiológica com 15% da casca amarela (Figura 6A).

Em seguida, os frutos foram acondicionados em contentores plásticos (Figura 6B) e transportados à Planta Piloto de Processamento de Frutas e Hortaliças do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE *Campus* Limoeiro do Norte, onde foram selecionados de acordo com o padrão de coloração da casca e tamanho, separando-os também de frutos com danos ocasionados pela colheita. Posteriormente, realizou-se a etapa de sanitização com solução de cloro ativo (100 ppm).

**Figura 6** - Pomar de mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ (A) e frutos acondicionados em contentores plásticos para posterior transporte (B). IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas

#### 4.1.2 Recobrimentos

Os recobrimentos realizados consistiram na imersão dos frutos (por um período de 1 minuto) em extrato aquoso provenientes das folhas e dos frutos do nim (*Azadirachta indica* J.) em estágio de maturação verde e maduro, com diferentes concentrações, conforme segue na tabela 3:

**TABELA 3** - Descrição dos recobrimentos aplicados em frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’. IFCE - Limoeiro do Norte, 2014.

| RECOBRIMENTOS | CONCENTRAÇÕES            |
|---------------|--------------------------|
| TC            | Controle                 |
| T1            | Extrato das folhas (5%)  |
| T2            | Extrato das folhas (10%) |
| T3            | Extrato dos frutos (5%)  |
| T4            | Extrato dos frutos (10%) |

#### 4.1.3 Elaboração dos extratos vegetais

Para elaboração dos extratos vegetais aquosos obtidos das folhas e dos frutos do nim utilizou-se duas metodologias principais:

##### ✓ Extrato aquoso das folhas:

As folhas de nim foram coletadas juntamente com os pecíolos e acondicionadas em bandejas, para posterior armazenamento em estufa com circulação de ar forçado (Figura 8), à temperatura de 65 °C por um período de 48h até obtenção de secagem das folhas do nim (Figura 9). Com o auxílio de um moinho modelo tipo Willye (Star FT 50) (Figura 10), as folhas secas foram moídas para posterior obtenção do pó (Figura 11), utilizado na preparação dos extratos.

Para o preparo dos extratos das folhas do nim pesou-se 50g e 100g do pó das folhas e diluiu-se em 1 litro de água, para cada concentração (5 e 10%) (Figura 12). Misturou-se, sob agitação constante, e em seguida filtrou-se, com o auxílio de um tecido de algodão (Figura 13), a fim da obtenção apenas do extrato aquoso. Adicionou-se 1,5 mL de espalhante adesivo da marca Activate, com a finalidade de melhorar a fixação dos extratos na superfície dos frutos. Misturou-se e, em seguida, realizou-se a imersão dos frutos por 1 minuto no extrato (Figura 14).



**Figura 7** - Folhas de nim (*Azadirachta indica* J.).



**Figura 8** - Estufa com circulação de ar forçado, utilizada para secagem das folhas do nim (*Azadirachta indica* J.).



**Figura 9** - Folhas de nim (*Azadirachta indica* J.) após o processo de secagem em estufa por um período de 48 h.



**Figura 10** - Moinho utilizado para moer as folhas secas do nim (*Azadirachta indica* J.), com posterior obtenção do pó das folhas.



**Figura 11** - Pó das folhas do nim (*Azadirachta indica* J.).



**Figura 12** - Mistura do pó das folhas do nim com água para obtenção do extrato aquoso.



**Figura 13** - Processo de filtragem do extrato aquoso em funil de tecido.



**Figura 14** - Imersão dos frutos no extrato aquoso à base das folhas do nim (*Azadirachta indica* J.) por um período de 1 minuto.

✓ Extrato aquoso dos frutos

Os frutos do nim foram colhidos manualmente, em estágio de maturação “verde” e “maduro” (Figura 15), em seguida realizou-se uma seleção e sanitização dos frutos com solução de cloro ativo a 5 ppm. Em seguida, os frutos foram acondicionados em liquidificador industrial da marca FAK (Figura 16) e triturados até obtenção de uma torta.

Com o auxílio de um tecido de algodão, filtrou-se a fim da obtenção apenas do extrato aquoso. Mediu-se 50 mL e 100 mL do extrato dos frutos do nim e diluiu-se em água (Figura 17). Adicionou-se 1,5 mL de espalhante adesivo da marca Activate, com a finalidade de melhor fixação dos extratos na superfície dos frutos. Misturou-se e, em seguida, realizou-se a imersão dos frutos por 1 minuto no extrato (Figura 18).

Posteriormente, os frutos dos distintos tratamentos foram armazenados na Planta Piloto de Processamento de Frutas e Hortaliças do IFCE *Campus* de Limoeiro do Norte, com temperatura ambiente média de 30,4°C e UR de 42%, durante um período de 12 dias.



**Figura 15** - Frutos de nim (*Azadirachta indica* J.) utilizados para elaboração do extrato.



**Figura 16** - Liquidificador industrial utilizado para moer os frutos do nim (*Azadirachta indica* J.).



**Figura 17** - Mistura do filtrado à base dos frutos do nim com água, para obtenção do extrato aquoso.



**Figura 18** - Imersão dos frutos no extrato aquoso à base dos frutos do nim (*Azadirachta indica* J.) por um período de 1 minuto.

**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas

Os frutos de mamão Formosa do controle foram imersos em água contendo espalhante adesivo por 1 minuto e em seguida, deixados secar a temperatura ambiente, acondicionados nas bandejas para posterior armazenamento.

## 4.2 Experimento II

### 4.2.1 Obtenção das amostras

Os frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ utilizados neste experimento foram adquiridos de Empresa localizada no Mossoró - RN, apresentando-se em estágio de maturação fisiológica com 15% da casca amarela. Eles foram acondicionados em contentores plásticos e transportados para Planta Piloto de Frutas e Hortaliças do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE *Campus* Limoeiro do Norte, onde foram selecionados de acordo com o padrão de coloração da casca e tamanho. Os frutos já foram adquiridos sanitizados e em condições de comercialização.

### 4.2.2 Recobrimentos

Os recobrimentos realizados consistiram na imersão dos frutos (por um período de 1 minuto) em extrato aquoso provenientes das folhas e dos frutos do nim (*Azadirachta indica* J.) na concentração de 5%, produto comercial (Nimax<sup>®</sup>) e fungicida Imazalil (Magnate<sup>®</sup> 500 CE), que foi aplicado na empresa após a etapa de sanitização dos frutos. Os recobrimentos estão descritos conforme segue na tabela 4:

**TABELA 4** - Descrição dos recobrimentos aplicados em frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’. IFCE - Limoeiro do Norte, 2014.

| RECOBRIMENTOS | CONCENTRAÇÕES                                    |
|---------------|--------------------------------------------------|
| TC            | Controle                                         |
| T1            | Extrato das folhas (5%)                          |
| T2            | Extrato dos frutos (5%)                          |
| T3            | Fungicida Imazalil (Magnate <sup>®</sup> 500 CE) |
| T4            | Produto comercial (Nimax <sup>®</sup> )          |

### 4.2.3 Elaboração dos extratos vegetais

Para elaboração dos extratos aquosos obtidos das folhas e dos frutos do nim utilizou-se duas metodologias principais:

✓ Extrato aquoso das folhas:

As folhas de nim foram coletadas juntamente com os pecíolos e acondicionadas em bandejas, para posterior armazenamento em estufa com circulação de ar forçado, à temperatura de 65 °C por um período de 48h até obtenção de secagem das folhas do nim.

Com o auxílio de um moinho modelo tipo Willye (Star FT 50) as folhas secas foram moídas para posterior obtenção do pó (Figura 19B), utilizado na preparação dos extratos.

Para o preparo dos extratos das folhas do nim pesou-se 50 g do pó das folhas e diluiu-se em 1 litro de água. Misturou-se, sob agitação constante, em seguida filtrou-se, com o auxílio de um tecido de algodão, a fim da obtenção apenas do extrato aquoso. Adicionou-se 1,5 mL de espalhante adesivo da marca Activate, com a finalidade de melhorar a fixação dos extratos na superfície dos frutos.

Misturou-se e em seguida, realizou-se a imersão dos frutos por 1 minuto no extrato vegetal.

**Figura 19** – (A) Folhas secas do nim (*Azadirachta indica* J.), (B) Folhas do nim (*Azadirachta indica* J.) em pó, após o processo de moagem. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas

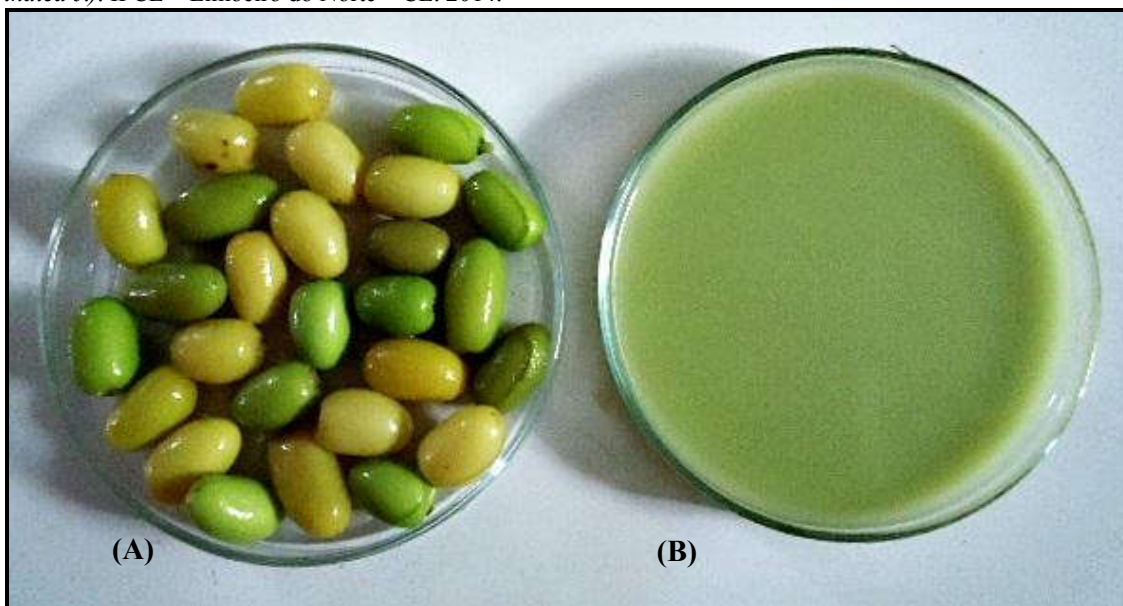
✓ Extrato aquoso dos frutos:

Os frutos do nim foram colhidos manualmente, em estágio de maturação “verde” e “maduro”, em seguida realizou-se uma seleção e sanitização dos frutos com solução de cloro ativo a 5 ppm.

Posteriormente, os frutos foram acondicionados em liquidificador industrial da marca FAK e triturados até obtenção de uma torta.

Com o auxílio de um tecido de algodão, filtrou-se a fim da obtenção apenas do extrato aquoso (Figura 20B). Mediu-se 50 mL do extrato dos frutos do nim e diluiu-se em água. Adicionou-se 1,5 mL de espalhante adesivo da marca Activate, com a finalidade de melhor fixação dos extratos na superfície dos frutos. Misturou-se e em seguida, realizou-se a imersão dos frutos por 1 minuto no extrato vegetal.

**Figura 20** – (A) Frutos do nim (*Azadirachta indica* J.), (B) Extrato aquoso dos frutos do nim (*Azadirachta indica* J.). IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.

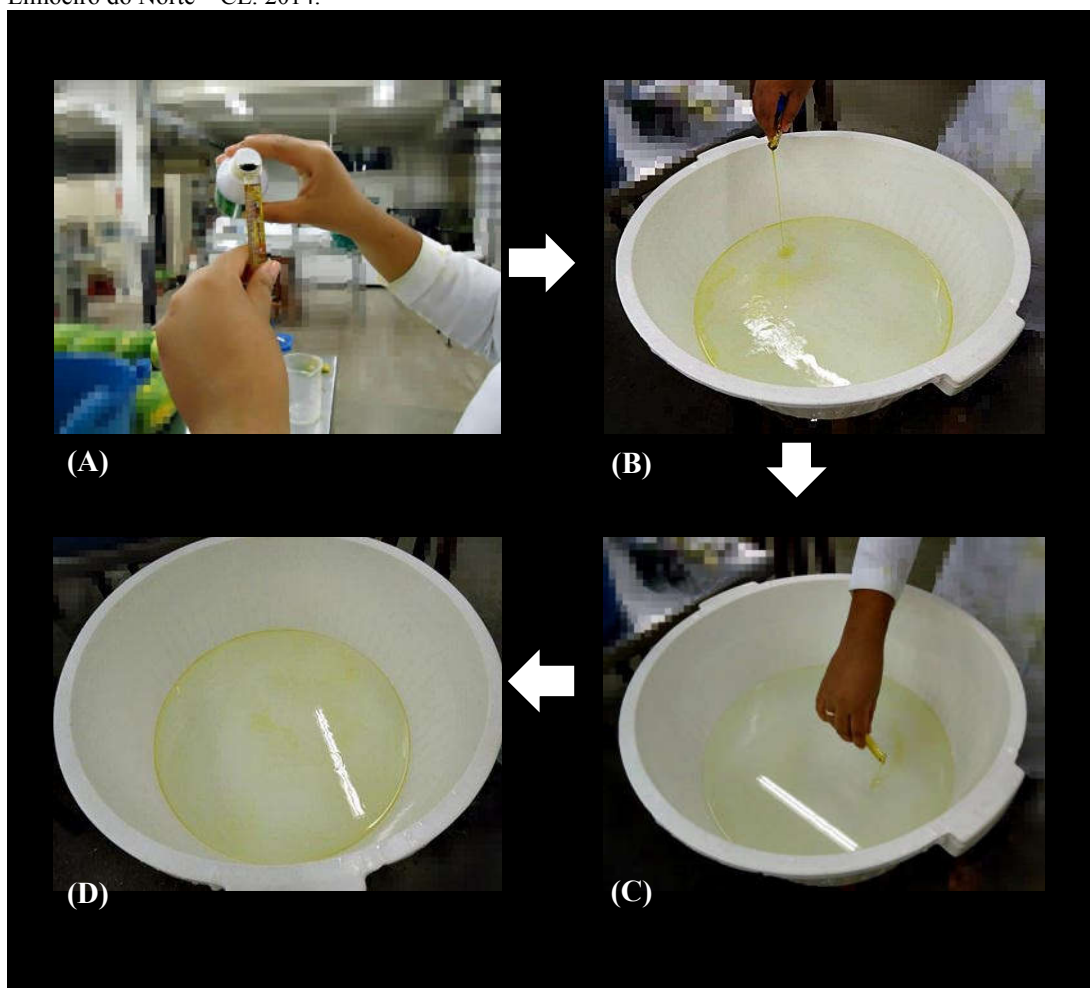


**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas

✓ Produto comercial (Nimax<sup>®</sup>):

Para elaboração da solução aquosa a base do produto comercial a base do nim - Nimax<sup>®</sup>, mediu-se 1 L de água e em seguida adicionou-se a 10 mL do produto comercial. Adicionou-se 1,5 mL de espalhante adesivo da marca Activate, com a finalidade de melhor fixação dos extratos na superfície dos frutos (Figura 21). Misturou-se e em seguida, realizou-se a imersão dos frutos por 1 minuto no extrato vegetal.

**Figura 21** – Preparo da solução aquosa a base do Nimax<sup>®</sup> comercial. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014. (A) Medição do produto comercial (Nimax<sup>®</sup>); (B e C) Distribuição na água; (D) Solução aquosa do Nimax<sup>®</sup>. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas

Os frutos de mamão Formosa do controle foram imersos em água contendo espalhante adesivo por 1 minuto. Posteriormente, os frutos foram armazenados na Planta Piloto de Processamento de Frutas e Hortaliças do IFCE *Campus* de Limoeiro do Norte, com temperatura ambiente média de 28 °C e UR de 55%, durante um período de 12 dias.

### 4.3 Características avaliadas

A cada tempo de armazenamento foram avaliadas as seguintes características:

#### 4.3.1 Perda de massa

Determinada com o auxílio de uma balança semi-analítica considerando-se a diferença entre a massa inicial do fruto e a pesagem obtida a cada tempo de armazenamento, calculada em percentagem conforme a fórmula abaixo:

Na qual:

$$PM (\%) = \left[ \frac{P_i - P_j}{P_i} \right] \times 100$$

PM = perda de massa (%);

P<sub>i</sub> = peso inicial do fruto (g);

P<sub>j</sub> = peso do fruto no período subsequente a P<sub>i</sub> (g).

#### 4.3.2 Aparência externa e interna

Avaliada subjetivamente em intervalos regulares, utilizando-se uma escala visual e subjetiva variando de 5 a 1, considerando-se a intensidade de depressões, murcha, ataque fúngico e manchas escuras na superfície do fruto, na qual:

5: representa ausência de depressões, murcha ou ataque de micro-organismos;

4: traços de depressões e/ou murcha ou ataque de micro-organismos;

3: leve depressões e/ou murcha ou ataque de micro-organismos;

2: depressões e/ou murcha com média intensidade e leve ataque de micro-organismos;

1: depressões e murcha com intensidade severa e ataque de micro-organismos, sendo considerado impróprio para a comercialização os frutos que obtiverem nota igual ou menor que 3 (LIMA et al., 2004, com modificações).

#### 4.3.3 Cor da casca

Determinada através de escala de notas atribuídas para os estádios de maturação dos frutos, conforme a imagem abaixo:

**Figura 22** – Estádios de maturação de mamão para exportação.



**Fonte:** Frutiséries (2000).

Na qual:

Estádio 1: Primeiros sinais amarelos que não cobrem mais de 15% da superfície da casca. O restante da casca do fruto apresenta-se com coloração verde claro;

Estádio 2: Frutos com 25% da casca amarela e o restante, com coloração verde claro;

Estádio 3: Frutos com até 50% da superfície da casca amarela, envolvida pela coloração verde claro;

Estádio 4: Frutos com 50% a 75% da superfície da casca amarela, com áreas próximas em verde-claro;

Estádio 5: Frutos com 76% a 100% da superfície da casca amarela. Somente a extremidade do pedúnculo é verde a partir da área da inserção.

#### 4.3.4 Firmeza da polpa

Determinada com o auxílio de penetrômetro manual tipo McCormick modelo FT 327, com valor máximo de leitura 29 lb/pol<sup>2</sup> com ponteira de 8 mm de diâmetro, com resultados obtidos em libra e transformados em Newton (N) através da multiplicação pelo fator 4,448.

#### 4.3.5 Teor de sólidos solúveis

Determinado por leitura com o auxílio de refratômetro Abbé, tomando três gotas do filtrado após homogeneização dos frutos em multiprocessador doméstico e registrado com precisão de 0,1 a 25 °C conforme AOAC (1992) e os resultados expressos em °Brix.

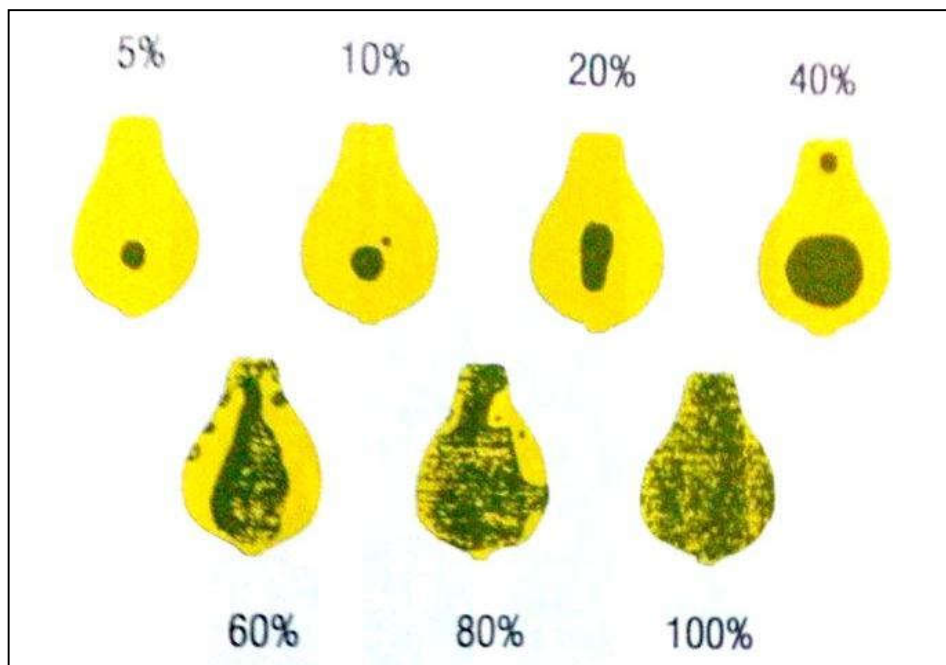
#### 4.3.6 Teor de acidez titulável e potencial hidrogeniônico (pH)

Determinou-se a acidez titulável (AT) através da titulação de uma alíquota da amostra (2,0 g) adicionada de 50 mL de água destilada e 3 gotas do indicador fenolftaleína, utilizando-se NaOH à 0,1 N, previamente padronizado. Os resultados foram expressos em (%) de ácido málico (IAL, 2008). Determinou-se o potencial hidrogeniônico (pH) diretamente no suco utilizando-se um potenciômetro digital modelo (HI 9321 da Hanna Instruments) calibrado com soluções tampão de pH 4, 0 e 7,0.

#### 4.3.7 Porcentagem de fungos

Realizada através de análise visual, a cada tempo de armazenamento, conforme classificação de percentual de fungos adotada por Azevedo (1998) com algumas adaptações.

**Figura 23** – Classificação da porcentagem de fungos.



**Fonte:** Azevedo (1998).

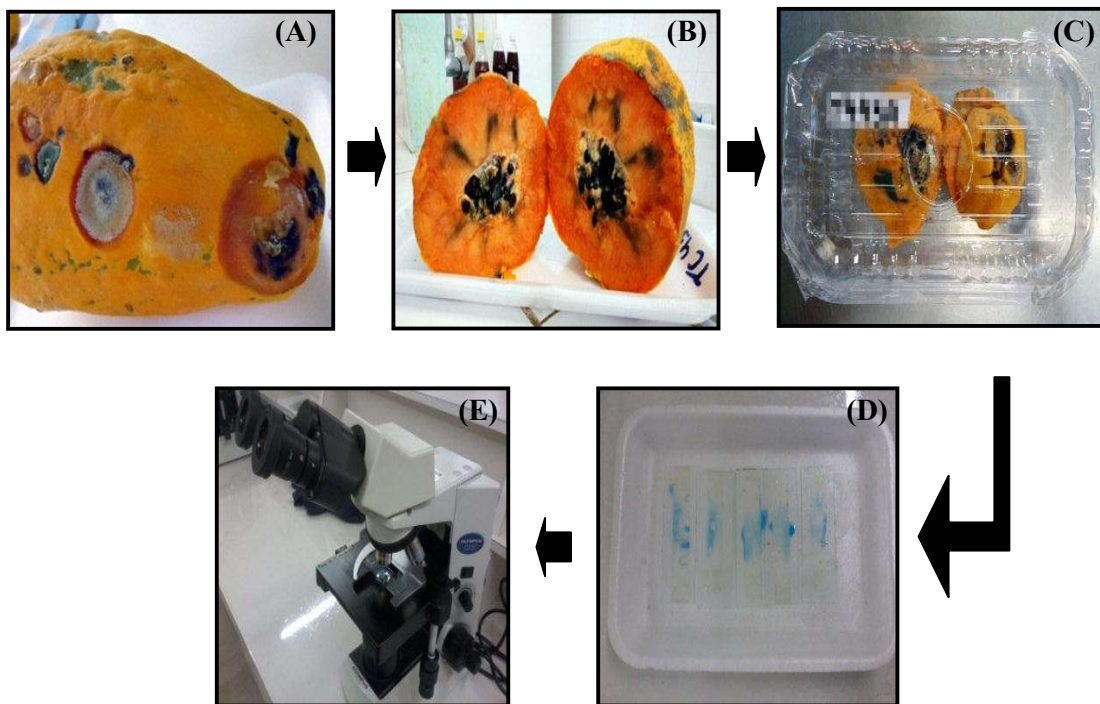
#### 4.3.8 Identificação de espécies de fungos

Para a realização da análise, foram separados os frutos que apresentaram desenvolvimento de patógenos e coletada a área infectada. Em seguida, as amostras foram identificadas, acondicionadas em recipientes plásticos e em condições adequadas, foram transferidas para o laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido

(UFERSA) para identificação das espécies de fungos através das características morfológicas das estruturas reprodutivas.

A realização do referido processo deu-se da seguinte forma: colocou-se uma gota de azul de metileno em lâminas para microscópico em seguida, transferiu-se a amostra para a lâmina, com auxílio de durex. Posteriormente as amostras foram acondicionadas em microscópio para realização da identificação das espécies de fungos, conforme a figura 24:

**Figura 24** – Etapas para identificação de espécies de fungos em amostras de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’. (A) – Amostra de mamão infectada; (B) – Coleta da área infectada; (C) Acondicionamento das amostras em recipientes plástico; (D) Lâminas de microscópico com indicativo azul de metileno e com amostra infectada; (E) Identificação de espécies de fungos em microscópio óptico. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas

#### 4.4 Delineamentos experimentais

##### 4.4.1 Experimento I

O delineamento experimental utilizado foi o DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado) em esquema fatorial de 5 x 5, no qual o primeiro fator constou dos diferentes tipos de recobrimentos (controle, extrato das folhas de nim a 5%, extrato das folhas de nim a 10%, extrato dos frutos a 5%, extrato dos frutos de nim a 10%) e o segundo fator, dos tempos de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 dias), com 3 repetições de 2 frutos por parcela, totalizando 150 frutos analisados no desenvolvimento da pesquisa. Os resultados foram avaliados por meio de comparação de médias dos tratamentos seguidos pelo desvio padrão proveniente de 3 repetições.

##### 4.4.2 Experimento II

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial de 5 x 5, no qual o primeira fator constou dos diferentes tipos de recobrimentos (controle, extrato das folhas de nim a 5%, extrato dos frutos a 5%, fungicida Imazalil e Nimax<sup>®</sup>) e o segundo fator, dos tempos de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 dias), com 3 repetições de 2 frutos por parcela, totalizando 150 frutos analisados no desenvolvimento da pesquisa. Os resultados foram avaliados por meio de comparação de médias dos tratamentos seguidos pelo desvio padrão proveniente de 3 repetições.

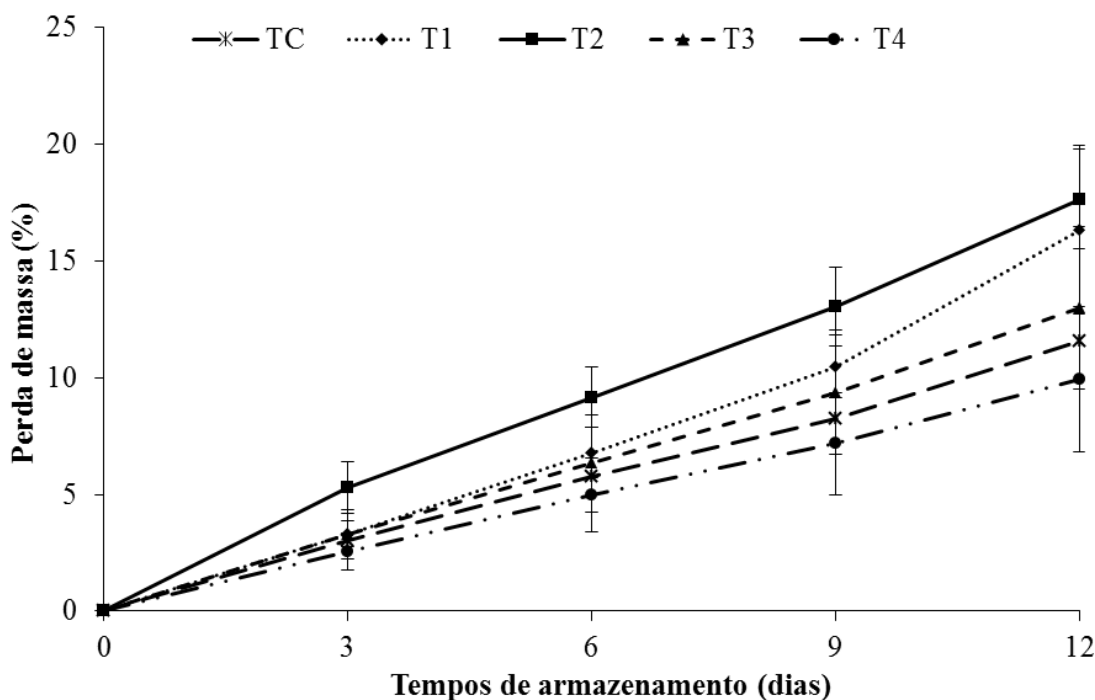
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Experimento I

#### 5.1.1 Perda de massa

Observou-se o aumento gradual da característica perda de massa durante o período de armazenamento dos frutos (Figura 25). Os frutos recobertos com os extratos das folhas do nim (5 e 10%) apresentaram os maiores valores de perda de massa no 12º dia, com 16,32 e 17,64%, respectivamente. Verificou-se que os frutos recobertos com o extrato dos frutos do nim a 10% apresentaram uma menor perda de massa durante o armazenamento, atingindo 9,94% ao final do experimento. Desse modo, possivelmente, os extratos das folhas do nim influenciaram no metabolismo fisiológico dos frutos, com consequente aumento na perda de massa.

**Figura 25** – Avaliação da perda de massa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.) armazenados a 30,4 °C e UR de 42% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato das folhas a 10%; T3: Extrato dos frutos a 5%; T4: Extrato dos frutos a 10%.



De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o valor da perda de massa de 10% é considerado o máximo aceitável para frutos e hortaliças a fim de não comprometer a aparência destes. Conforme os dados obtidos no presente experimento, os frutos recobertos

com extratos dos frutos a 10% apresentaram valor em conformidade com os autores citados, já que, ao final do experimento, apresentaram perda de massa de 9,94%.

Carnelossi et al. (2009) avaliando óleos essenciais na pós-colheita de mamões, verificaram uma maior perda de massa dos frutos tratados com óleos essenciais de *Eucalyptus citriodora* L. (eucalipto) e *Cymbopogon citratus* DC. Stapf (capim limão), quando comparados com os tratamentos utilizando *Menta arvensis* L. (menta) e *Artemisia dracunculus* L. (estragão).

Rodrigues (2012), avaliando as características físicas e químicas de bananas “Prata-anã” após a aplicação de óleos essenciais das espécies cravo (*Eugenia caryophyllus* (L.) Merrill & Perry), árvore-do-chá (*Melaleuca alternifolia* L.), tomilho (*Thymus vulgaris* L.) e gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), verificou que o óleo de tomilho mostrou-se mais eficiente em evitar a perda de massa fresca dos frutos. De acordo com experimento realizado por Cruz (2006), ao aplicar óleos essenciais de *Citrus*, *Cymbopogon citratus* e de *Eucalyptus citriodora*, em manga da variedade Tommy Atkins, constatou uma diminuição na perda de massa fresca dos frutos.

A característica perda de massa dos frutos pode ser atribuída a algumas reações metabólicas durante o amadurecimento, como o processo de respiração e a transpiração do produto, que acabam reduzindo a quantidade de água presente nos tecidos vegetais (CARVALHO; LIMA, 2008). Quando revestidas adequadamente, as frutas têm reduzida perda de umidade; no entanto, se o revestimento estiver muito espesso, poderá ocorrer redução drástica nos teores de oxigênio e aumento nos teores de gás carbônico, podendo levar à processo de respiração anaeróbica, causando alterações fisiológicas, acarretadas pela destruição de tecido vegetal (CRUZ et al., 2012).

Segundo Silva et al. (2006) a perda de massa torna-se superior quando as frutas são armazenadas em altas temperaturas e (ou) baixa umidade relativa. Assim, a água se encontra em maiores proporções em frutos verdes, mas à medida que amadurecem, os níveis de água reduzem conforme aumenta a transpiração (LUCENA et al., 2004).

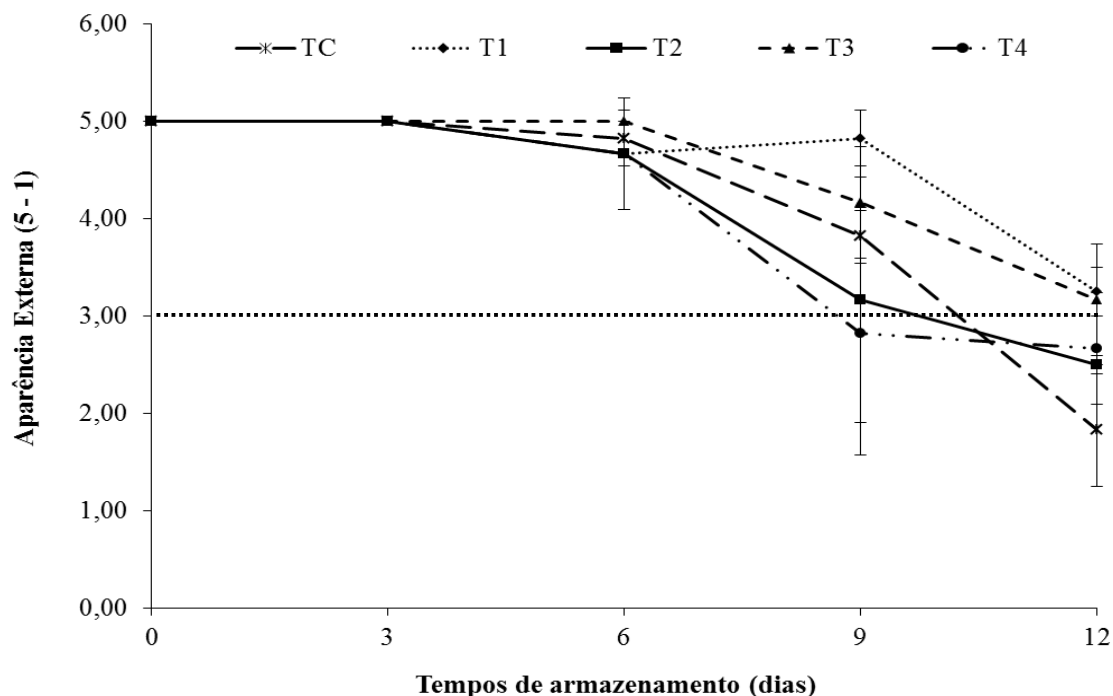
A perda de massa é acentuada quanto maior o grau de amadurecimento da fruta (SILVA, 2006) e a intensidade desta, pelo processo transpiratório, pode apresentar importância substancial durante a comercialização da fruta (RISTOW et al., 2013).

### 5.1.2 Aparência externa

Verificou-se perda da qualidade externa ao longo do período de armazenamento, com notas médias ao final do experimento para os tratamentos TC, T1, T2, T3 e T4 de 1,83; 3,25; 2,50; 3,17 e 2,67, respectivamente. Os frutos recobertos com extratos das folhas e frutos do nim na concentração a 5% apresentaram os melhores valores para qualidade externa durante o período de armazenamento, com notas finais de 3,25 e 3,17, respectivamente.

Conforme a escala utilizada para avaliar esta característica, os frutos que apresentaram notas iguais ou inferiores a 3 foram considerados impróprio para comercialização. Observou-se que os frutos recobertos com extrato dos frutos a 10% apresentaram-se inadequados à comercialização a partir do 9º dia, com nota 2,83, e os frutos controle apresentaram valor final de 1,83, com redução considerável da aparência externa a partir do 9º dia de armazenamento, provavelmente devido às diversas reações metabólicas que ocorrem durante o amadurecimento desses frutos, resultando no aparecimento de manchas de senescências, murchamento e ataque de fungos.

**Figura 26** – Avaliação da aparência externa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE, 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato das folhas a 10%; T3: Extrato dos frutos a 5%; T4: Extrato dos frutos a 10%.



Martins et al. (2005), avaliando a aplicação do tratamento hidrotérmico e utilização de extratos de erva-doce em mamão Golden, verificaram que os frutos submetidos

ao tratamento hidrotérmico mantiveram a aparência aceitável para o consumo por 8 dias de armazenamento e os demais tratamentos com aplicação do extrato vegetal a aparência foi mantida apenas por 6 dias, com sinais de enrugamento e perda de brilho na casca dos frutos. Sendo que, todos os frutos foram mantidos em sala fechada, com condicionador de ar, a 25 °C e umidade relativa de 85 a 90%.

Lima et al. (2012) avaliando a conservação pós-colheita de manga ‘Tommy Atkins’ sob recobrimentos bio-orgânicos, verificaram que a aparência externa dos frutos foi comprometida pela aplicação direta do extrato de erva-doce utilizado, que obteve nota abaixo do limite de aceitação, com 12 dias de armazenamento em estufa BOD a  $10\pm5$  °C e  $88\pm2\%$  de UR, além de apresentarem uma maior incidência de murchamento, perda de firmeza e enrugamento, comprometendo a aparência dos frutos e comercialização.

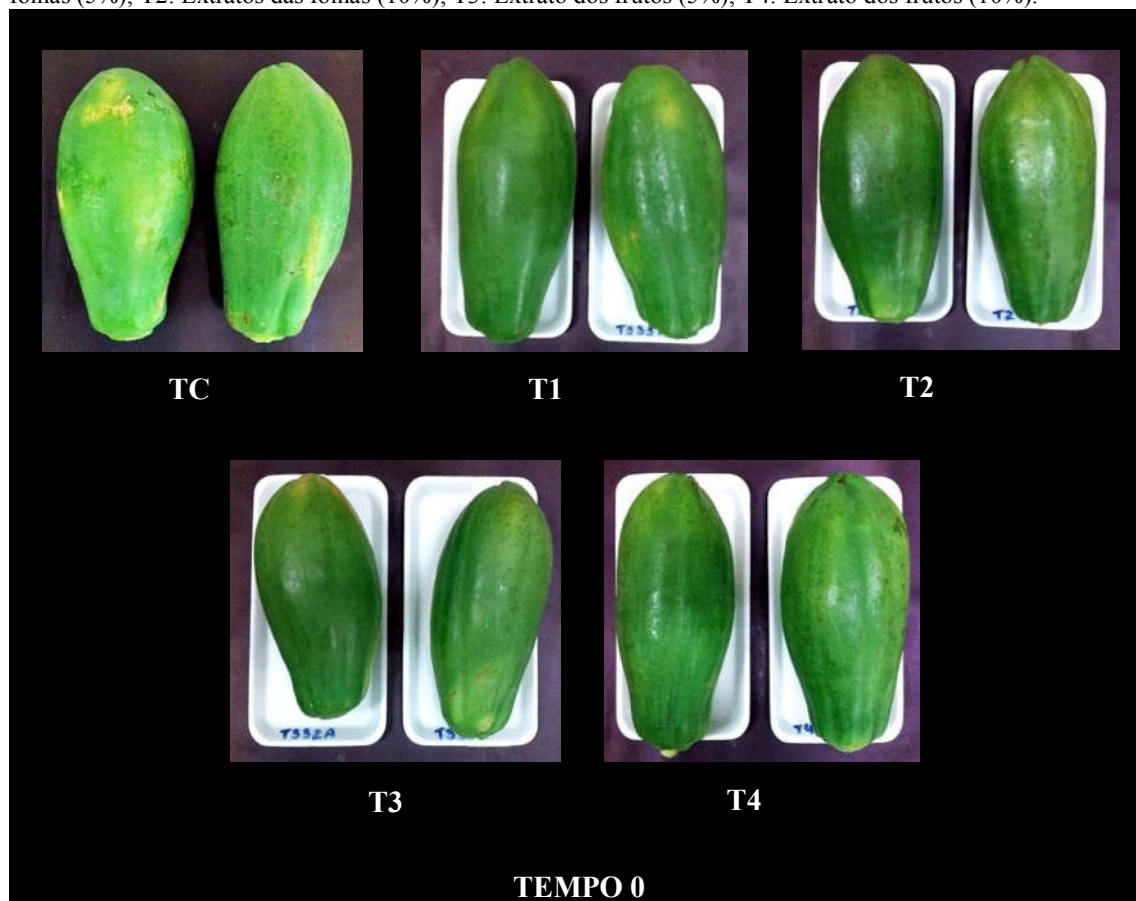
A aparência externa é considerada um dos atributos de qualidade de maior importância sob o ponto de vista da comercialização de frutas (CHITARRA; CHITARRA, 2005) e é avaliada por diferentes atributos, tais como: grau de frescor, tamanho, forma, cor, maturidade e ausência de defeitos. Cordeiro e Matos (2000) afirmam que as manchas causam sérios prejuízos aos produtores, embora a qualidade da polpa em alguns casos não seja afetada, pois o aspecto visual é o que mais interfere no processo de comercialização dos frutos.

Segundo Oliveira (2010) a qualidade pós-colheita de frutos está relacionada com a minimização da deterioração, manutenção da firmeza, cor e aparência, visando mantê-los atraentes ao consumidor por um período de tempo mais longo, desde que se utilizem técnicas de armazenamento que reduzam as taxas respiratórias e retardem, portanto, o amadurecimento, como a redução da temperatura e a modificação da atmosfera ambiente, imediatamente após a colheita.

Desse modo, a utilização de recobrimentos ou extratos vegetais na superfície dos frutos pode promover um aspecto de brilho, por possuir, em alguns casos, a presença de óleos essenciais, como também formar uma barreira protetora ao ataque de micro-organismos. De acordo com Oliveira (2013) os compostos orgânicos naturais, como os extratos vegetais e óleos essenciais, extraídos de plantas, constituem uma alternativa viável e desejável para propriedades fungitóxicas, pois atacam diretamente alguns patógenos. Estes, quando encontram-se presentes nas frutas, acabam comprometendo sua qualidade e posterior comercialização.

Nas figuras 27 e 28 encontram-se imagens dos frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais, utilizados no presente experimento:

**Figura 27** - Frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais a base das folhas e dos frutos do nim (*Azadirachita indica* J.) no início do armazenamento (tempo 0). TC: Controle; T1: Extrato das folhas (5%); T2: Extratos das folhas (10%); T3: Extrato dos frutos (5%); T4: Extrato dos frutos (10%).



Fonte: Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

Conforme verificou-se na figura 27, os frutos com aplicação dos extratos vegetais apresentaram, inicialmente, um aspecto bastante atrativo devido à intensidade do brilho formada na superfície dos frutos, principalmente nas concentrações de 10% dos extratos das folhas e dos frutos do nim, quando comparados com os frutos controle.

A aparência externa é um fator fundamental em frutos destinados ao mercado in natura, por ser fator de atratividade e exercer influência direta sobre a escolha do consumidor, que tem preferência por cultivares que tem casca de coloração intensa (JERÔNIMO et al., 2007).

**Figura 28-** Frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais a base das folhas e dos frutos do Nim (*Azadirachita indica* J.) no 12º dia de armazenamento. TC: Controle; T1: Extrato das folhas (5%); T2: Extratos das folhas (10%); T3: Extrato dos frutos (5%); T4: Extrato dos frutos (10%).



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

Conforme a figura apresentada observou-se que no 12º dia de armazenamento os frutos de mamão apresentaram redução na qualidade externa, devido principalmente ao desenvolvimento de micro-organismos na superfície dos frutos, como também ao aspecto de murcha e depressões. No entanto, os frutos recobertos com extratos vegetais nas concentrações de 5% mantiveram-se aptos a comercialização.

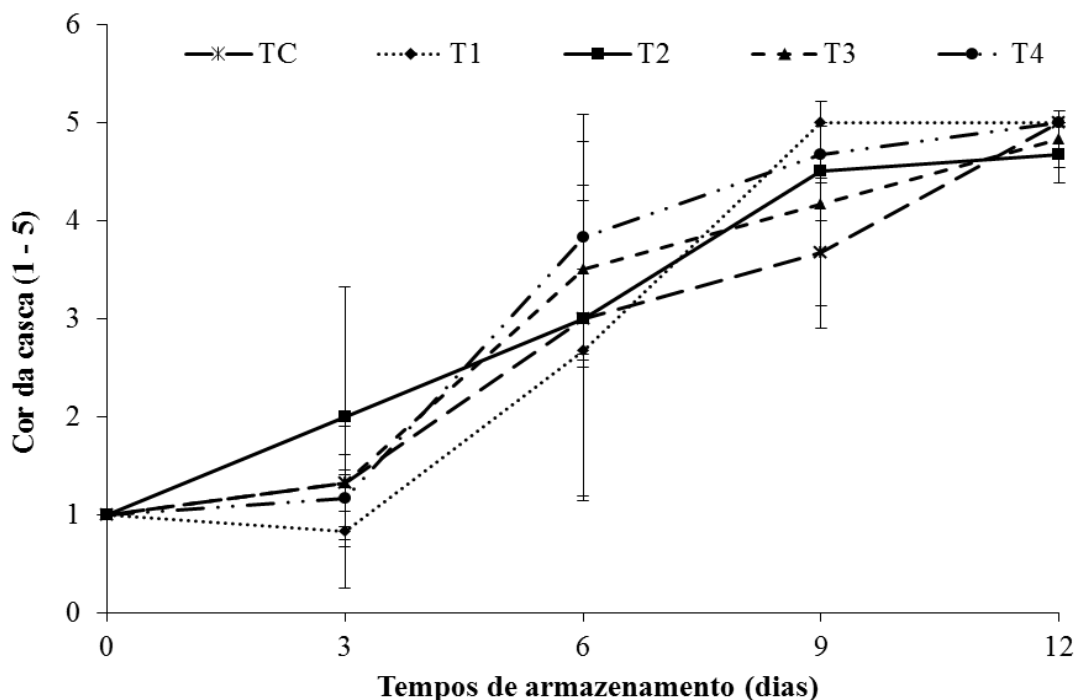
O manuseio do fruto desde a colheita até chegar às mãos do consumidor final faz com que a aparência externa varie bastante. Portanto, fatores como formas de colheita, transporte e embalagem, podem influenciar significativamente na aparência do fruto (XAVIER et al., 2009), já que, a avaliação da aparência externa é extremamente útil para estimar o tempo de comercialização, pois o produto deve chegar aos grandes centros consumidores com qualidade visual aceitável para o consumo e comercialização (FERNANDES et al., 2010).

### 5.1.3 Cor da casca

Verificou-se mudanças na coloração da casca dos frutos durante o período de armazenamento (Figura 29), com valor médio inicial 1,0 e ao final do armazenamento apresentaram-se valores médios de 5,0; 5,0; 4,67; 4,83 e 5,0 para os frutos do controle, T1, T2, T3 e T4, respectivamente, que correspondem a coloração verde com primeiros sinais amarelos (15%), no tempo inicial, e ao final do experimento todos os frutos apresentaram coloração da casca amarela (76 a 100%).

Desse modo, a utilização dos extratos vegetais não apresentou efeito quanto a manutenção da coloração verde dos frutos quando comparados aos frutos do controle. Pode-se destacar que até o 6º dia de armazenamento os frutos apresentaram 50% da superfície da casca com coloração verde, com nota 3,2. No entanto, a partir do 6º dia de armazenamento observou-se a predominância da cor amarela na superfície dos frutos.

**Figura 29** – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato das folhas a 10%; T3: Extrato dos frutos a 5%; T4: Extrato dos frutos a 10%.



Martins et al. (2005) avaliando a eficiência de extratos de erva-doce na pós-colheita de mamão Golden, verificaram que a mudança na cor dos frutos foi considerada um fator que afetou a aparência externa. Já que, os tratamentos submetidos à aplicação do extrato vegetal apresentaram redução da aparência, devido ao desenvolvimento de sintomas de injúria

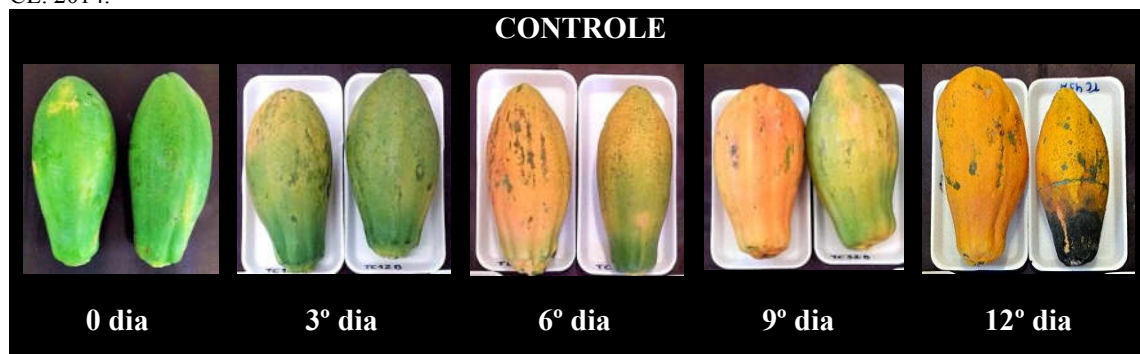
ou fitotoxicidade nos frutos, caracterizados por manchas superficiais e irregulares de coloração marrom escuro na casca.

Portanto, deve-se ter cautela no uso de extratos vegetais em mamão, visto que concentrações elevadas podem causar alterações fisiológicas nos frutos. Ribeiro (2002) comenta que frutos que apresentam mais de 50% da casca com coloração amarela estão ótimos para comercialização. No presente experimento, a partir do 6º dia de armazenamento os frutos já apresentavam mais de 50% da casca amarela e no 12º dia de armazenamento já apresentavam-se com 75% a 100% da superfície dos frutos amarelas, aproximando-se do estágio avançado de maturação, com pigmentos escuros e marrons na superfície dos frutos, característicos do aparecimento de fungos e depressões na casca.

O desverdecimento de frutos e de outros tecidos vegetais é decorrente principalmente da quebra da estrutura da molécula de clorofila, mediada pelo aumento da atividade da clorofilase, e em seguida, das enzimas Mg-dequelatase e feoforbídeo oxidase (MATILE et al., 1996 *apud* GOIS, 2009). O etileno é indispensável para a degradação da clorofila, pois induz o aumento da atividade da clorofilase (ZHANG; PAULL, 1990 *apud* GOIS, 2009). Segundo os pesquisadores citados, existe uma estreita relação entre aumento da produção de etileno, taxa respiratória, atividade da clorofilase, degradação da clorofila e desverdecimento do mamão.

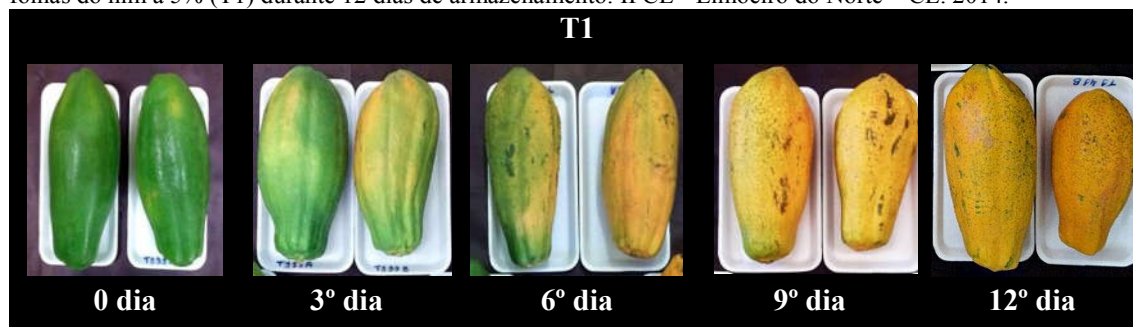
Verificou-se que a utilização de extratos vegetais à base de nim não foi eficiente para manter a coloração por um maior período, provavelmente não apresentando efeito sob a produção de etileno durante o processo de amadurecimento dos frutos, e conseqüentemente houve aceleração no processo de amadurecimento destes. Nas figuras 30, 31, 32, 33 e 34 encontram-se imagens dos frutos durante o período de armazenamento:

**Figura 30** – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ correspondente aos frutos controle (sem aplicação dos extratos vegetais) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

**Figura 31** – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato das folhas do nim à 5% (T1) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



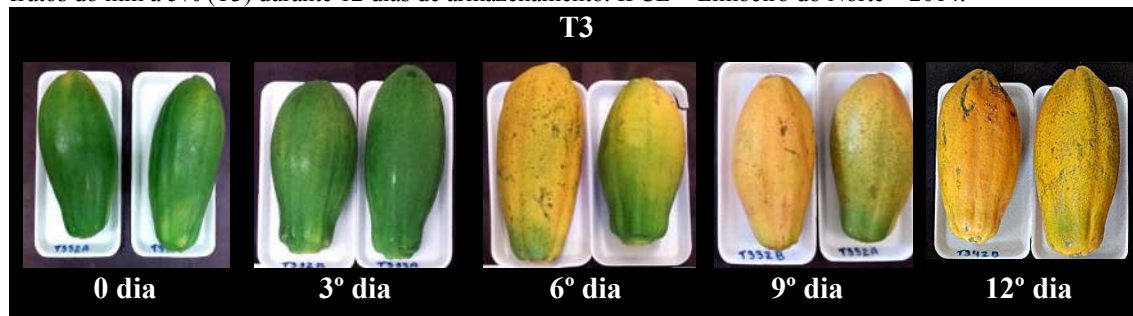
**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

**Figura 32** – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato das folhas do nim à 10% (T2) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



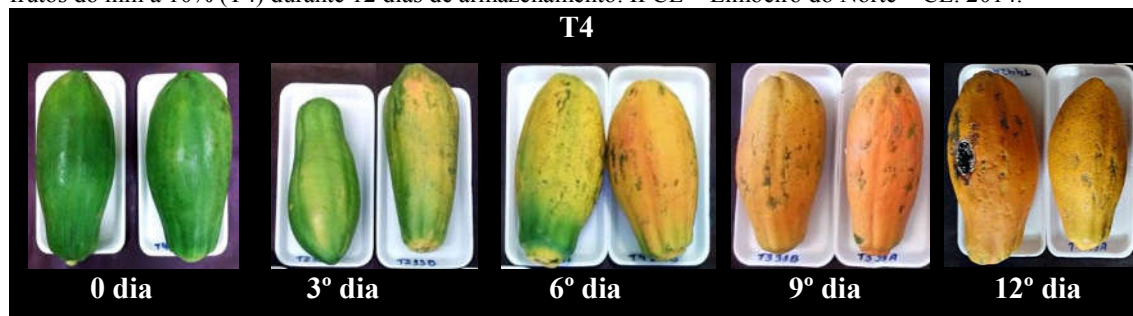
**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

**Figura 33** – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato dos frutos do nim à 5% (T3) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

**Figura 34** – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato dos frutos do nim à 10% (T4) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



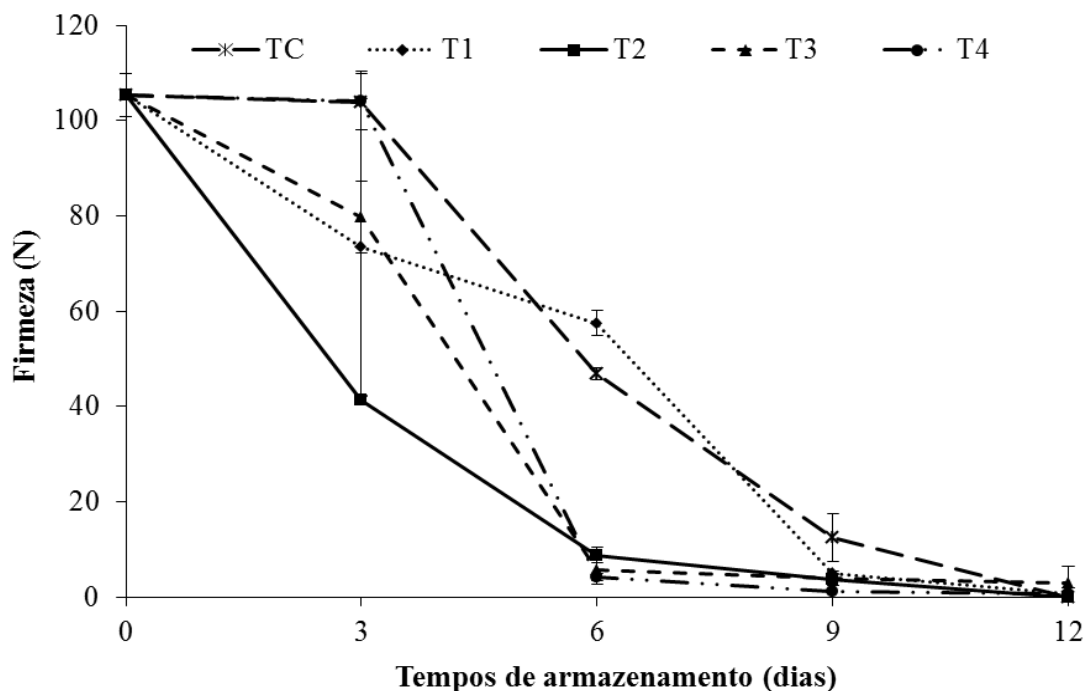
**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

#### 5.1.4 Firmeza da polpa

Verificou-se que inicialmente os frutos apresentaram valor de firmeza da polpa de 105,37 N (Figura 35), mas durante o período de armazenamento observou-se uma redução na firmeza dos frutos, principalmente, a partir do 3º dia de armazenamento, com diminuição considerável para os frutos do T2 (extrato das folhas do nim a 10%), que atingiu o menor valor de firmeza da polpa (41,7 N) neste período.

Durante o armazenamento, os frutos controle apresentaram-se mais firmes, provavelmente devido à utilização dos extratos vegetais à base de nim e estes influenciarem nos tecidos vegetais dos frutos e ocasionarem o amadurecimento e posterior amolecimento da polpa. Porém, ao final do experimento, verificou-se que os frutos do T3 (Extrato dos frutos a 5%) apresentaram firmeza da polpa de 2,9 N, sendo superior aos demais tratamentos, já que estes apresentaram polpa com aspecto bastante amolecido, com valores variando entre 0,74 N e 0,0 N.

**Figura 35** – Avaliação da firmeza da polpa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato das folhas a 10%; T3: Extrato dos frutos a 5%; T4: Extrato dos frutos a 10%.



De acordo com pesquisa realizada por Lima et al. (2012), avaliando a conservação pós-colheita de manga ‘Tommy Atkins’ orgânica sob recobrimentos bio-orgânicos, os autores observaram que a firmeza da polpa das mangas com recobrimento de extratos de erva doce

(1,5%) apresentaram firmeza mais baixa, independentemente da colheita com e sem boas práticas agrícolas.

Já as frutas recobertas com extrato de erva doce (1,5%) e fécula de mandioca (3,0%) resultou em frutas mais firmes até o 12º dia de armazenamento para mangas colhidas com boas práticas de agrícolas e até o 6º dia para as mangas colhidas sem boas práticas agrícolas. Feygenberg et al. (2005), Scanavaca Jr., Fonseca e Pereira (2007) destacaram a manutenção da firmeza também de mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Supresa’ recobertas com recobrimentos orgânicos.

Rodrigues (2012), avaliando métodos de aplicação de óleos essenciais no controle da antracnose em frutos da bananeira “Prata-anã”, verificou que para a característica firmeza da polpa não ocorreu nenhuma diferença estatística quanto aos óleos essenciais aplicados de espécies de cravo (*Eugenia caryophyllus* (L.) Merrill & Perry), árvore-do-chá (*Melaleuca alternifolia* L.), tomilho (*Thymus vulgaris* L.) e gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe).

Oliveira (2013), avaliando a associação de óleos essenciais a películas de fécula de mandioca, verificou que esta metodologia retardou o amadurecimento de frutos de mamão, cuja firmeza da polpa foi diminuindo significativamente de forma mais lenta do que a dos frutos não tratados com utilização dos óleos essenciais de canela, capim limão, cravo-da-índia, palmarosa e tomilho.

A perda de firmeza dos frutos geralmente é atribuída à degradação da parede celular através do aumento da atividade de enzimas pécticas (PRESSEY; AVANTS, 1982 *apud* MARTINS et al., 2005). Segundo Chitarra e Chitarra (2005) a firmeza dos frutos está estritamente relacionada com a solubilização de algumas substâncias pécticas que, durante a maturação, converte de pectina insolúvel em pectina solúvel, ocasionando o amolecimento e diminuindo, assim, a resistência dos frutos.

Oliveira (2010) afirma que a firmeza está associada à composição da parede celular, que é constituída por celulose, hemicelulose, pectinas, proteínas estruturais e lignina. Com a evolução do amadurecimento ocorre a degradação da pectina, que ocasiona a perda de coesão entre as células e, assim, o fruto perde a firmeza dos tecidos.

Martins et al. (2005) verificaram perdas de firmeza de mamões ‘Golden’ durante o armazenamento, aos quais tanto foram aplicados extratos de erva doce, como foi feita a utilização de um tratamento hidrotérmico, tendo como consequência a diminuição da aceitação pelos provadores.

Seguem nas figuras 36, 37, 38, 39 e 40 imagens representativas das amostras de mamões analisados, referente aos frutos no início e final do experimento:

**Figura 36** – Aspecto da polpa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ do controle (sem aplicação dos extratos vegetais) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

Verificou-se que os frutos do controle apresentaram comportamento diferenciado quanto aos demais tratamentos, já que estes apresentaram valores de firmeza da polpa superior aos demais tratamentos, ocorrendo uma diminuição drástica ao final do experimento. Desse modo, a utilização dos extratos vegetais a base do nim não apresentaram diferenças quando comparados com os frutos do controle, com exceção do T3.

Muitos autores citam como um método bastante eficiente à utilização de algum outro composto associado aos extratos vegetais a fim de manter a firmeza dos frutos por um maior período de tempo, como é o caso da fécula de mandioca, citada por Oliveira (2013), que associada a óleos essenciais retardou a diminuição da firmeza da polpa de mamões.

**Figura 37** – Aspecto da polpa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato das folhas do nim à concentração de 5% (T1) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

Os frutos do T1 apresentaram valor final de firmeza da polpa de 0,72 N, indicativo de uma textura bastante amolecida da polpa. Ferreira et al. (2011) citam que o híbrido ‘Tainung 01’, do grupo Formosa, é um dos genótipos amplamente explorado no Brasil.

Além disso, pode-se verificar que esse mamão apresenta uma grande facilidade em perder as características que são consideradas de grande importância comercial, como a perda de massa, a firmeza do fruto e da polpa e aparência externa. Trabalhos com esse genótipo estão sendo realizados com o intuito de melhorar tais características, fazendo com que aumente a sua vida útil pós-colheita e os frutos atendam às exigências do consumidor (SILVA, 2014).

**Figura 38** – Aspecto da polpa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato das folhas do nim à concentração de 10% (T2) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

Borges et al. (2013) avaliando a conservação de morangos utilizando revestimentos a base de goma xantana e óleo essencial de sálvia verificaram que até o 5º dia de armazenamento não houve diferença significativa entre os tratamentos e nem nas características iniciais dos frutos; entretanto, no 9º e 12º dia, houve redução da firmeza da polpa no tratamento controle e no tratamento adicionado de óleo de sálvia, provavelmente, devido à maior perda de massa e ao maior crescimento fúngico observados nestes tratamentos.

Apesar de serem culturas diferentes, resultados semelhantes foram observados no presente trabalho para os frutos T2, já que estes apresentaram um dos menores valores de firmeza (0,0 N), provavelmente devido à maior perda de massa dos frutos durante o período de armazenamento. No mamão, como na maioria dos frutos, o amadurecimento é marcado por modificações texturais, associadas ao metabolismo de carboidratos da parede celular, que culminam com a redução na firmeza da polpa do fruto (PINTO et al., 2011).

**Figura 39** – Aspecto da polpa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato dos frutos do Nim à concentração de 5% (T3) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

Os frutos do tratamento T3 apresentaram um diferencial quanto à firmeza da polpa devido à sua diminuição a partir do 3º dia de armazenamento e por apresentarem maior valor ao final do experimento (2,96 N), quando comparado com os demais tratamentos. Assim, provavelmente as sementes de nim utilizadas para elaboração dos extratos apresentaram uma maior eficácia na manutenção da firmeza da polpa dos frutos, provavelmente devido à presença do óleo na semente, que pode ter causado uma proteção dos frutos quanto à redução da firmeza, como também na perda de massa dos frutos.

A perda da firmeza tanto do mamão como dos demais frutos pode ser consequência da atuação de enzimas específicas (pectinases) que atuam na degradação das substâncias pécicas que constituem a parede celular das células do fruto, podendo ser influenciada pelo aumento da perda de água. A produção de pectinases é aumentada à medida que prossegue o amadurecimento dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

**Figura 40** – Aspecto da polpa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extrato dos frutos do Nim à concentração de 10% (T4) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

Observou-se que os frutos do T4 apresentaram valores finais de 0,74 N, resultado semelhante ao observado para os frutos do T1. No entanto, os frutos deste tratamento apresentaram aspecto bem mais avançado de amadurecimento e amolecimento da polpa.

Pereira et al. (2006) verificaram em mamão ‘Tainung 01’, uma firmeza da polpa pouco inferior a 30 N após 8 dias de armazenamento dos frutos a 27 °C e 70% UR, significativamente inferior àquela verificada no dia da colheita que foi de 133 N, resultados semelhantes aos valores encontrados no presente experimento.

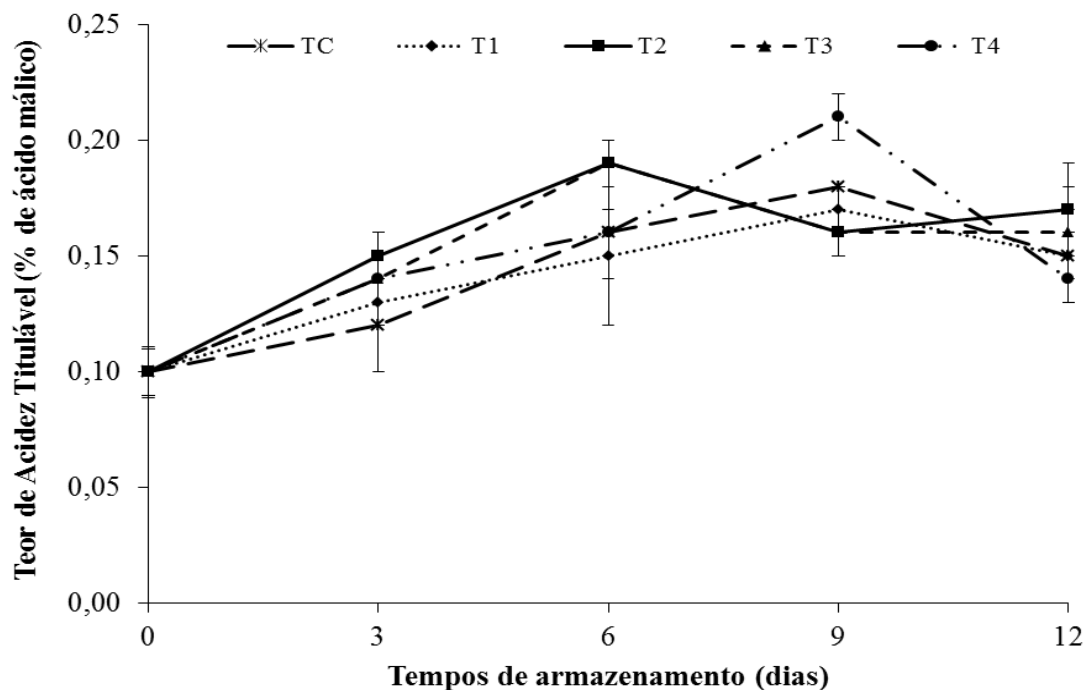
Fontes et al. (2008) avaliando a atividade da pecnametilesterase e sua relação com a perda de firmeza da polpa de mamão cv. ‘Sunrise Solo’ e ‘Tainung 01’, observaram que o mamão ‘Sunrise Solo’ apresentou redução da firmeza da polpa mais acentuada que a do ‘Tainung 01’. Esse decréscimo na firmeza dos frutos é indesejável para a comercialização por acarretar perdas consideráveis na fase da pós-colheita.

### 5.1.5 Acidez Titulável

Observou-se uma pequena oscilação nos teores de acidez titulável dos frutos analisados (Figura 41). No início do experimento os frutos apresentaram valor de acidez titulável de 0,10% de ácido málico, ocorrendo um aumento em todos os tratamentos principalmente a partir do 3º dia de armazenamento e posterior decréscimo no 9º dia armazenamento, atingindo valor mínimo de 0,14% para os frutos T4 e valor máximo de 0,17% para os frutos T2.

Isso se deu, provavelmente, devido ao acúmulo de ácidos, já que o mamão é um fruto que não apresenta uma adequada uniformidade durante o processo de amadurecimento e ao fato destes ácidos possivelmente poderem ser sintetizados, principalmente, quando os frutos apresentam maior parte da superfície da casca amarela. Além disso, verificou-se que os frutos com aplicação dos extratos vegetais das folhas e dos frutos do nim, nas diferentes concentrações, não apresentaram diferenças significativas ao final do experimento, quando comparados com os frutos controle.

**Figura 41** – Avaliação do teor de acidez titulável de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato das folhas a 10%; T3: Extrato dos frutos a 5%; T4: Extrato dos frutos a 10%.



Durante o amadurecimento do mamão, ocorre um ligeiro aumento na acidez da polpa, que se deve, provavelmente, à formação do ácido galacturônico, em consequência da hidrólise da pectina pelas enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase. Assim, a acidez aumenta com o amadurecimento dos frutos até atingir 75% da superfície da casca amarela; a partir daí, os níveis decrescem, exceto no interior do mesocarpo, onde a acidez titulável aumenta até o fruto atingir completo amarelecimento (COSTA; BALBINO, 2002).

Queiroz (2009) verificou que a acidez titulável do mamão se manteve constante no período de 30 dias até 150 dias após a frutificação efetiva, com valores médios entre 0,09 e 0,15%. Comparada com outros frutos, a acidez titulável do mamão é considerada baixa, geralmente apresentando valores inferiores a 0,2% em ácido málico.

No mamão predominam os ácidos cítrico e málico, em quantidade iguais, seguidos do ácido cetoglutarico, em quantidade bem menor, os quais, somados ao ácido ascórbico, contribuem com 85% do total de ácidos no mamão (CHAN JR. et al., 1979; SELVARAJ et al., 1982 *apud* GÓIS, 2009).

Oliveira (2010) estudando a conservação pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’ com o uso de revestimentos naturais, verificou que a aplicação dos revestimentos não diferiu os teores de acidez titulável, com valores variando de 0,14 a 0,17%. Matsuura e Folegati (2003) verificaram na composição do mamão teor de acidez titulável de 0,15 e 0,16%.

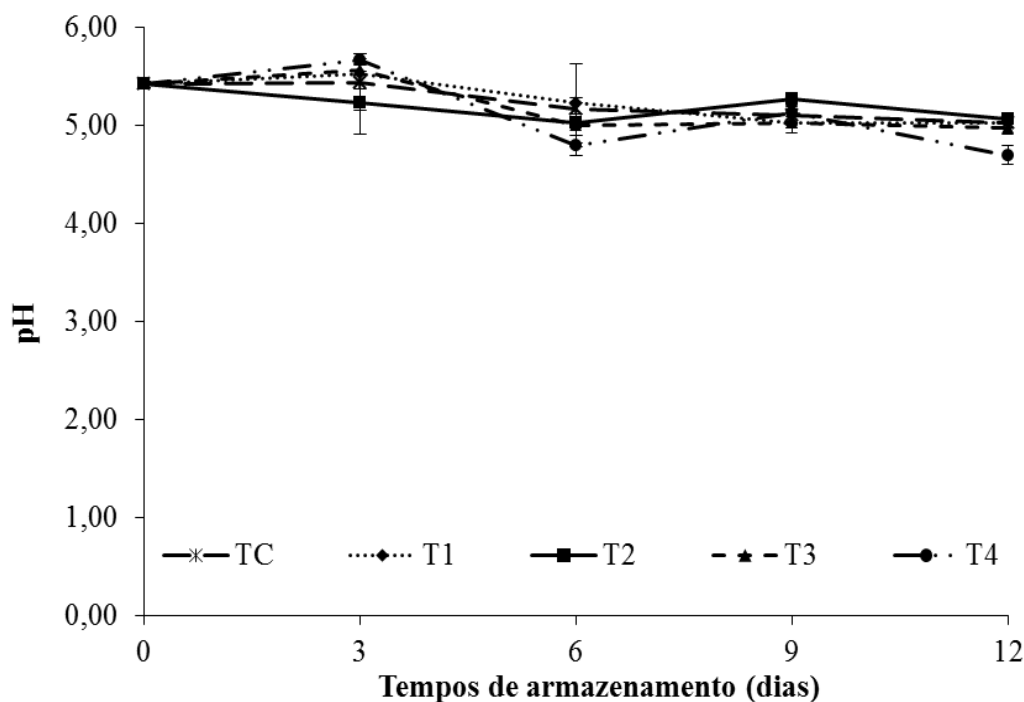
Segundo Oliveira Júnior, Coelho e Coelho (2006) o decréscimo da acidez titulável é explicado pela sua utilização em diversas rotas metabólicas. Carvalho (2010), avaliando a qualidade de mamão cv. ‘Golden’, verificou variação nos teores de acidez titulável de 0,17 a 0,11%, ocorrendo um decréscimo nos valores com o processo de maturação. Isso ocorre pelo fato de que os ácidos orgânicos voláteis e não voláteis estarem entre os constituintes celulares mais metabolizados durante o processo de amadurecimento, resultando em uma menor acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a acidez de frutas decresce com a aceleração do amadurecimento em decorrência da aceleração no processo respiratório, com consequente aumento no pH. Isto se deve à diminuição dos ácidos orgânicos em consequência do adiantado amadurecimento, e em função de sua utilização como substrato respiratório e conversão destes em açúcares.

### 5.1.6 Potencial hidrogeniônico (pH)

Observou-se um ligeiro decréscimo nos valores do pH durante o período de armazenamento dos frutos (Figura 42), variando de 5,42 ao início do experimento a 4,70 no último dia de armazenamento. Ao final do experimento verificou-se que os frutos do TC, T1 e T2 apresentaram valores de pH bastante semelhantes, com média de 5,04 e apenas os frutos T3 e T4 apresentaram valores de 4,97 e 4,70, respectivamente. Conforme os resultados obtidos em convergência com outros autores, o pH do mamão é geralmente superior a 5, devido principalmente ao baixo teor de ácidos orgânicos usualmente presentes no fruto.

**Figura 42** – Avaliação do potencial hidrogeniônico (pH) de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato das folhas a 10%; T3: Extrato dos frutos a 5%; T4: Extrato dos frutos a 10%.



Oliveira Junior (2002) ao trabalhar com mamão ‘Golden’ armazenado em temperatura ambiente, verificou uma variação de pH de 5,80 a 6,20 no período de 0 a 12 dias de armazenamento à temperatura ambiente, enquanto Wills e Widjanarko (1995 *apud* GÓIS, 2009) destacam a oscilação de 5,13 a 5,42 do estágio verde para o estágio 100% maduro, resultados estes superiores aos valores encontrados no presente trabalho, provavelmente devido aos extratos vegetais à base do nim terem proporcionando uma redução no pH dos frutos.

O pH ou potencial hidrogeniônico, representa uma medida indireta e inversa do grau de acidez de frutas e hortaliças, sendo considerado uma variável que não depende, aparentemente da síntese do etileno. Os ácidos orgânicos presentes nos tecidos vegetais estão sempre associados aos seus sais de sódio e potássio, constituindo sistemas tampões que dificultam a variação de pH. A capacidade tampão de alguns sucos permite que mesmo havendo grandes variações na acidez titulável, não haja variações apreciáveis de pH (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Pinto et al. (2011) avaliando o amadurecimento de mamão ‘Golden’, verificaram que após quatro dias de armazenamento os frutos apresentaram uma perda expressiva da cor verde da casca, sendo observado os mais baixos valores de pH. Segundo Awad (1993) a perda da cor verde resulta da quebra da estrutura de clorofila, causada principalmente pelas mudanças de pH, resultantes da presença de ácidos orgânicos provenientes do vacúolo, pela presença de sistemas oxidantes e pela atividade de clorofilases.

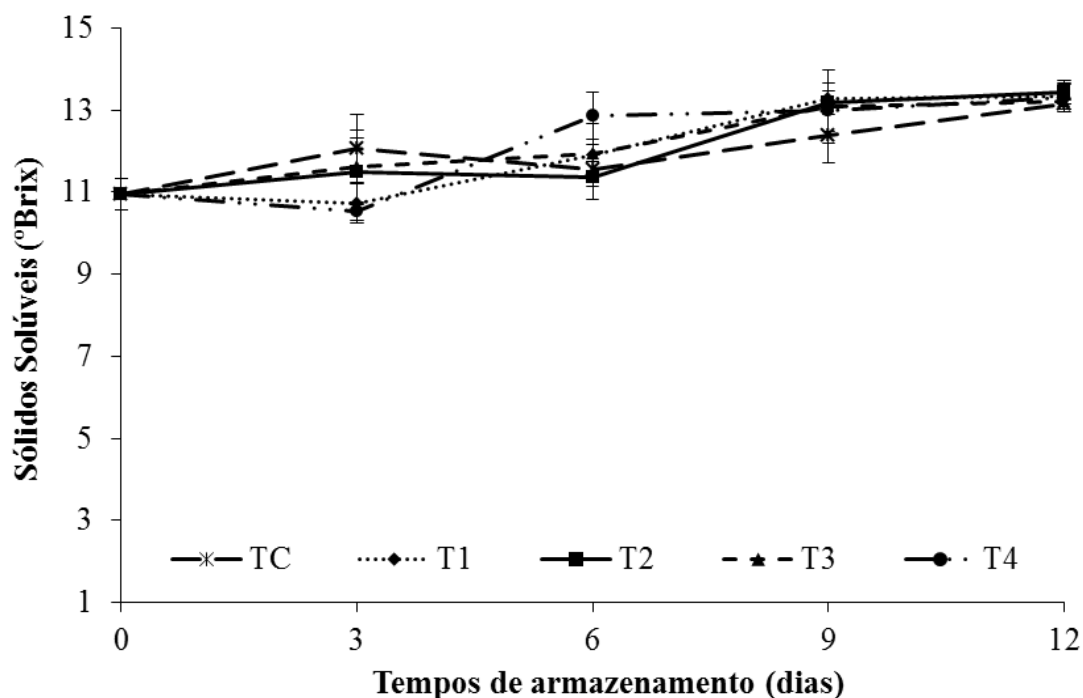
No presente experimento observou-se um decréscimo nos valores de pH causado, provavelmente, pelo aumento na concentração de ácidos orgânicos resultantes da degradação da parede celular pelas enzimas pécticas presentes nos frutos. No entanto, apenas os frutos dos T2 e T4 apresentaram aumentos nos valores de pH do 6º ao 9º dia de armazenamento, com posterior decréscimo. Segundo Draetta et al. (1975) citado por Pinto et al. (2011) o aumento na acidez da polpa dos frutos do mamoeiro, ao longo do seu amadurecimento, está vinculado à formação de ácido galacturônico proveniente da hidrólise da pectina pela enzima pectina metilesterase.

### 5.1.7 Sólidos solúveis

Verificou-se um pequeno aumento nos teores de sólidos solúveis para todos os frutos durante o período de armazenamento (Figura 43). Observou-se que os frutos do tratamento T1 e T4 apresentaram um decréscimo no 3º dia de armazenamento com valor de 10,72 e 10,53 °Brix, respectivamente.

Ao final do armazenamento, os frutos do T2 apresentaram o maior valor médio de 13,42 °Brix, resultado este superior aos demais devido possivelmente ao fato dos frutos apresentarem-se em estágio de maturação mais avançado, ocorrendo diversas reações metabólicas de conversão dos açúcares. Assim, os extratos à base do nim não influenciaram na redução nos teores de sólidos solúveis durante o armazenamento visto que os frutos controle apresentaram resultados semelhantes aos demais tratamentos.

**Figura 43** – Avaliação do teor de sólidos solúveis de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE, 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato das folhas a 10%; T3: Extrato dos frutos a 5%; T4: Extrato dos frutos a 10%.



Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o teor de açúcares nos frutos, normalmente, constitui 65 a 85% do teor de sólidos solúveis. Oliveira (2010) avaliando a conservação pós-colheita de mamão ‘Surise Solo’ com revestimentos naturais verificaram que frutos do

mamoeiro revestidos com óleo de andiroba apresentaram teor de sólidos solúveis médios de 13,03 °Brix, resultados estes próximos aos valores encontrados no presente experimento.

Souza (2004) observou uma diferença significativa nos teores de sólidos solúveis entre os diferentes estádios de maturação estudados, com teores mais elevados, para o híbrido ‘Tainung 01’ no estágio 2 indicando, provavelmente que, quanto mais avançado o estágio de maturação do fruto na colheita, maior será o teor de sólidos solúveis do mamão no final do período pós-colheita.

Borges et al. (2013) avaliando a conservação de morangos com óleo essencial de sálvia e goma xantana verificaram que o conteúdo de sólidos solúveis oscilou de forma irregular durante o armazenamento, embora as variações não tenham sido significativas, provavelmente, devido à desidratação e maturação.

No presente experimento, os frutos do tratamento T2 apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis, quando comparados com os demais, provavelmente devido a um processo de amadurecimento mais acelerado e em função da perda de umidade, sendo superior aos demais frutos analisados. Possivelmente isto ocorreu devido a uma maior concentração do extrato das folhas do nim (10%) implicar na aceleração das diversas reações metabólicas ocorridas durante o amadurecimento, já que este trata-se de um composto orgânico.

Segundo Arriola et al. (1980) e Bicalho (1998) *apud* por Queiroz (2009) o conteúdo e a concentração de açúcares têm papel fundamental no sabor, sendo também indicadores do estágio de maturação do fruto. Essa composição pode variar entre cultivares e na mesma cultivar, dependendo de alguns fatores principais como as condições climáticas, a fertilidade do solo, a época do ano, o estágio de maturação e a porção do fruto. Além disso, vale ressaltar que os açúcares desempenham um papel importante no ‘*flavor*’ característico do mamão e também na avaliação comercial da qualidade do fruto fresco e de seus produtos processados.

De acordo com Queiroz (2009), o mamão não possui reservas de amido, portanto, não pode haver aumento nos teores de açúcares solúveis após a colheita dos frutos. Jacomino et al. (2003) afirmam que o mamão não acumula amido durante a maturação, como a banana, e deve ser mantido na planta para acumular açúcares, por esse motivo, o teor de açúcares não sofre grandes variações na pós-colheita, sendo que a parte interna do mesocarpo apresenta

teor de sólidos solúveis mínimo de 11,5 °Brix e os principais açúcares presentes no mamão são sacarose, glicose e frutose.

No mamão, a concentração de açúcares aumenta ligeiramente durante o desenvolvimento do fruto e acentuadamente com o início do amadurecimento do mesmo na planta (BALBINO; COSTA, 2003). Esse aumento se dá apenas enquanto o fruto está ligado à planta, uma vez que o mamão apresenta baixo teor de amido para ser hidrolisado em açúcares solúveis. Assim, devido às transformações bioquímicas, os teores e tipos de açúcares são variáveis nos diferentes estádios de desenvolvimento do mamão (QUEIROZ, 2009).

Os teores de açúcares solúveis aumentam lentamente durante os primeiros 110 dias do desenvolvimento do fruto, com predominância da glicose, enquanto a sacarose e a frutose representam as menores porções dos açúcares solúveis. Após esse período, aumenta drasticamente a quantidade de sacarose, que passa a predominar, enquanto diminuem os teores de glicose e de frutose. Aos 135 dias após a antese, quando atingido o pico de concentração, o teor de sacarose diminui rapidamente, enquanto o de glicose e o de frutose aumenta, indicando a hidrólise da sacarose em açúcares mais simples (MARTINS; COSTA, 2003).

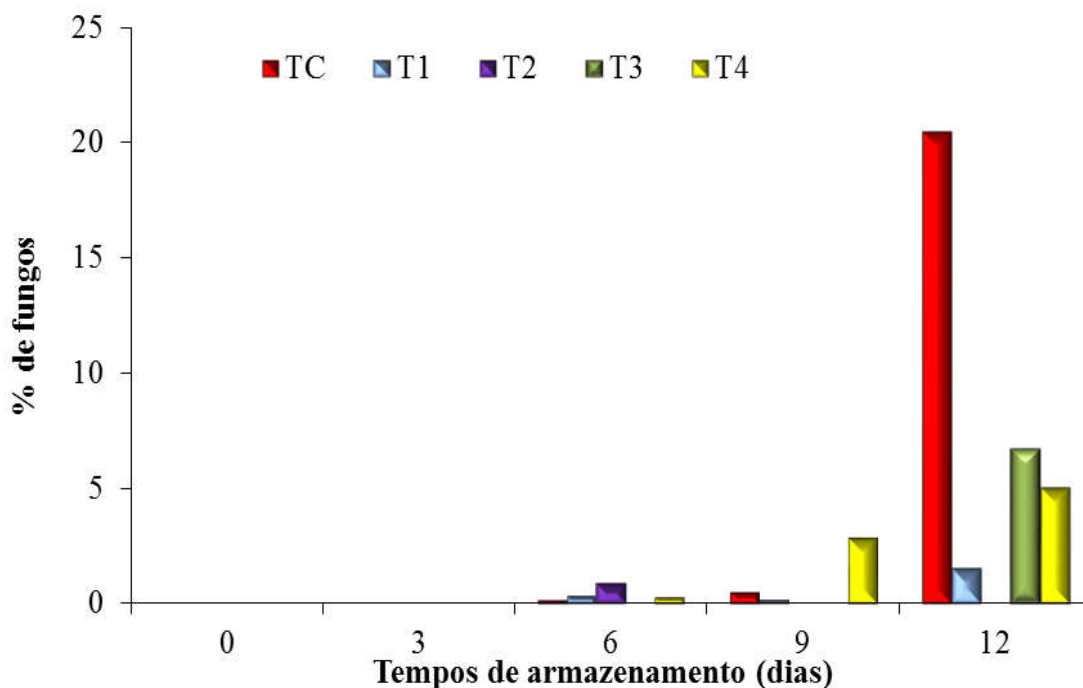
Vale destacar que outro carboidrato que tem papel importante no padrão de qualidade de vários frutos é o amido, considerado o principal material de reserva nos vegetais. A principal transformação quantitativa que ocorre na maturação de frutos é a conversão do amido em açúcares solúveis, com efeitos marcantes no sabor e na textura dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No mamão, no entanto, os teores de amido, verificados durante o seu desenvolvimento, são extremamente baixos, menor que 1% (MARTINS; COSTA, 2003), não havendo, portanto, acúmulo de amido para ser hidrolisado durante o processo de amadurecimento (SANTOS, 2008).

Como o mamão não possui quantidades significativas de amido que possam ser hidrolisados a açúcares durante o amadurecimento, e o acúmulo de açúcares é possivelmente independente de etileno, o teor máximo de carboidrato solúvel a ser obtido no mamão após a colheita será aquele presente no momento da colheita, dependendo da eficiência fotossintética das folhas e da translocação (GÓIS, 2009).

### 5.1.8 Porcentagem de fungos

Observou-se o aparecimento de fungos durante o período de armazenamento (Figura 44) a partir do 6º dia. Um fato de grande importância a destacar é que os frutos do T2 (extrato das folhas – 10%) apresentaram percentual de 0,83% no 6º dia de armazenamento, com posterior ausência quanto do desenvolvimento de fungos, apesar do estágio de maturação estar bastante avançado, quando comparado com os demais tratamentos. Verificou-se que ao final do experimento os frutos recobertos com os extratos a base do nim apresentaram efeitos quanto à redução no desenvolvimento de fungos quando comparados com os frutos do controle que apresentaram ao final do experimento 20,5% de fungos.

**Figura 44** – Avaliação da porcentagem de fungos em frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE, 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato das folhas a 10%; T3: Extrato dos frutos a 5%; T4: Extrato dos frutos a 10%.



Carneiro (2003) avaliando o efeito de extratos de folhas e do óleo de nim sobre o oídio do tomateiro verificou que os extratos aquosos do nim não foram eficientes no controle do oídio, porém o óleo emulsionável de nim foi considerado eficiente e bastante interessante devido à baixa toxicidade e não ser agressivo ao meio ambiente.

Segundo Martinez (2002), o uso de folhas frescas ou secas na produção de extratos, o solvente utilizado e a concentração dos extratos, além de possíveis diferenças no

conteúdo dos compostos biologicamente ativos encontrados nas folhas, em função da variação genética entre árvores ou da região geográfica de coleta do material, podem causar variabilidade nos resultados encontrados.

Amadioha (2000) estudou o efeito do óleo das sementes do nim e do extrato de folhas extraídos em etanol, em água fria e em água quente sobre a brusone do arroz e constatou que o extrato de folhas de nim produzido em etanol foi mais eficiente que o extrato de folhas produzido em água fria, que por sua vez foi mais eficiente que o produzido em água quente na inibição do crescimento radial do patógeno em meio de cultura e no controle da doença em casa de vegetação. O óleo foi igual ou superior ao extrato de folhas em etanol, dependendo da variável avaliada.

Paz et al. (2011) verificaram que o extrato de nim nas concentrações 10, 15 e 20% apresentaram inibição do crescimento do fitopatógeno causador da mancha alva do mamoeiro, quando comparado com a testemunha. Todavia, na concentração a 20 % esse extrato não apresentou diferença significativa dos extratos de eucalipto e de citronela também avaliados. Os autores afirmam que o uso de extratos vegetais e óleo de nim nos testes *in vitro* promoveram a inibição do crescimento micelial de *Cercospora cassiicola* apresentando potencial para o manejo integrado da Mancha-alvo do mamoeiro.

Testes envolvendo o uso de extratos e resíduos de folhas de nim mostraram inibição do crescimento vegetativo de muitos patógenos do gênero *Fusarium* sp., entre eles destacam-se: *oxysporum* f. sp. *ciceri* (Fock.), *oxysporum* f. sp. *Cepae* (Hanzawa.), *oxysporum* (Snyder & Hansen), *solani* Mart., além de outros fungos pertencentes a outros gêneros como *Aspergillus* sp., *Sclerotinia* sp., *Pyricularia* sp., *Rhizoctonia* sp., *Penicillium* sp., relatos confirmam o potencial da atividade antifúngica dessa planta demonstrando sua eficiência no controle de doenças, principalmente as causadas por fungos, mostrando seus efeitos fungitóxicos e fungistáticos além de sua utilização como supressor de fungos fitopatogênicos (MOSSINI; KEMMELMEIER, 2005).

Ferreira (2013) avaliando o efeito de extratos vegetais no controle da antracnose em mamoeiro (*in vitro*) verificou que os extratos de sementes de nim e graviola avaliados apresentaram melhores efeitos de inibição no crescimento micelial do patógeno quando comparados com o tratamento controle, nas três concentrações avaliadas (4%, 6% e 8%). No entanto, o extrato aquoso de sementes de graviola apresentou efeito inibitório no crescimento micelial do fungo *C. gloeosporioides* até seis dias, enquanto que o extrato aquoso de sementes de nim apresentou efeito inibidor até o terceiro dia de armazenamento.

Os resultados do presente experimento tornam-se contraditórios com alguns autores já que os extratos aquosos das folhas do nim apresentaram uma melhor capacidade de inibição em relação ao desenvolvimento de fungos, provavelmente devido uma maior atuação da azadiractina sob o desenvolvimento dos fungos. Apesar da azadiractina ser encontrada em maior quantidade nas sementes, e em menor quantidade na casca e nas folhas do nim, é considerada o principal composto responsável pelos efeitos tóxicos aos insetos (SCHMUTTERER, 1990; MORDUE; NISBET, 2000).

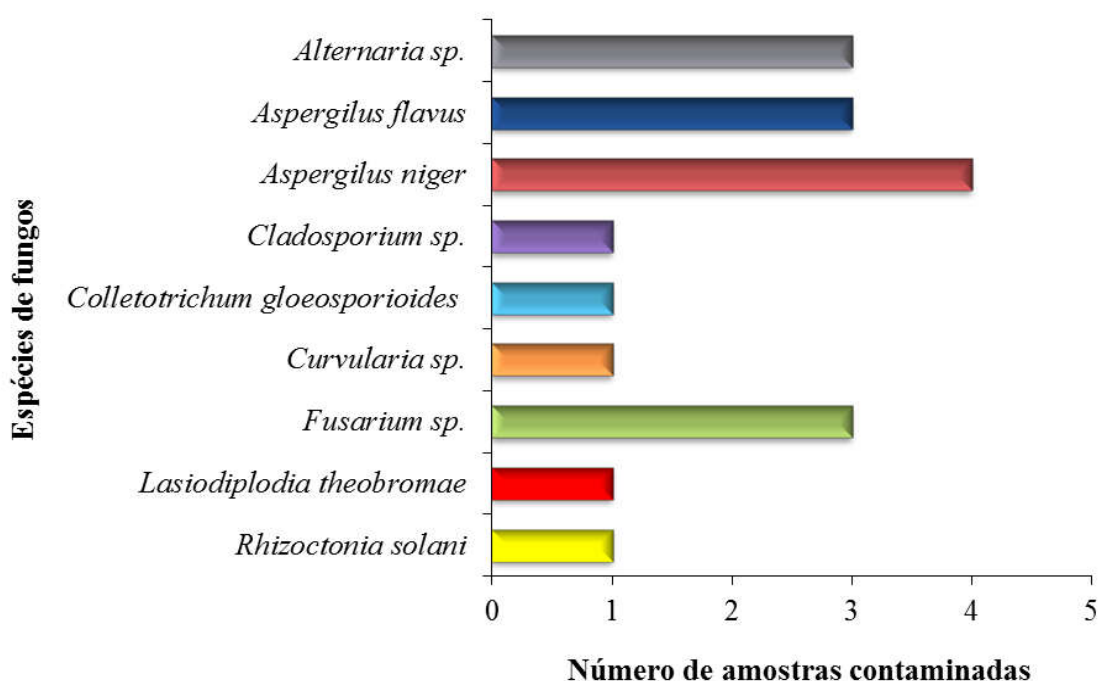
Segundo Brandão (2011), na Amazônia os efeitos do nim vem sendo testados, como é o caso das pesquisas desenvolvidas na Embrapa Amazônia Oriental em Belém do Pará, onde o nim está sendo utilizado para controlar a fusariose na pimenta-do-reino.

O controle alternativo da fusariose em mudas permite a implantação de novos pimentais com material propagativo sadio, retardando o aparecimento natural da doença no campo e diminuindo sua disseminação para novas áreas de plantio. Segundo as pesquisas desenvolvidas, o controle da fusariose é feito com o uso das folhas de nim quando aplicadas na formação de mudas. O benefício do nim indiano não se restringe a livrar as mudas do ataque do fungo (*Fusarium solani*) responsável pela fusariose; além de proteger contra a doença, as folhas do nim fazem com que as mudas se desenvolvam melhor e mais fortes. Além disso, Isman (2006) afirma que produtos derivados do nim tem vantagem de ser praticamente não tóxicos ao homem e ser rapidamente degradados no solo e nas plantas (BRANDÃO, 2011).

### 5.1.9 Identificação de espécies de fungos

Verificou-se que ao final do armazenamento dos frutos ocorreu desenvolvimento de fungos, os quais foram identificados e quantificados de acordo com o número de amostras contaminadas (Figura 45), com maior incidência por fungos *Alternaria* sp., *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* e *Fusarium* sp.

**Figura 45** – Identificação de espécies de fungos em frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.) armazenados a 30,4°C e UR de 42% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato das folhas a 10%; T3: Extrato dos frutos a 5%; T4: Extrato dos frutos a 10%.



Nascimento et al. (2008) avaliando o efeito de óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) verificaram que este apresentou atividade fungitóxica sobre o crescimento micelial do fitopatógeno *Alternaria alternata* em todas as concentrações analisadas, e o emulsificante Tween® 80 influenciou na atividade fungitóxica das concentrações de 250 mg.L<sup>-1</sup> e 500 mg.L<sup>-1</sup> do óleo essencial estudado.

Santos et al. (2010) observaram a ação do óleo essencial de aroeira (*Schinus terebinthifolius*), diluído em Tween 80 e distribuído na superfície do meio de cultura, sobre os fungos *Alternaria* spp., *Botrytis* spp., *Colletotrichum* spp. e *Fusarium* spp. e observaram uma redução significativa do diâmetro micelial dos fitopatógenos. E, ao utilizarem o extrato de alho (*Allium sativum*) adicionado ao meio BDA ainda fundente, os referidos autores

observaram o efeito do extrato no crescimento micelial do fungo *Aspergillus niger* e verificaram uma redução significativa no seu desenvolvimento.

Venturoso et al. (2011) avaliando a fungitoxicidade de extratos vegetais submetidos a diferentes formas de esterilização destacaram que a temperatura pode limitar a bioatividade do extrato vegetal, uma vez que o princípio ativo da planta pode ser termosensível. Já ao avaliar a mesma atividade sobre o desenvolvimento de fitopatógenos, os observaram que o extrato de nim favoreceu o crescimento de *Fusarium solani*.

Resultados semelhantes foram observados no presente experimento. Além disso, os autores citados afirmam que os extratos de cravo-da-índia, alho e canela apresentaram maior atividade antifúngica sobre o desenvolvimento de *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium solani*, *Cercospora kikuchii* e *Phomopsis* sp., sendo uma promissora alternativa no controle dos mesmos.

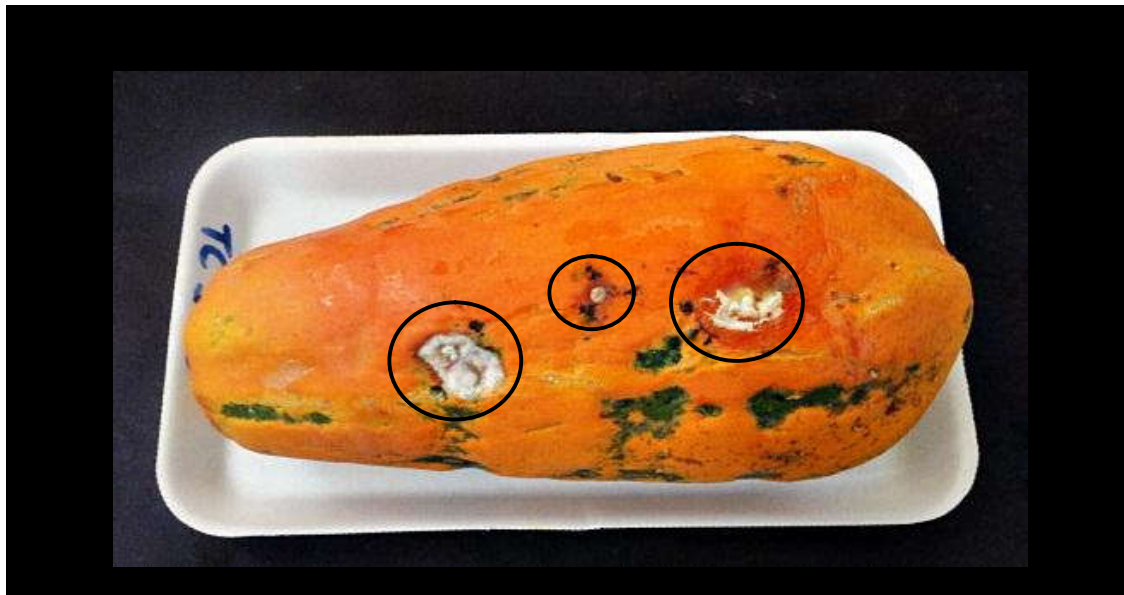
Contudo, em alguns casos foi observado favorecimento no crescimento de fitopatógenos como relatado por Amaral e Bara (2005). Os autores constataram com a utilização da planta *Albizzia lebbbeck* (L.), que *Fusarium solani* e *Sclerotium rolfsii* Sacc. tiveram seu crescimento micelial estimulado, pressupondo assim, a existência de alguma substância ativadora deste crescimento no extrato proveniente desta planta.

Govindachari et al. (1998) *apud* Venturoso et al. (2011) afirmam que o efeito do nim é variável e dependente do patógeno alvo. Os autores verificaram que a azadiractina, principal constituinte químico encontrado nas sementes, não interferiu no crescimento de *Fusarium oxysporum* Schlecht. e *Alternaria tenuis* Nees.

Ainda Segundo Venturoso et al. (2011), existem divergências em trabalhos que visam avaliar a atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o crescimento de fitopatógenos, mesmo àqueles que estudam a mesma planta. No entanto, essa diferença pode estar associada às condições edafoclimáticas em que as plantas foram cultivadas, ou ainda, à época do ano em que a mesma foi coletada. Além disso, a concentração de princípios ativos não se apresenta uniforme no decorrer do ciclo da planta, podendo apresentar variações conforme as condições de cultivo, a colheita e o processamento do material vegetal.

Verificou-se que no presente experimento que fungos *Aspergillus* sp. apresentaram a maior incidência nos frutos durante o 12º dia de armazenamento, seguido das espécies *Alternaria* sp. e *Fusarium* sp. Segue a figura 46 com a imagem de fruto de mamão contaminados por espécies de *Aspergillus* sp.:

**Figura 46** – Mamão Formosa ‘Tainung 01’ com desenvolvimento de fungos na superfície da casca. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

Segundo Schwan-Estrada et al. (2000) a atividade antifúngica dos extratos vegetais pode ser proveniente de algumas substâncias que apresentam ação fungitóxicas ou fungistáticas, presentes na composição da planta utilizada, com grande diversidade de metabólitos secundários, os quais, muitos com atividade antifúngica são sintetizados.

Neves et al. (2003) citam que em nim a principal substância bioativa estudada, com ação antifúngica, é a azadiractina, que pode estar presente nas folhas, frutos e sementes. Outros compostos, como os triterpenoides, geduninas, nimbinm, liminoides, dentre outras substâncias, agem juntamente, aumentando a ação inseticida. Assim, ressalta-se que na semente apresenta em média 467 mg de óleo e 3,6 mg de azadiractina por grama de semente.

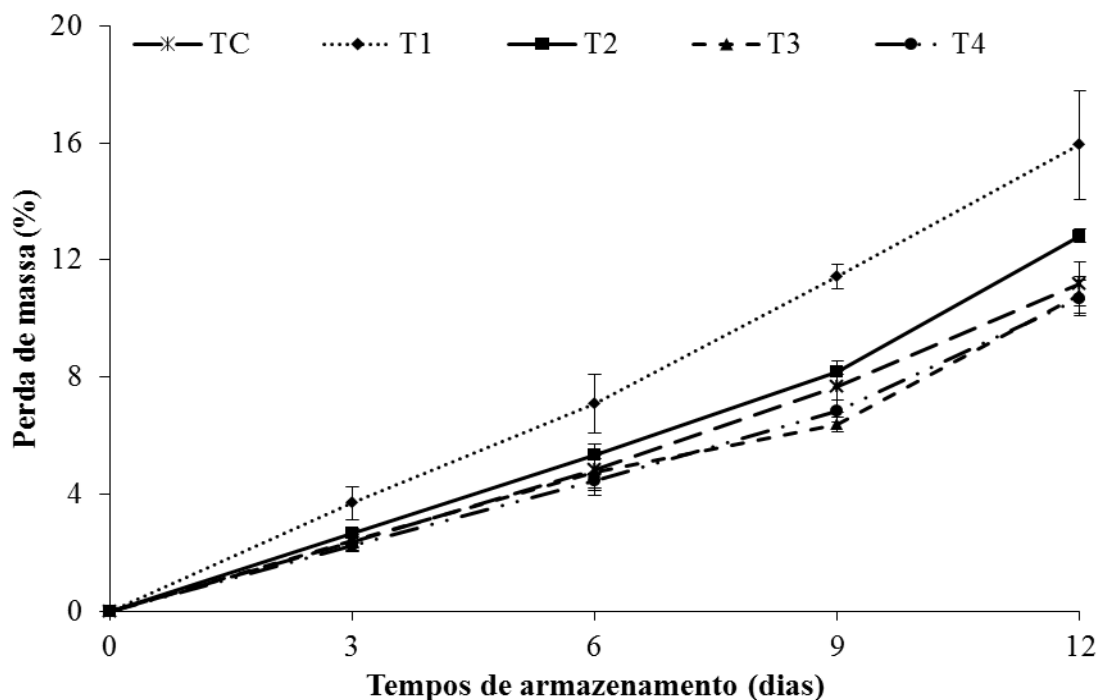
## 5.2 Experimento II

### 5.2.1 Perda de massa

Para a característica perda de massa, observou-se o aumento gradual para todos os tratamentos (Figura 47), sendo que, os frutos recobertos com os extratos das folhas do nim apresentaram os maiores valores de perda de massa, de 15,93 e 12,83% respectivamente, no 12º dia de armazenamento. Os frutos T3 (fungicida Imazalil) e T4 (produto comercial - Nimax®) apresentaram valores de perda de massa bastante semelhante durante o período de armazenamento com valor final de 10,80 e 10,70%, respectivamente, no último dia de armazenamento.

Em comparação com os frutos controle, os extratos a base de nim proporcionaram uma maior perda de massa dos frutos, provavelmente devido à utilização de matéria orgânica acelerar o metabolismo dos frutos, com aumento do processo respiratório e posterior perda de umidade.

**Figura 47** – Avaliação da perda de massa (%) de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.), produto comercial a base do nim – Nimax® e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato dos frutos a 5%; T3: fungicida Imazalil; T4: Produto comercial a base do nim – Nimax®.



A perda de massa fresca é atribuída às reações metabólicas, como a respiração e a transpiração do produto, que reduzem a quantidade de água presente nos tecidos vegetais (CARVALHO; LIMA, 2008). Kechinski (2007), avaliando a conservação de mamão verificou que o uso do fungicida imazalil não afetou a perda de massa fresca dos frutos, resultados estes, semelhantes aos obtidos no presente experimento.

No entanto, resultados contraditórios foram observados por Freire (2005) citado por Almeida (2007), trabalhando com banana Prata-anã tratadas com ecolife, procloraz e imazalil, verificando que a perda de massa dos frutos que receberam tratamentos com os dois fungicidas foi significativamente maior do que os frutos quando usou o sanitizante ecolife.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a rápida perda de massa fresca pelos frutos pode ser explicada pela diferença entre a pressão de vapor do produto e a pressão de vapor do ambiente, ou déficit da pressão de vapor (DPV) influenciada pela diferença de umidade relativa do ar e pela diferença entre a temperatura do produto e o ambiente de armazenamento. Desse modo, observou-se que a utilização do fungicida Imazalil e do produto comercial - Nimax<sup>®</sup> provavelmente auxiliou no controle da transpiração dos frutos, reduzindo o metabolismo dos mesmos com consequente redução da perda de massa.

Borges et al. (2013), avaliando a conservação de morangos com revestimentos à base de goma xantana e óleo essencial de sálvia, verificaram que a perda de massa dos frutos aumentou significativamente durante 12 dias de armazenamento, com maiores porcentagens para os fruto controle, indicando a eficiência dos demais tratamentos.

Ainda segundo Chitarra e Chitarra (2005), o valor máximo aceitável para perda de massa de futos e hortaliças é de 10%. No presente experimento, a utilização do produto comercial a base do nim – Nimax<sup>®</sup> auxiliou na redução da perda de massa, atingindo 10,70% ao final do armazenamento, possivelmente por proporcionar uma maior eficiência de restringir a transpiração dos frutos através da diminuição do gradiente de pressão de vapor.

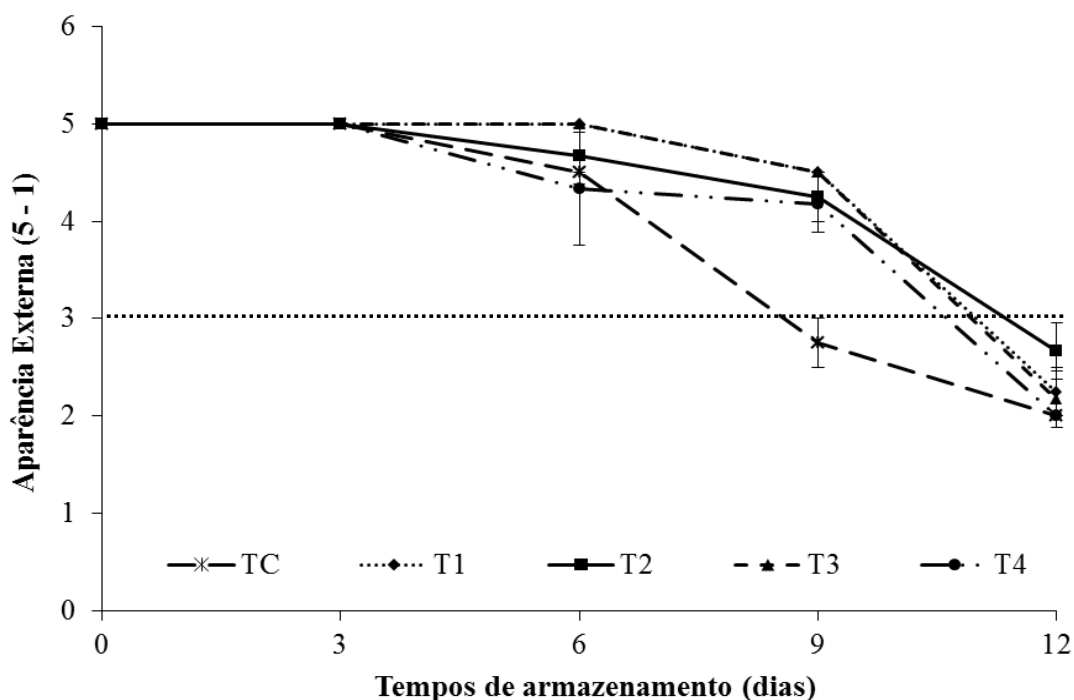
### 5.2.2 Aparência externa

Observou-se redução na aparência externa dos frutos ao longo do período de armazenamento (Figura 48), com notas variando de 5, no início do experimento, a 2,0; 2,25; 2,67; 2,17 e 2,00 para os tratamentos TC, T1, T2, T3 e T4 respectivamente, no 12º dia de armazenamento os frutos.

Ao final do experimento os frutos de mamão já estavam considerados impróprios para comercialização segundo a escala de atributos para aparência externa utilizada. Verificou-se que até o 9º dia de armazenamento os frutos T1 e T3 apresentaram valores semelhantes com média de 4,5, enquanto que os frutos dos tratamentos T2 e T4 estavam com notas 4,25 e 4,17, respectivamente.

Vale-se ressaltar que neste mesmo período (9º dia) os frutos controle já apresentaram aparência inadequada para comercialização com nota 2,75. Assim, verificou-se que a utilização dos extratos vegetais, fungicida Imazalil e produto comercial a base do nim - Nimax® contribuíram na conservação da aparência externa até o 9º dia de armazenamento, quando comparados com os frutos do controle.

**Figura 48** – Avaliação da aparência externa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.), produto comercial a base do nim – Nimax® e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato dos frutos a 5%; T3: fungicida Imazalil; T4: Produto comercial a base do nim – Nimax®.



A aparência externa dos frutos é considerada um fator de grande importância a ser avaliado durante a comercialização dos frutos e preferência dos consumidores. De um modo em geral, a qualidade dos alimentos é consequência do controle de todas as etapas da cadeia produtiva, desde o campo até a mesa do consumidor. No caso das frutas, além da aparência e vida útil, os consumidores passaram a exigir a garantia de que as mesmas estejam também isentas de podridões, rachaduras, choques mecânicos e resíduos tóxicos que venham a comprometer sua saúde (FREITAS et al., 2003).

Conforme a avaliação visual realizada, ao final do experimento os frutos apresentaram redução na aparência externa devido principalmente aparecimento de fungos, aspecto de murcha, depressões na casca, entre outros.

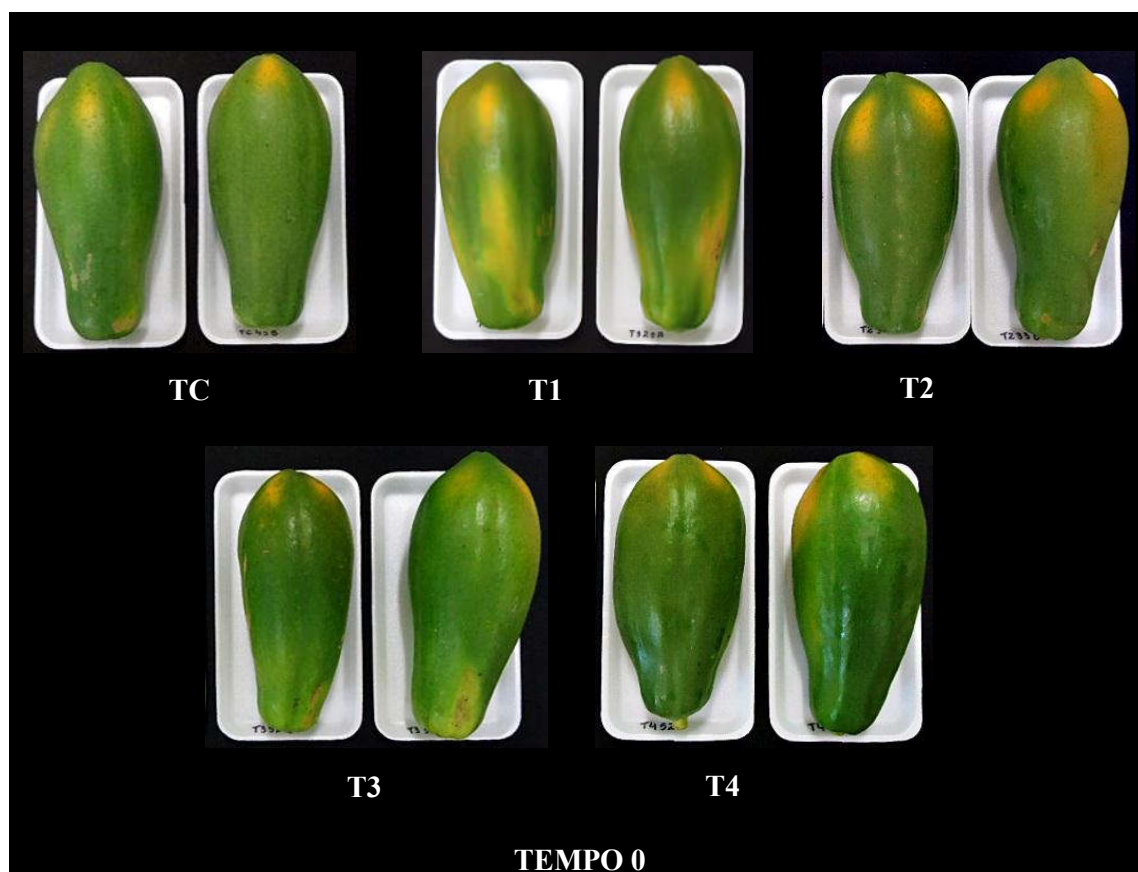
Segundo Chitarra e Chitarra (2005) a redução na qualidade de frutos, devido, principalmente, o murchamento pode ocorrer em função das alterações dos processos fisiológicos, como, por exemplo, a transpiração e a respiração, que podem ser influenciadas por vários fatores, tais como: espessura da casca, presença e número de estômatos, temperatura, umidade relativa do ambiente de armazenamento e presença de algumas barreiras artificiais. Consequentemente ocorre enrugamento da casca, perda de massa e de volume, depreciando sua aparência externa e reduzindo o período de comercialização (MOURA, 2010). Conforme esta afirmativa ressalta-se que os frutos T1 apresentaram uma maior perda de massa e consequentemente uma redução na aparência externa ao final do experimento, com nota 2,25 considerados impróprios a comercialização.

Peixoto (2005), avaliando o prolongamento da vida útil pós-colheita de mamão Formosa ‘Tainung 01’ através do controle biológico e químico, durante 28 dias, em armazenamento refrigerado, verificou que o tratamento químico com utilização de fungicida Prochloraz proporcionou menores notas para aparência externa dos frutos.

No entanto, apesar da diferença quanto ao fungicida utilizado, observou-se resultados contraditórios quando comparados com o presente experimento, já que neste a utilização do fungicida Imazalil foi eficiente em manter a aparência externa dos frutos até o 9º dia de armazenamento, em condições adequadas para comercialização.

Seguem nas figuras 49 e 50 imagens dos frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais, utilizados no presente experimento:

**Figura 49** - Avaliação da aparência externa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ com aplicação de fungicida Imazalil, extratos vegetais e produto comercial à base do nim (*Azadirachita indica* Juss.) no início do experimento. TC: Controle; T1: Extrato das folhas (5%); T1: Extrato dos frutos (5%); T3: Fungicida (Imazalil); T4: Produto comercial a base do nim (Nimax<sup>®</sup>). IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

Observou-se que, inicialmente, os frutos apresentaram aspecto bastante atrativo devido, principalmente, o brilho na superfície após aplicação dos devidos recobrimentos que possivelmente proporcionaram uma diferença nítida quando comparados com os frutos do controle (Figura 49), principalmente, para os frutos com aplicação do produto comercial (Nimax<sup>®</sup>), por tratar-se de ser um óleo a base de nim, o que ocasionou uma intensificação do brilho na superfície dos frutos.

**Figura 50** - Avaliação da aparência externa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ com aplicação de fungicida Imazalil, extratos vegetais e produto comercial à base do nim (*Azadirachita indica* Juss.) no 12º dia de armazenamento. TC: Controle; T1: Extrato das folhas (5%); T1: Extrato dos frutos (5%); T3: Fungicida (Imazalil); T4: Produto comercial a base do nim (Nimax®). IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

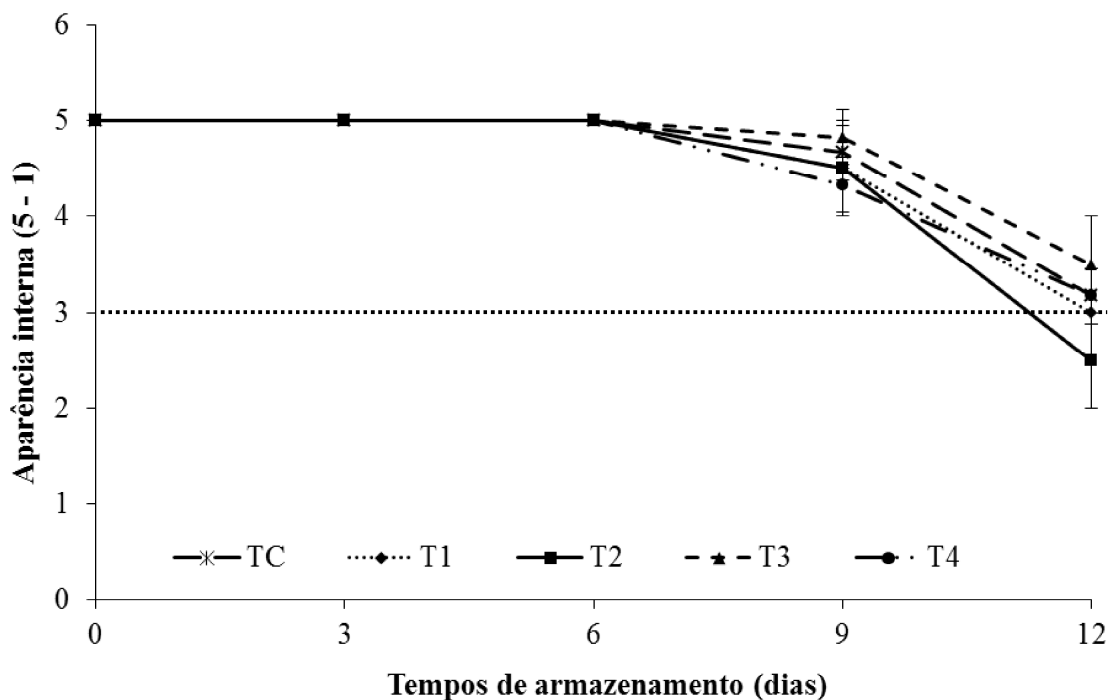
Observou-se que ao final do experimento todos os frutos apresentaram-se inadequados à comercialização, devido principalmente ao desenvolvimento de fungos (Figura 50). Embora os frutos do T2 tenham apresentado um baixo percentual de desenvolvimento de fungos, estes, apresentaram aspecto de murcha, depressões na casca dos frutos e amolecimento da polpa bastante acentuado, ocasionando redução da aparência externa.

### 5.2.3 Aparência interna

Verificou-se redução da aparência interna dos frutos ao longo do período de armazenamento (Figura 51). Durante este período, os frutos permaneceram com as notas relativamente semelhantes até o 6º dia, ocorrendo uma redução, principalmente, para os frutos T4, durante o 9º dia, com nota 4,33. Ao final do experimento apenas os frutos T1 e T2, recobertos com extratos vegetais a base das folhas e dos frutos do nim, estavam inadequados para comercialização, com nota 3,0 e 2,5.

Segundo os atributos avaliados, frutos com notas igual ou inferior a 3,0 foram classificados como impróprios para comercialização. Embora os frutos T2, tenham mantido a aparência externa durante os 9 dias de armazenamento, o recobrimento a base dos frutos a 5% não foi eficiente em manter a aparência interna até o 12º dia de armazenamento, devido principalmente ao aspecto de murcha e depressões. Porém, os demais frutos que apresentaram aparência externa comprometida devido ao ataque de fungos, visualmente não apresentaram redução da aparência interna, ocasionando assim, resultados contraditórios com a aparência externa.

**Figura 51** – Avaliação da aparência interna de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.), produto comercial a base do nim – Nimax® e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato dos frutos a 5%; T3: fungicida Imazalil; T4: Produto comercial a base do nim – Nimax®.



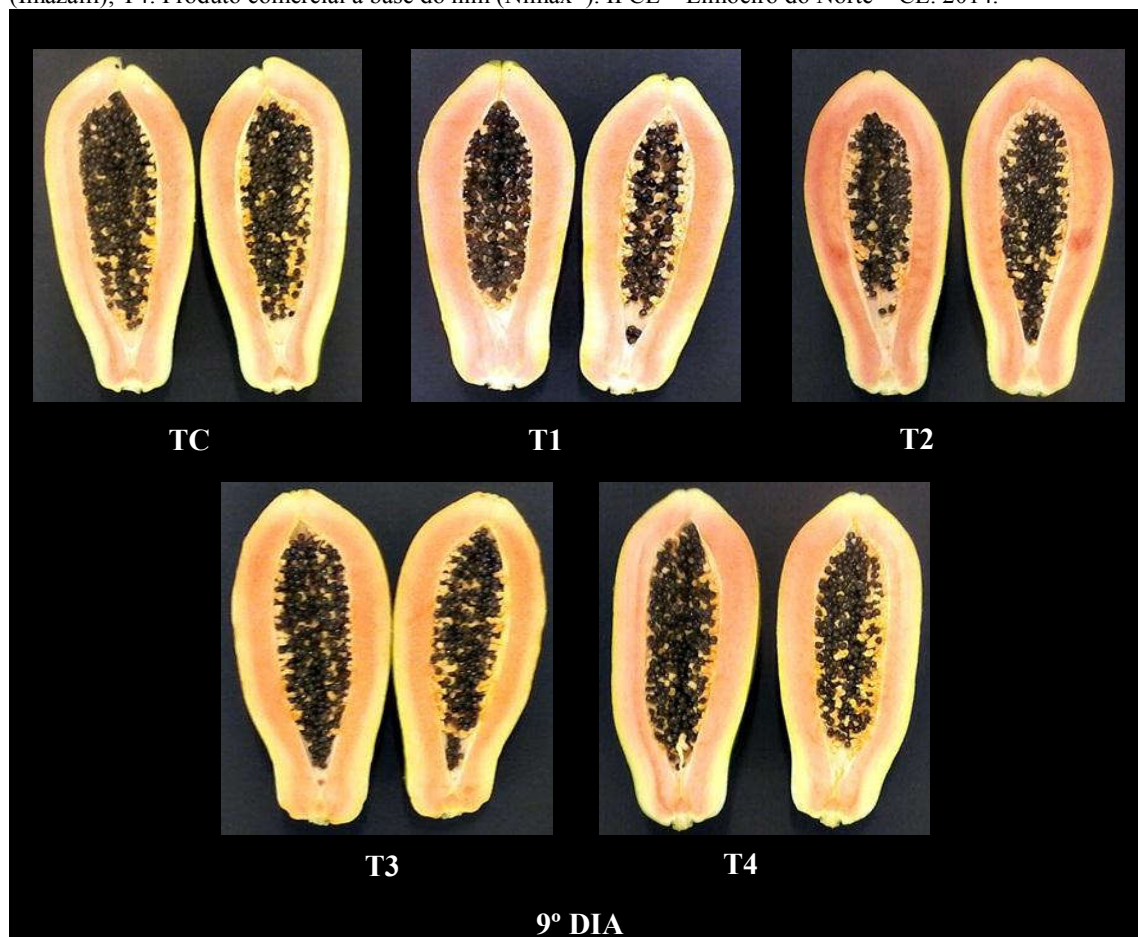
Morais et al. (2007), avaliando a pós-colheita de mamão híbrido UENF/CALIMAN 01 tratados hidrotermicamente e imersos em soluções de fungicida Sportak® e fungicida Tecto, verificaram que tanto a aparência externa como a aparência interna dos frutos limitaram sua vida útil pós-colheita em 8 dias. Para aparência interna os autores citam o amolecimento aquoso da polpa durante o armazenamento e a ausência de fungos. Resultados contraditórios foram verificados no presente experimento em que os frutos tratados com o fungicida apresentaram melhor aparência interna quando comparados com os demais recobrimentos até o final do armazenamento.

Rocha et al. (2005) avaliando a qualidade interna de mamão Formosa verificaram perdas da qualidade interna durante o armazenamento, reduzindo assim a qualidade e a possibilidade de compra, já que 90% dos consumidores são influenciados pela aparência dos produtos (SANTOS, 2008).

Peixoto (2005), avaliando o prolongamento da vida útil pós-colheita de mamão Formosa ‘Tainung 01’ através do controle biológico e químico, durante 28 dias, em armazenamento refrigerado, verificou que as notas obtidas de todos os tratamentos para a característica aparência interna foram superiores a 3,0, até os 21 dias de armazenamento, sendo os frutos considerados adequados para a comercialização e consumo.

Seguem nas figuras 52 e 53 imagens do aspecto da polpa, quanto à aparência interna, dos frutos de mamão Formosa ‘Tainung 01’ utilizados no presente experimento:

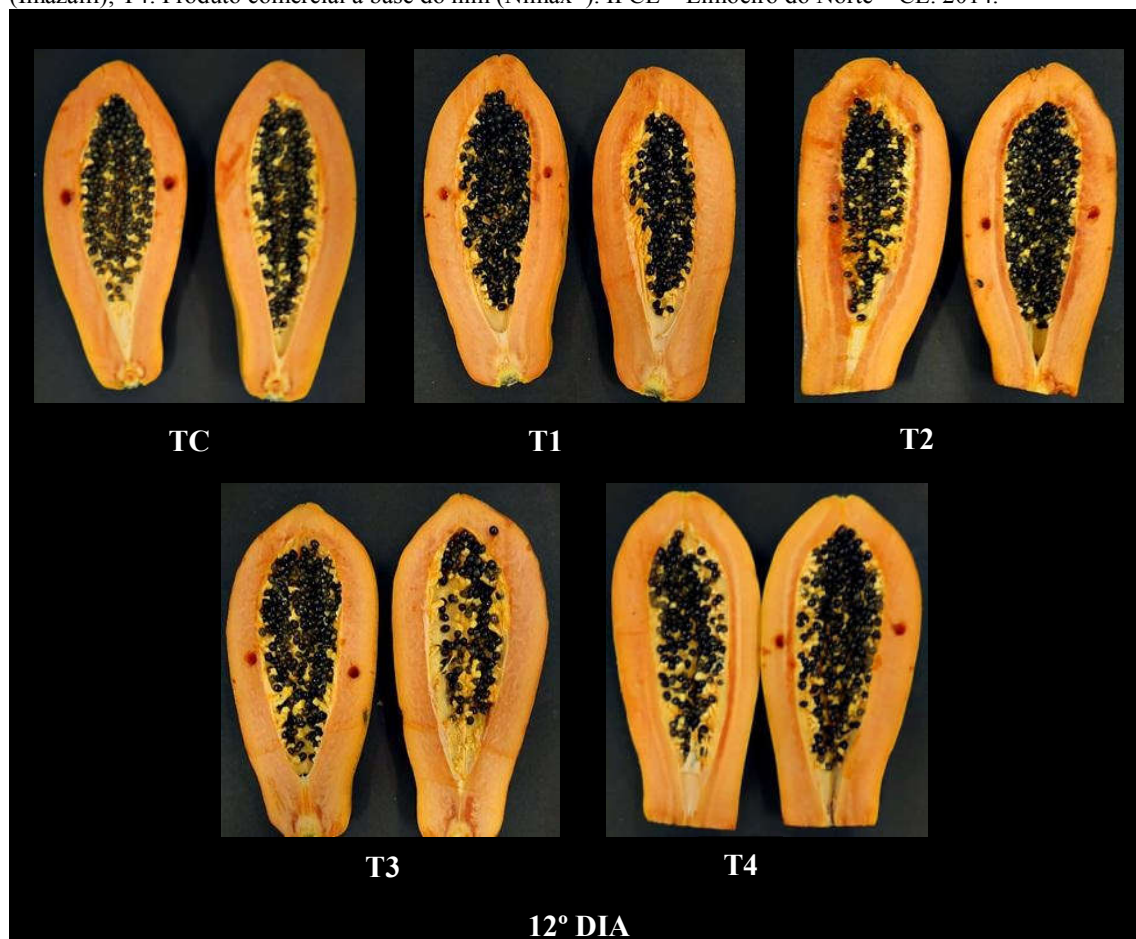
**Figura 52** - Avaliação da aparência interna de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ com aplicação de fungicida Imazalil, extratos vegetais e produto comercial à base do nim (*Azadirachita indica* Juss.) no 6º dia de armazenamento. TC: Controle; T1: Extrato das folhas (5%); T1: Extrato dos frutos (5%); T3: Fungicida (Imazalil); T4: Produto comercial a base do nim (Nimax®). IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

Ao 6º dia de armazenamento verificou-se que os frutos apresentaram aparência interna em condições satisfatórias, com ausência de manchas, murchas e depressões, com a polpa bastante firme e odor característico, com nota 5,0 para todos os tratamentos (Figura 52).

**Figura 53** - Avaliação da aparência interna de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ com aplicação de fungicida Imazalil, extratos vegetais e produto comercial à base do nim (*Azadirachita indica* Juss.) no 12º dia de armazenamento. TC: Controle; T1: Extrato das folhas (5%); T1: Extrato dos frutos (5%); T3: Fungicida (Imazalil); T4: Produto comercial a base do nim (Nimax<sup>®</sup>). IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

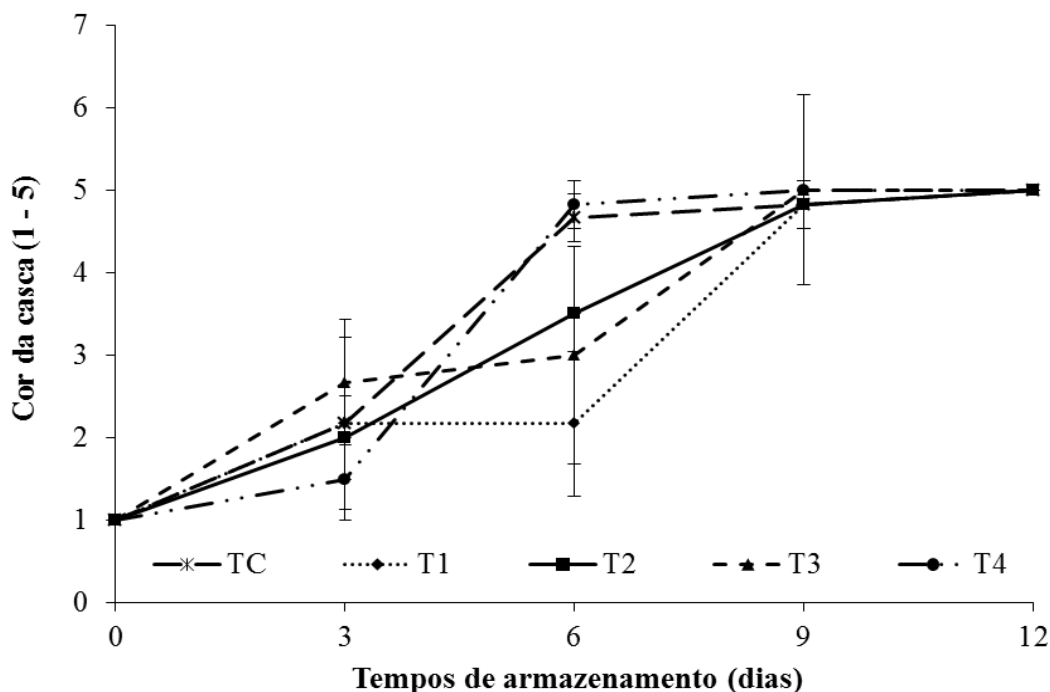
Ao final do experimento, verificou-se que os frutos apresentaram aspecto de polpa bastante madura (Figura 53), principalmente para o tratamento T2. Além disso, observou-se também que as sementes encontravam-se mais desprendidas da polpa na cavidade central.

#### 5.2.4 Cor da casca

Observou-se mudanças na coloração da casca dos frutos ao longo do período de armazenamento (Figura 54), com frutos apresentando notas entre 76 a 100% da casca amarela ao final do armazenamento. Os frutos recobertos com os extratos vegetais a base das folhas e dos frutos do nim (T1 e T2) apresentaram predominância de pigmentos verdes na casca por um maior período, quando comparados com os demais recobrimentos, principalmente os frutos T1 que até o 6º dia de armazenamento apresentaram classificação de frutos com 25% da casca amarela.

Isto se deu, provavelmente, devido ao extrato das folhas do nim (5%) ter retardado a degradação dos pigmentos de clorofila, proporcionando a predominância da cor verde por um maior período. Para os frutos com aplicação do fungicida Imazalil (T3) e o produto comercial a base do nim - Nimax® (T4), verificou-se mudanças na coloração da casca, principalmente a partir do 6º dia de armazenamento, com predominância da cor amarela na superfície da casca dos frutos.

**Figura 54** – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.), produto comercial a base do nim – Nimax® e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato dos frutos a 5%; T3: fungicida Imazalil; T4: Produto comercial a base do nim – Nimax®.



O desenvolvimento da cor da casca na fase de pós-colheita, é um dos primeiros sinais visíveis que indicam o início do amadurecimento do fruto. Esse desenvolvimento relaciona-se a outras mudanças químicas e fisiológicas, características do processo de amadurecimento, que ocorrem no período climatérico e antecedem à senescência (GÓIS, 2009).

A passagem da cor verde para amarela se deve à destruição da clorofila nos tecidos da casca e à síntese de carotenoides (CHEN, 1963; SIMÃO, 1998; ALI; LAZAN, 1998). Durante este período, a taxa de respiração do fruto aumenta rapidamente, atingindo o máximo na plena maturação. Após este período, ocorre perda de massa, a polpa torna-se mais escura e macia e o látex é destruído.

Os compostos pécticos da parede celular e da lamela média, bem como a hemicelulose, são transformados em compostos solúveis pela ação das enzimas pectinametilesterase (PME), endo e exo poligalaturonase (PG),  $\beta$ -galactosidases, arabinases e xilanases presentes na polpa do fruto (BICALHO et al., 2000; GIOVANNONI, 2001; ALI; CHIN; LAZAN, 2004; ABU-GOUKH; BASHIR, 2003; OWINO et al., 2004).

A coloração dos carotenoides varia do vermelho ao laranja, amarelo ou marrom. Assim, com a degradação da clorofila, os carotenoides previamente presentes nos tecidos tornam-se visíveis ou podem ser sintetizados com o avanço da maturação (GOIS, 2009; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Morais et al. (2007) verificaram que em mamões tratados hidrotermicamente e com diferentes fungicidas, ocorreu um rápido avanço da coloração amarela dos frutos ao longo do período de armazenamento, sendo que no 4º dia todos os frutos encontravam-se com a casca totalmente amarela. De acordo com Oliveira et al. (2002), a mudança de cor da casca é uma das variáveis físicas mais utilizadas para avaliação dos estádios de maturação de frutas.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), um dos principais indicativos do ponto de colheita do mamão é a alteração na cor da casca, mudando de verde para amarela. Essa alteração se deve a uma maior destruição de clorofila, pigmento responsável pela coloração verde e aumento na síntese de xantofila e carotenoides, que conferem uma coloração amarelada.

Moura (2007), avaliando a utilização de produtos biológicos e alternativos em melão Cantaloupe, verificou que a coloração da casca evoluiu com o período de armazenamento independentemente dos tratamentos. O tratamento de frutos com fungicida

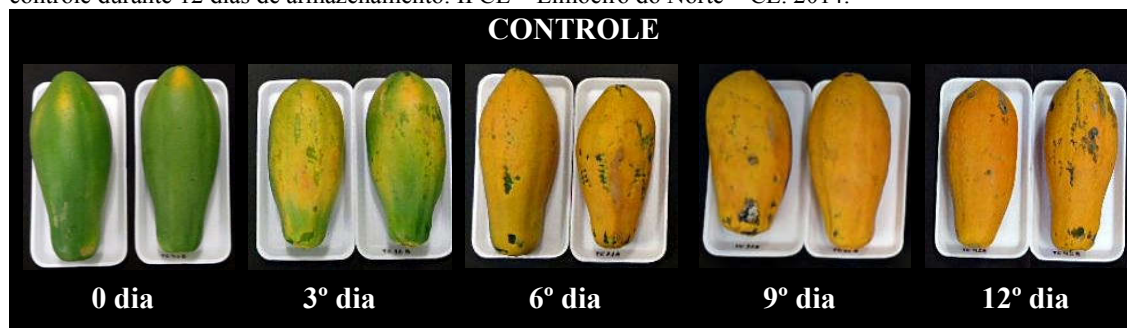
(Imazalil) proporcionou evolução mais rápida (até 17 dias de armazenamento) na qual eles receberam notas média de 2,73.

Após este período, os tratamentos que mais se destacaram na evolução da cor da casca foram os frutos tratados com produtos biológicos (*Trichoderma*), fungicida natural (cuja composição foi à base de plantas medicinais, dentre elas o nim) nos quais os frutos receberam notas em torno de 5,09, 5,01 e 4,53, respectivamente, no final dos 31 dias de armazenamento refrigerado sob atmosfera modificada.

Apesar da diferente cultura e condições avaliadas, observou-se resultados contraditórios com o presente experimento, já que neste a utilização do fungicida (Imazalil) auxiliou na alteração da cor verde para a amarela durante todo período de armazenamento dos frutos, sendo que, inicialmente os frutos se encontravam com uma coloração verde evoluindo para coloração amarela, característica desta cultivar.

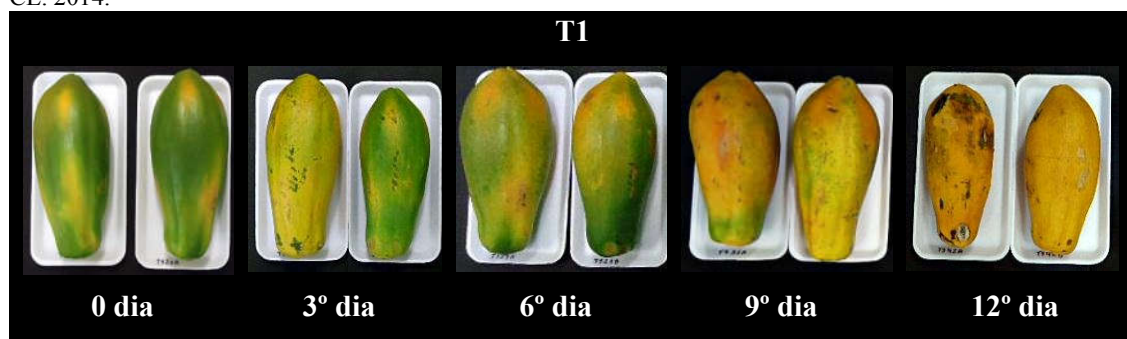
Seguem nas figuras 55, 56, 57, 58 e 59 imagens dos frutos durante o período de armazenamento, com as devidas alterações da coloração durante o amadurecimento:

**Figura 55** – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ correspondente aos frutos controle durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



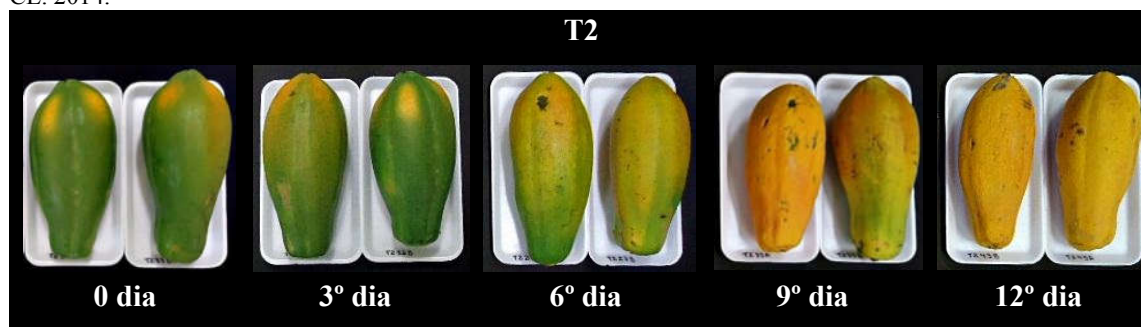
**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

**Figura 56** – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos das folhas do nim à concentração de 5% (T1) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



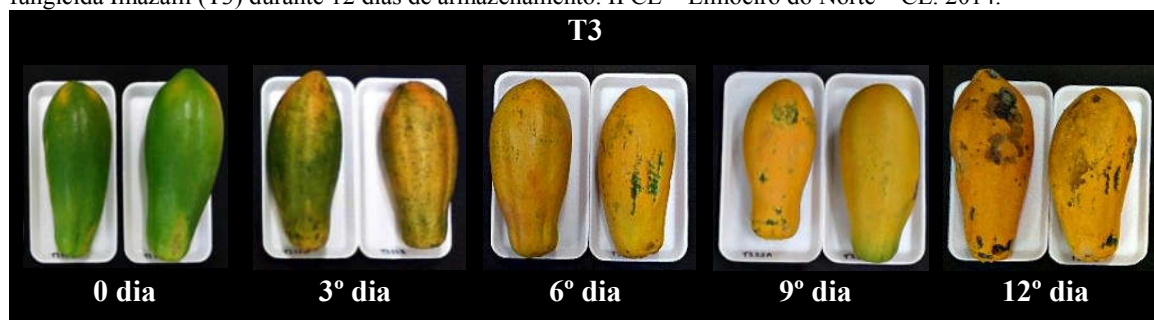
**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

**Figura 57** – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos dos frutos do nim à concentração de 5% (T2) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE, 2014.



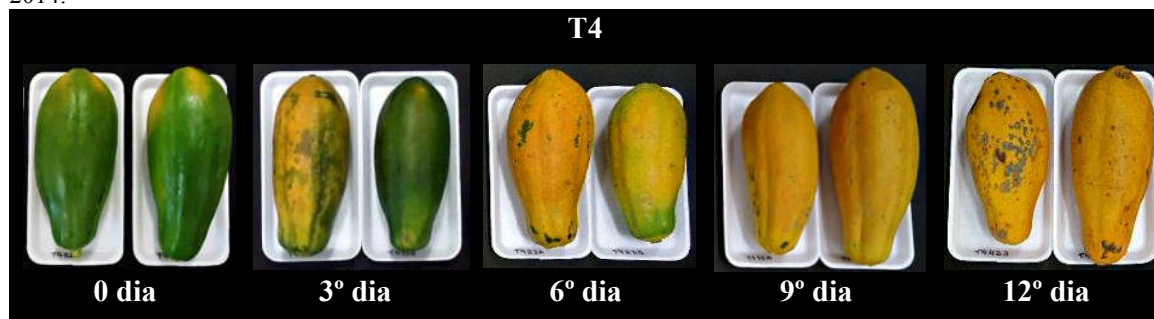
**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

**Figura 58** – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ com aplicação do fungicida Imazalil (T3) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE, 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

**Figura 59** – Avaliação da cor da casca de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com produto comercial a base do nim – Nimax® (T4) durante 12 dias de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE, 2014.



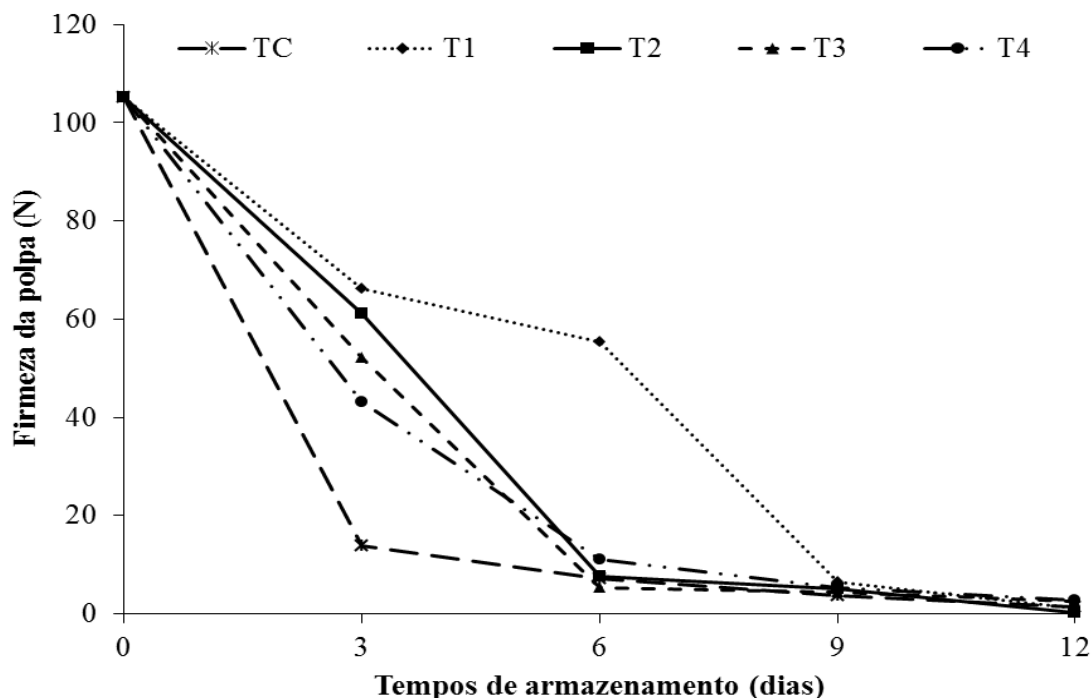
**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

### 5.2.5 Firmeza da polpa

Verificou-se que os frutos apresentaram inicialmente firmeza da polpa média de 105,12 N (Figura 60), ocorrendo diminuição desses valores ao longo do período de armazenamento, principalmente para os frutos do controle que no 3º dia de armazenamento apresentaram firmeza de 13,89 N. Verificou-se que os frutos T1 apresentaram firmeza da polpa relativamente superior aos demais frutos, com valor de 55,33 N no 6º dia, enquanto que os demais apresentaram valor médio de 7,84 N neste mesmo período. No 12º dia de armazenamento os frutos dos tratamentos T3 e T4 apresentaram os maiores valores de firmeza da polpa com 2,58 e 2,57 N, respectivamente.

Mesmo com diferenças nos valores finais de firmeza da polpa, observou-se que ao final do experimento os frutos estavam com polpa amolecida, succulenta e com odor bastante característico de frutos maduros, devido às diversas reações metabólicas dos frutos, durante o amadurecimento, e ação enzimática durante o processo de degradação da parede celular.

**Figura 60** – Avaliação da firmeza da polpa de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.), produto comercial a base do nim – Nimax® e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato dos frutos a 5%; T3: fungicida Imazalil; T4: Produto comercial a base do nim – Nimax®.



Morais et al. (2007), avaliando a firmeza de mamões tratados hidrotermicamente e com diferentes fungicidas, verificaram que a firmeza da polpa decresceu linearmente com o

tempo de armazenamento, variando de 25,50 para 13,45 N do 2º ao 8º dia de armazenamento, respectivamente. Esses autores afirmam que um dos principais atributos de qualidade que, frequentemente, estabelece a vida útil pós-colheita do mamão, é a firmeza da polpa. A velocidade de amaciamento depois de o fruto ser colhido é variável, dependendo da consistência inicial e da tecnologia de conservação empregada.

Chitarra e Chitarra (2005) afirmam que a diminuição da firmeza é normal durante o período de armazenamento sendo esta característica variável em função da cultivar, podendo sofrer alterações devido às condições climáticas regionais, posição do fruto na planta, grau de maturação, entre outros.

Moura (2007) verificou diferença significativa quanto à firmeza da polpa de melão Cantaloupe utilizando diversos tratamentos, sendo que o biológico (*Trichoderma*) com hipoclorito, apresentou maior firmeza, mas não diferiu dos tratamentos com fungicida natural, alecrim pimenta, fungicida (Imazalil) e controle. Os tratamentos com *Trichoderma* sem hipoclorito e capim citronela proporcionaram frutos menos firmes. No presente experimento, a utilização do fungicida (Imazalil) proporcionou redução na firmeza da polpa dos frutos durante o período de armazenamento.

Silva (2011), avaliando a utilização de óleos vegetais visando à qualidade de laranja Mimo-do-céu, verificou a ocorrência de elevação da firmeza para todos os tratamentos avaliados, embora os frutos tratados com óleo de girassol tenham apresentado as menores elevações de firmeza, enquanto que os frutos tratados com o produto comercial a base do nim (Rot Nim<sup>®</sup>) e óleo de girassol a 0,5% apresentaram os melhores resultados de firmeza no 16º dia de armazenamento.

Verificou-se no presente experimento que a utilização do produto comercial a base do nim (Nimax<sup>®</sup>) não auxiliou na manutenção da firmeza dos frutos durante o período de armazenamento. No entanto, no 12º dia apenas os frutos tratados com o produto comercial apresentaram o maior valor de firmeza da polpa, com 2,77 N, seguido dos frutos tratados com o fungicida (Imazalil) com 2,58 N.

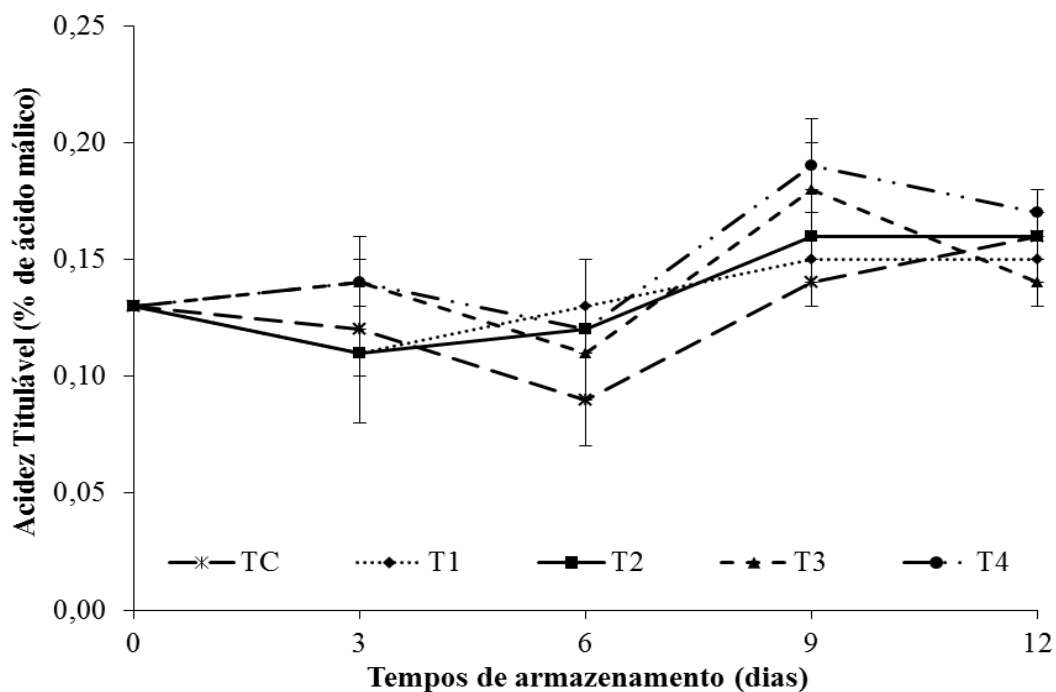
Ferreira (2010) afirma que a diferença de firmeza da polpa do mamão verde para o maduro deve-se a degradação das substâncias pécticas, que são os principais componentes químicos dos tecidos do fruto responsável pela mudança de textura no processo de amadurecimento.

### 5.2.6 Acidez Titulável

Houve uma pequena oscilação nos teores de ácidos até o final do armazenamento (Figura 61). O aumento nos teores de ácidos deve estar associado, possivelmente, à degradação de compostos presentes na parede celular dos frutos. Observou-se também ligeira redução desses teores para os tratamentos T1 e T3, com valores de 0,15 e 0,14% de ácido málico, respectivamente, provavelmente pela utilização dos ácidos orgânicos como substratos essenciais no processo respiratório dos frutos.

Os frutos T1 e T2 mantiveram o valor de 0,15 e 0,16% de ácido málico do 9º ao 12º dia de armazenamento, enquanto os frutos T4 apresentaram variação mínima de 0,19 a 0,17% de ácido málico, respectivamente.

**Figura 61** – Avaliação do teor de Acidez Titulável de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.), produto comercial a base do nim – Nimax® e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato dos frutos a 5%; T3: fungicida Imazalil; T4: Produto comercial a base do nim – Nimax®.



Segundo Costa e Balbino (2002) o aumento da acidez dos frutos pode ser atribuído à formação do ácido galacturônico no processo de degradação da parede celular, durante o amadurecimento do mamão, ainda que em pequenas quantidades. Porém, o decréscimo durante o período de armazenamento ocorre devido ao fato dos ácidos orgânicos estarem sendo largamente utilizados como substratos no processo respiratório ou na

transformação dos açúcares, não ocorrendo em todos os frutos, como por exemplo, a banana (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Bron (2006), também observou este caráter oscilatório ao longo dos dias de armazenamento, em mamões colhidos em diferentes estádios de maturação, podendo ocorrer o aumento da acidez com o amadurecimento, provavelmente devido à formação de ácido galacturônico, provenientes da degradação das pectinas ou ter seus valores reduzidos em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares.

Moura (2007) avaliando a utilização de alguns produtos alternativos em melão Cantaloupe, dentre eles o fungicida Imazalil, verificou que frutos tratados com o fungicida citado apresentaram oscilações com redução nos teores de acidez titulável, resultados semelhantes ao obtido no presente experimento; apesar da diferente cultura avaliada, o fungicida auxiliou na manutenção dos teores de acidez titulável dos frutos durante o período de armazenamento, com redução ao final do experimento.

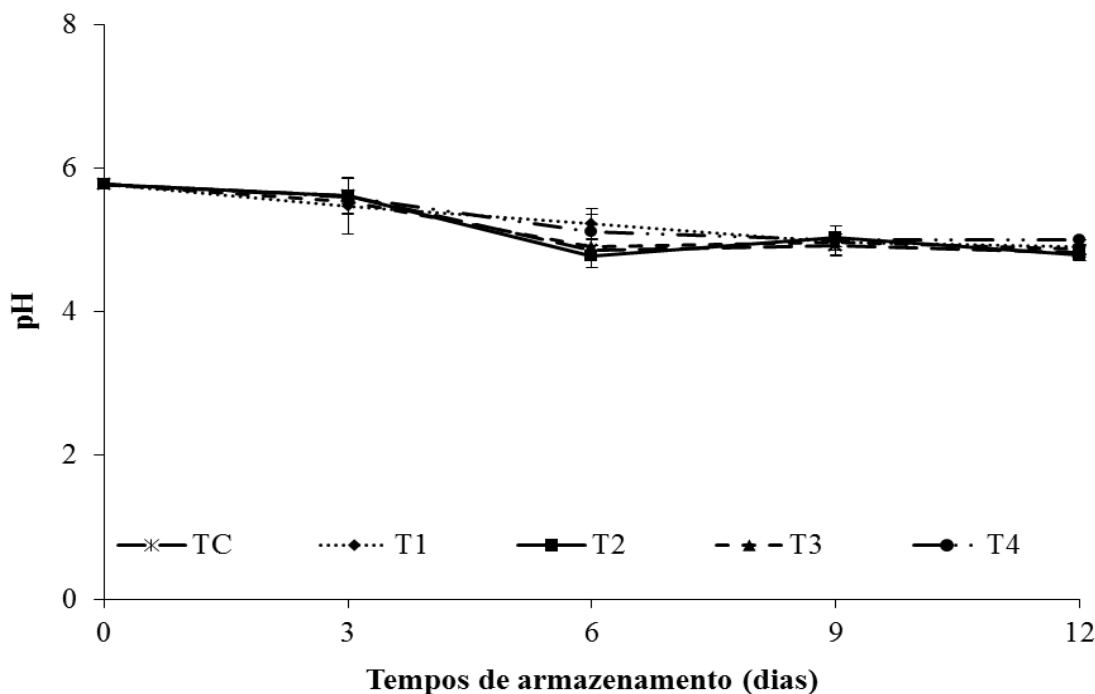
Após a colheita e durante o armazenamento, a concentração de ácidos orgânicos tende a declinar na maioria dos frutos, devido à larga utilização desses compostos como substrato respiratório e como esqueleto de carbono para a síntese de novos compostos (MOURA, 2007).

Xavier (2007) afirma que a diminuição dos ácidos orgânicos, ao longo do armazenamento, está relacionada com a utilização destes como substrato no processo respiratório. Oliveira (2013) verificou que frutos de mamão do grupo 'Solo' cultivar Golden tratados com fungicida (Procloraz) e os frutos controle apresentaram os maiores valores de acidez titulável, 0,13% e 0,14%, respectivamente, quando comparados com frutos tratados com óleo essencial de aroeira e com biofilme de amido, com valores de 0,11% e 0,09%, respectivamente. Resultados estes, semelhantes aos valores observados no presente experimento, em que o fungicida agiu de maneira eficiente em manter os menores teores de acidez titulável.

### 5.2.7 Potencial hidrogeniônico (pH)

Verificou-se que ao longo do período de armazenamento os valores de pH apresentaram uma redução (Figura 62) com valor médio inicial de 5,78 e final de 4,88, provavelmente devido ao avanço no amadurecimento dos frutos durante o período de armazenamento. Observou-se que no 6º dia de armazenamento os frutos recobertos com os extratos das folhas (5%) e os frutos recobertos com produto comercial a base do nim – Nimax<sup>®</sup> apresentaram resultados superiores aos demais com valor médio de pH de 5,23 e 5,11 respectivamente.

**Figura 62** – Avaliação do potencial hidrogeniônico (pH) de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.), produto comercial a base do nim – Nimax<sup>®</sup> e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato dos frutos a 5%; T3: fungicida Imazalil; T4: Produto comercial a base do nim – Nimax<sup>®</sup>.



De acordo com Góis (2009), o potencial hidrogeniônico (pH) representa uma medida indireta e inversa do grau de acidez de frutas e hortaliças, sendo que, quanto maior a acidez, menor é o valor de pH. Esta afirmação confirma os resultados obtidos no presente experimento, uma vez que os valores de pH dos frutos reduziram, enquanto o teor de acidez titulável apresentou aumento durante o período de armazenamento e amadurecimento.

Chitarra e Chitarra (2005) afirmam que os ácidos orgânicos presentes nos tecidos vegetais estão sempre associados aos seus sais de sódio e potássio, constituindo sistemas

tampões que dificultam a variação de pH. A capacidade tampão de alguns sucos permite que mesmo havendo grandes variações na acidez titulável, não haja variações apreciáveis de pH.

Góis (2009), avaliando a qualidade pós-colheita do mamão 'Formosa' em função da aplicação de aminoetoxivinilglicina (AVG), cita que o pH é uma medida indireta da acidez do fruto, variável não dependente, aparentemente, da síntese de etileno.

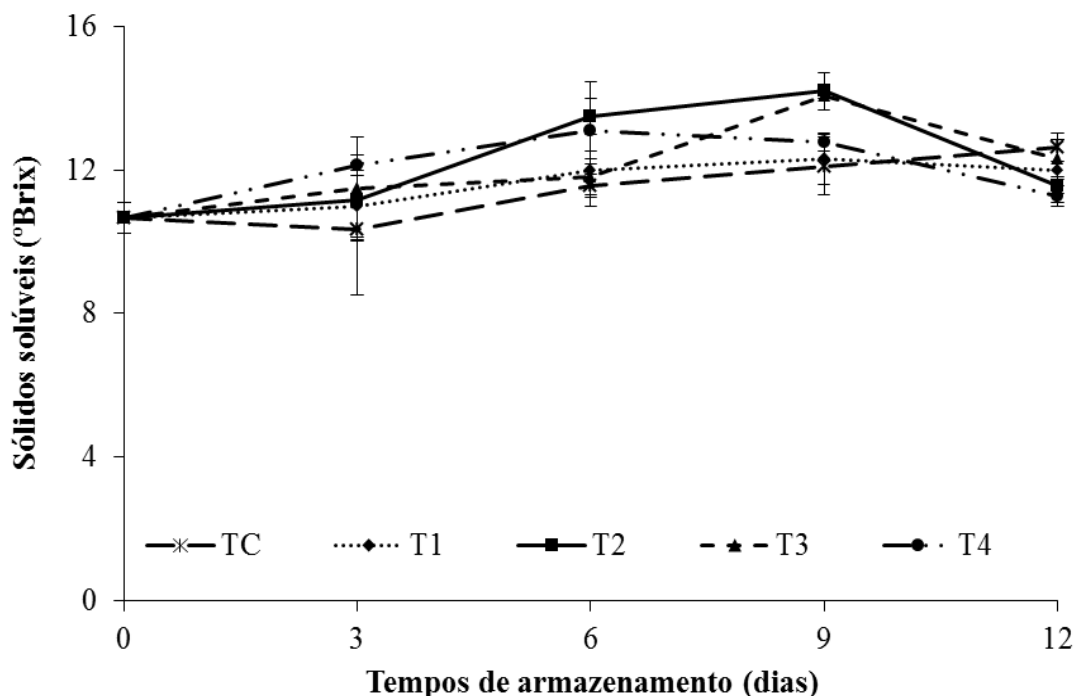
Grippa et al. (2008) ao avaliar a aplicação de óleo de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) em mamão, verificaram uma redução com posterior aumento do pH durante o período de armazenamento. Santos (2008) verificou diferença no pH de mamão Formosa 'Tainung 01' tratados com cera e 1-metilciclopropeno em diferentes estádios de maturação com valores variando de 5 a 6.

### 5.2.8 Sólidos solúveis

Houve um aumento nos teores de sólidos solúveis até o 9º dia de armazenamento (Figura 63), ocorrendo um pequeno decréscimo a partir desse tempo, com exceção dos frutos controle, que apresentaram um aumento nos teores de sólidos solúveis, até o 12º dia de armazenamento, com valor médio final de 12,63 °Brix, com maior média ao final do experimento.

Já os demais frutos, apresentaram valor médio final de 11,97; 11,57; 12,30 e 11,27 °Brix para os frutos T1, T2, T3 e T4 respectivamente. A ocorrência de decréscimo nos teores de sólidos solúveis ocorreu, provavelmente, devido ao fato do mamão ser um fruto climatérico, apresentando aumento da taxa respiratória durante o amadurecimento, assim, utilizando como substratos os açúcares no processo respiratório.

**Figura 63** – Avaliação do teor de sólidos solúveis de frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.), produto comercial a base do nim – Nimax® e fungicida Imazalil, armazenados a 28°C e UR de 55% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato dos frutos a 5%; T3: fungicida Imazalil; T4: Produto comercial a base do nim – Nimax®.



Trindade (2005), avaliando o efeito de derivados do nim e sua associação com defensivos comerciais sendo aplicados em meloeiro, verificou que não ocorreram diferenças significativas entre os diferentes tratamentos avaliados, embora os frutos tratados com o extrato aquoso das folhas do nim (a 5%) e os frutos tratados com óleo do nim associados a produtos químicos (imidacloprid e acetamiprid) tenham apresentado os maiores valores

médios, variando de 8,59 a 8,92 °Brix. No entanto, os frutos do controle apresentaram o maior valor médio (12,63 °Brix), possivelmente devido ao fato dos frutos apresentarem-se em estágio de maturação bastante avançado.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) a variável teor de sólidos solúveis, representa uma das melhores formas de avaliação do grau de doçura do produto e é maior com a evolução da maturação, devido aos processos de biossíntese, ou ainda, degradação de polissacarídeos.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da Instrução Normativa nº4, de 22 de janeiro de 2010 (MAPA, 2010) para comercialização o mamão deverá se apresentar fisiologicamente desenvolvido, com teor de sólidos solúveis mínimo de 11 °Brix. No entanto, o mamão com teor de sólidos solúveis inferior ao citado pode ser comercializado desde que não comprometa o seu uso proposto.

Santos (2008) cita que o teor de sólidos solúveis dos frutos é uma importante propriedade que pode ser utilizada como indicativo do ponto de colheita. Cantillano (2003) afirma que mamões colhidos em estágio de maturação mais tardio tendem a apresentar uma menor firmeza da polpa e menor vida útil, ocorrendo a possibilidade de apresentarem alterações fisiológicas indesejáveis.

Carnellosi et al. (2009) verificaram que frutos de mamão tratados com óleos essenciais de *Cymbopogon citratus* (capim-limão) inoculados com *C. gloeosporioides* apresentaram os maiores valores para sólidos solúveis, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos que constaram na utilização de *Eucalyptus citriodora* (eucalipto), biomassa cítrica (Ecolife®) e testemunha (com e sem inoculação do micro-organismo). Por outro lado, os frutos tratados e inoculados 24 horas após os tratamentos, não apresentaram diferenças significativas entre si para os valores de sólidos solúveis, com média de 11,56 °Brix, valor este próximo ao encontrado no presente experimento.

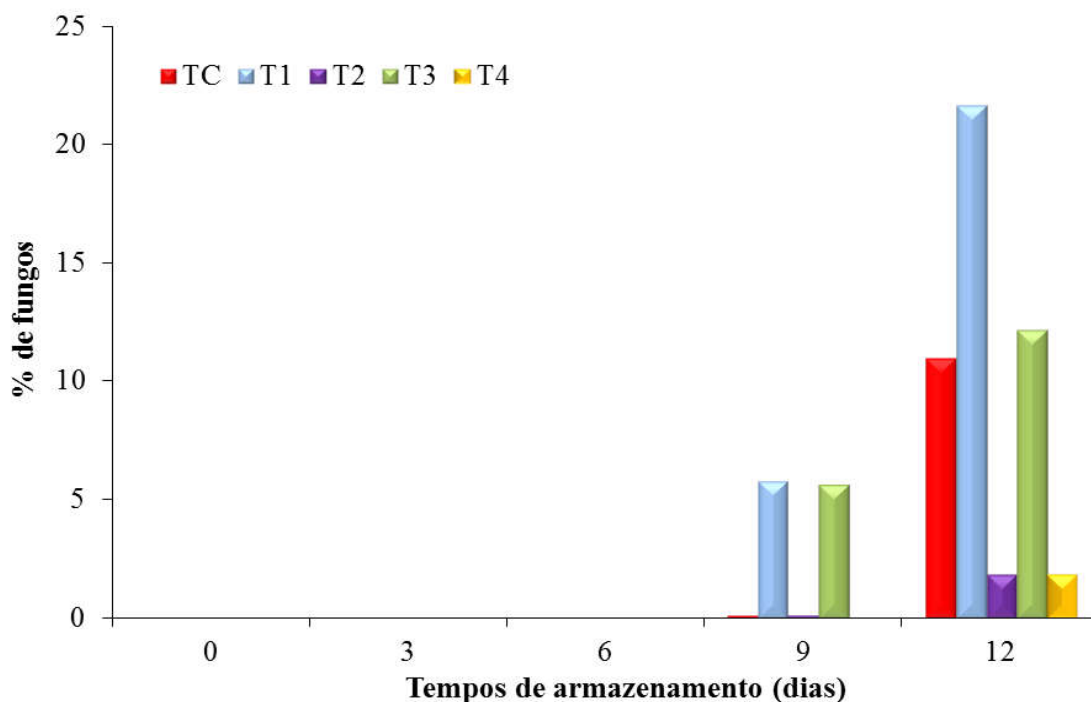
Paiva, Santos e Zacca (2014) verificaram acúmulo no teor de sólidos solúveis durante o amadurecimento de mamão Formosa, associando-o a uma liberação de oligossacarídeos da parede celular. Eles também citam que houve uma redução de 12% no grau de metoxilação das pectinas e diminuição no tamanho de partículas dos isolados pécnicos, confirmados por microscopia eletrônica.

### 5.2.9 Porcentagem de fungos

Verificou-se a ocorrência de fungos durante o período de armazenamento (Figura 64), a partir do 9º dia. Neste período, ocorreu desenvolvimento acentuado apenas para os frutos T1 e T3, com valores de 5,83% e 5,66%, respectivamente, enquanto que no 12º dia de armazenamento, observou-se a incidência de fungos em todos os tratamentos, com percentual mais acentuado para os frutos dos tratamentos TC, T1 e T3, com valores de 11,00%, 21,66% e 12,16%, respectivamente.

Para os tratamentos T2 e T4, verificou-se que os frutos não apresentaram diferenças significativas quanto ao percentual obtido, com valor médio de 1,83%. Desse modo, os extratos dos frutos do nim (5%) e a utilização de produto comercial (Nimax®) foram eficientes na inibição do desenvolvimento de fungos.

**Figura 64** – Avaliação da porcentagem de fungos em frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.), produto comercial a base do nim - Nimax® e fungicida Imazalil armazenados a 28°C e UR de 55% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014. TC: Controle; T1: Extrato das folhas a 5%; T2: Extrato dos frutos 5%; T3: Fungicida Imazalil; T4: Produto comercial a base do nim - Nimax®.



Ferreira (2013), avaliando a utilização de extratos vegetais no controle da antracnose verificou efeito inibitório dos extratos aquosos de folhas de erva cidreira e de sementes de graviola no controle *in vitro* da antracnose de fruto de mamão, causada pelo fungo *C. gloeosporioides*. O extrato aquoso de folhas de erva cidreira apresentaram ação

inibitória *in vitro* até seis dias no crescimento micelial do fungo, enquanto que o extrato de folhas de graviola apresentaram esse efeito por um período de até três dias.

Este último extrato apresentou, ainda, efeito inibitório no crescimento micelial do fungo *C. gloeosporioides* até seis dias, enquanto o extrato aquoso de sementes de nim apresentou efeito inibidor até o terceiro dia. No presente experimento, no entanto, a utilização de extrato aquoso a base das folhas do nim (5%) apresentou efeito inibitório quanto ao desenvolvimento de fungos até o 6º dia de armazenamento, com aparecimento de fungos na superfície dos frutos a partir do 9º dia de armazenamento.

O aparecimento de fungos somente a partir do 12º dia de armazenamento, mediante uso da citada utilização de extrato de nim, indica um percentual relativamente baixo (1,83%) quando comparado com os demais tratamentos, com exceção dos frutos tratados com o produto comercial Nimax<sup>®</sup>, que apresentaram resultados semelhantes, provavelmente devido elevadas concentrações do composto Azadiractina presentes nos frutos (cascas, polpas e sementes) e no óleo vegetal extraído das sementes do nim.

Simões e Spitzer (2000) atribuem à redução da capacidade de inibição apresentada pelos extratos vegetais, a volatilização dos constituintes químicos dos extratos e/ou a instabilidade dos mesmos, quando na presença de luz, calor e ar, como o caso da azadiractina presente nas folhas e nos frutos do nim, que é instável em altas temperaturas, em presença de luz e umidade, o que pode causar variações em seu teor dependendo do local ou de como as sementes de onde se extrai o óleo são colhidas e armazenadas (DEPIERI; MARTINEZ, 2010).

Estudos estão sendo realizados com o uso de extratos de plantas que têm sido apontados como eficientes no controle de doenças fúngicas. Segundo Tagami et al. (2009), em estudo de fungitoxidade de extratos brutos de erva cidreira, picão preto e alecrim no desenvolvimento *in vitro* de fungos, demonstraram que os extratos testados apresentaram ação fungitóxica sobre o crescimento micelial dos fungos *Alternaria alternata*, *Colletotrichum graminicola*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*, indicando, portanto, boas perspectivas para uso experimental desses extratos.

Silva et al. (2006) afirma que a discrepância entre os resultados obtidos com o uso de extratos vegetais no controle de fitopatógenos justifica-se pela quantidade e composição química variáveis dos extratos. Isso explica, em parte, porque ocorre diferença nos resultados

obtidos em pesquisas realizadas em diferentes locais com a mesma metodologia e a mesma espécie de planta.

Carneiro (2003), avaliando o efeito de extratos de folhas e do óleo de nim sobre o oídio do tomateiro verificou que os extratos de folhas de nim, produzidos com folhas recém-coletadas ou o extrato comercial, não foram eficientes no controle dessa doença, nas condições do experimento. Contudo, observou-se a eficácia do óleo emulsionável de nim no controle do oídio, o que é bastante interessante considerando-se a possibilidade de uso de um produto de baixa toxicidade e não agressivo ao meio ambiente.

Segundo o autor citado o óleo de nim tem sido testado com sucesso por alguns pesquisadores para o controle de fitopatógenos. Colaborando com as referidas teorias, (MARTINEZ, 2002) destaca que a maior eficiência do óleo em questão, em relação ao extrato de folhas, deve-se provavelmente à presença da azadiractina nas sementes.

Por outro lado, o extrato aquoso de folhas frescas de nim foi eficiente para o controle do oídio da ervilha. Os autores (SINDHAN; HOODA; PARASHAR, 1999), obtiveram redução na intensidade da doença em comparação com a testemunha e não observaram fitotoxicidade, seja com o uso do extrato de folhas nas concentrações de 10%, 20% e 30% ou com o do Neemadol a 0,25%, 0,5% e 1,0%.

Auto (2011) avaliando a utilização de óleos vegetais no controle da antracnose em mamão verificou que óleo de hortelã e o fungicida (mancozeb) foram capazes de inibir em 100% o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*. Os óleos de nim e cravo avaliados, por sua vez, não apresentaram capacidade de inibir o patógeno, enquanto os de hortelã e citronela reduziram a incidência e severidade da antracnose em frutos de mamão.

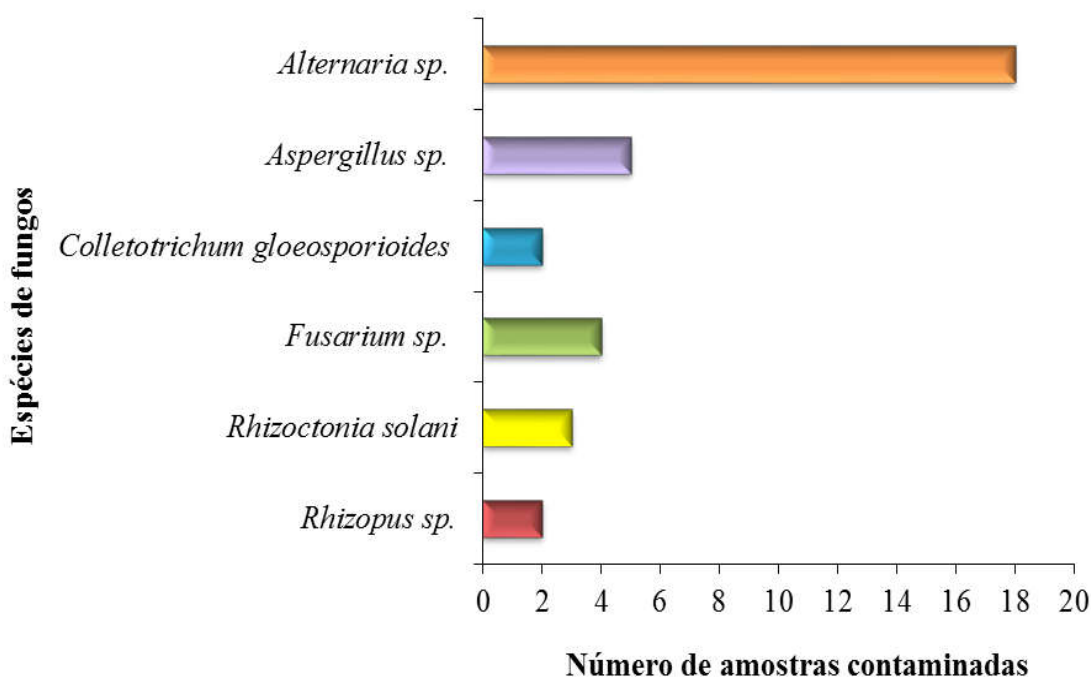
Os óleos essenciais de plantas são fontes potenciais de compostos antimicrobianos. No entanto, em alguns casos, existe uma dificuldade em comparar resultados obtidos em diferentes estudos, pois a composição e a quantidade dos óleos pode variar, dependendo da região geográfica, variedade, idade da planta, método de secagem e método de extração do óleo (AL-REZA et al., 2010).

Derbalah, Dewir e El-Sayed (2011) destacam que o uso de óleos essenciais como agentes antimicrobianos é considerado um risco baixo, pois acredita-se que é difícil um patógeno desenvolver resistência a complexa mistura de componentes ativos que compõem esses óleos.

### 5.2.10 Identificação de espécies de fungos

Verificou-se que ao final do armazenamento dos frutos ocorreu desenvolvimento de fungos, os quais foram identificados e quantificados de acordo com o número de amostras contaminadas (Figura 65), com maior predominância dos fungos da espécie *Alternaria* sp.

**Figura 65** – Identificação de espécies de fungos em frutos do mamoeiro Formosa ‘Tainung 01’ recobertos com extratos vegetais à base do nim (*Azadirachita indica* J.), produto comercial a base do nim - Nimax® e fungicida Imazalil armazenados a 28°C e UR de 55% durante 12 dias. IFCE – Limoeiro do Norte - CE. 2014.



Algumas podridões em pós-colheita podem ser observadas causando danos em frutos. A principal delas é a podridão-peduncular, que surge após a colheita na região de corte do pedúnculo, tomando a parte basal do fruto, geralmente no início do amadurecimento. A podridão-peduncular está relacionada principalmente ao fungo *Phoma caricaepapayae*, e posteriormente foi associada também a outros gêneros de fungos, como *Lasiodiplodia*, *Phomopsis* e, ocasionalmente, *Fusarium*. Frequentemente, o principal agente etiológico associado a esta doença tem sido o fungo *Lasiodiplodia theobromae* que tem crescimento rápido, causando muitas vezes a mumificação dos frutos. Atualmente, sabe-se também do envolvimento de outros fungos com a doença, sendo as espécies *Colletotrichum gloeosporioides*, *Mycosphaerella* sp., *Alternaria alternata*, *Stemphylium lycopersici*, *Geotrichum* sp. e *Rhizopus stolonifer* as mais frequentes (S. A, 2014).

A mancha-de-*Alternaria* caracteriza-se por produzir lesões circulares a ovais, negras, cobertas por uma massa de conídios pretos e, ou, por um micélio branco do patógeno. O agente causal desta doença é o fungo *Alternaria alternata* (Fries) Keissler, que pode causar danos significativos, especialmente em ambientes secos e após a refrigeração, sendo a temperatura ótima para o desenvolvimento da doença de 25 °C. A doença raramente é observada em frutos que não sofreram refrigeração. O fungo pode ser encontrado colonizando pecíolos senescentes, de onde os esporos podem contaminar os frutos durante a colheita, constituindo-se assim na principal fonte de inóculo (s. a, 2014).

Na figura 66 encontram-se imagens de frutos de mamão utilizados no presente experimento, os quais apresentaram contaminação por *Alternaria* sp. ao final do experimento:

**Figura 66** – Mamão Formosa ‘Tainung 01’ com incidência de patógenos durante o armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

Lima et al. (2009) avaliando a qualidade pós-colheita de mamão observaram a incidência dos fungos *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium* spp., *Alternaria alternata*, *Aspergillus* spp., *Stemphylium*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Rhizopus* spp. e *Penicilium* spp. A frequência de isolamento demonstrou que o fungo *Aspergillus* spp. apareceu em maior quantidade, seguido por *Colletotrichum gloeosporioides*. Este último, causa a doença conhecida como a mais severa em condições de pós-colheita, a antracnose (OLIVEIRA JUNIOR; COELHO; COELHO, 2006), além de ser agente causal de outras doenças.

De acordo com Silveira et al. (2005), além dos fungos citados anteriormente, outros principais que acabam ocasionando deterioração em mamão na fase de pós-colheita são

*Phoma caricae-papayae*, *Phomopsis* sp., *Asperisporium caricae*, *Phytophthora palmivora* e *Guignardia* sp.

Silva et al. (2012) avaliando a atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o crescimento de fitopatógenos verificaram que extrato aquoso de cravo-da-índia, controlou em 100% o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*, *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e *Pyricularia oryzae*. Além deste, os extratos de pimenta e nim estudados proporcionaram fungitoxicidade sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* e *P. oryzae*, respectivamente.

A presença de compostos com atividade antifúngica pode ser verificada, ainda, na utilização dos extratos de alho e nim. Corroborando com os resultados, Souza et al. (2007) constataram que os extratos obtidos das plantas de alho apresentaram-se eficientes na inibição do crescimento de *Fusarium proliferatum* e Silva et al. (2010) *apud* Silva et al. (2012) verificaram eficiência de extratos do nim para inibição de *Aspergillus niger*.

Segundo Oliveira Júnior, Coelho e Coleho (2006), podridões em mamão causadas por *Fusarium* spp. se expressam sob a forma de lesões aquosas ou até mesmo secas, deprimidas, podendo variar de 15 mm à 4 cm de diâmetro, frequentemente cobertos por micélios brancos e compactos do patógenos.

O tipo *Fusarium anthophilum* causa uma lesão bastante deprimida, com bordas relativamente definidas. No entanto, várias espécies de *Fusarium* podem causar podridão em frutos de mamão; a doença ocorre de forma esporádica e a contaminação pode ocorrer antes ou durante a colheita, embora a infecção visualmente seja mais comum durante o período de armazenamento dos frutos, que pode penetrar nestes através de ferimentos, embora eventualmente alguns frutos intactos possam torna-se susceptíveis à penetração do fungo.

Silva (2010), avaliando o efeito de extratos foliares de nim em *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*, verificou que o extrato apresentou-se eficiente na redução no crescimento micelial com o aumento das concentrações de extratos utilizadas. Maracano et al. (2005) *apud* Silva (2010) verificaram que extratos aquosos de sementes de nim reduziram o crescimento micelial de *Sclerotium rolfsii* Sacc, proporcionando uma redução superior ao fungicida iprodione utilizado.

Pereira et al. (2014), avaliando o uso de folhas de angico e nim no controle da antracnose em cajueiro, verificaram que o nim constitui um agroquímico orgânico de efeito importante para o controle desta doença. O aparecimento da leve coloração amarela na superfície foliar deve-se provavelmente a alta concentração dos extratos de nim utilizados.

De acordo com Tavares e Souza (2005) em mamão, a antracnose nos frutos, causada pelo fungo *C. gloeosporioides* Penz., apresenta sintomas que, normalmente, são

percebidos na fase avançada de maturação dos frutos, dessa forma, recomenda-se que o controle seja efetuado antes da fase de maturação.

De acordo com Ferreira (2013) em mamão, as doenças pós-colheita são responsáveis por perdas durante o processo de armazenamento e transporte do produto. As principais doenças pós-colheita do mamão são a antracnose, provocada por *Colletotrichum gloeosporioides*, e a podridão do pedúnculo, causada por *Phoma caricae-papaya*.

Além destas, outras podridões causadas por *Lasiodyplodia sp.*, *Alternaria sp.*, *Fusarium sp.*, *Stemphylium sp.* e *Rhizopus sp.* podem aparecer. Todas estas doenças pós-colheita, exceto a podridão causada por *Rhizopus sp.*, podem ser iniciadas a partir de infecções de campo (RESENDE; MARTINS, 2005).

Seguem, na figura 62, imagens das amostras de mamão Formosa ‘Tainung 01’ contaminadas com diferentes espécies de fungos no 12º dia de armazenamento:

**Imagem 67** – Mamão Formosa ‘Tainung 01’ com incidência de patógenos durante o 12º dia de armazenamento. IFCE – Limoeiro do Norte – CE. 2014.



**Fonte:** Raimunda Valdenice da Silva Freitas.

## 6 CONCLUSÕES

### Experimento I:

- ✓ Os extratos das folhas do nim proporcionaram um aumento na perda de massa dos frutos, enquanto que o extrato dos frutos a 10% reduziram;
- ✓ Os extratos vegetais não auxiliaram na manutenção da coloração verde dos frutos;
- ✓ Os frutos recobertos com extratos vegetais das folhas e dos frutos do nim a 5% apresentaram melhor aparência externa ao final do experimento;
- ✓ Os frutos de mamão recobertos com extrato das folhas do nim a 10% apresentaram o menor valor de firmeza da polpa ao final do período de armazenamento;
- ✓ O uso dos extratos vegetais proporcionaram redução de desenvolvimento de fungos durante o período de armazenamento, quando comparados com o controle.
- ✓ Com base na aparência externa, os frutos de mamão tratados com extratos vegetais das folhas e dos frutos do nim a 5% tiveram vida útil de 12 dias, enquanto os frutos tratados com extratos vegetais das folhas e dos frutos a 10%, apresentaram vida útil de 9 dias;
- ✓ Os frutos de mamão apresentaram maior desenvolvimento de fungos da espécie *Alternaria* sp., *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* e *Fusarium* sp.

## Experimento II:

- ✓ Os extratos vegetais a base do nim não reduziram a perda de massa dos frutos durante o período de armazenamento;
- ✓ Os frutos tratados com fungicida Imazalil e produto comercial Nimax<sup>®</sup> apresentaram maior firmeza da polpa dos frutos no 12º dia de armazenamento;
- ✓ A utilização de extratos vegetais a base dos frutos do nim a 5% e do produto comercial Nimax<sup>®</sup> são eficientes na redução de desenvolvimento de patógenos quando comparados com os demais tratamentos.
- ✓ Baseado na aparência externa, os frutos com aplicação dos recobrimentos e o controle tiveram vida útil pós-colheita de 9 e 6 dias, respectivamente;
- ✓ Os frutos de mamão apresentaram maior desenvolvimento de fungos da espécie *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp.

## REFERÊNCIAS

- ABU-GOUKH, A.; BASHIR, H. A. A. Changes in pectic enzymes and cellulose activity during guava fruit ripening. **Food Chemistry**, London, v. 83, n. 2, p. 213-218, 2003.
- AGNOLIM, C. A. **Óleo de citronela no controle de ectoparasitas de bovinos**. 2009. 64f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009.
- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5ª ed. Flórida: ELSEVIER, 2004. 903p.
- ALEXANDER, L.; GRIERSON, D. Ethylene biosynthesis and action intomato: a model for climateric fruit ripening. **Journal of Experimenta Botany**, v. 53, n. 377, p. 2039-2055, 2002.
- ALI, Z. M.; CHIN, L.; LAZAN, H. A comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. **Plant Science**, Limerick, v. 167, n. 2, p. 317-327, 2004.
- ALI, Z. M.; LAZAN, H. In.: SHAW, P. E.; CHAN JÚNIOR, H. T.; NAGY, S. Tropical and subtropical fruits. Florida, AGScience Inc., p. 401-445, 1998.
- ALMEIDA, H. J. de. **Influência de dois fungicidas no armazenamento de banana ‘Prata anã’ armazenada sob refrigeração e atmosfera modificada no Norte de Minas Gerais**. 2007. 39f. Monografia (Engenheiro Agrônomo) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2007.
- AL-REZA, S. M.; RAHMAN, A.; AHMED, Y.; KANG, S. C. Inhibition of plant pathogens in vitro and in vivo with essential oil and organic extracts of *Cestrum nocturnum* L. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 96, p. 86-92, 2010.
- AMADIOHA, A. C. Controlling rice blast in vitro and in vivo with extracts of *Azadirachta indica*. **Crop Protection**, Surrey, v. 19, n. 5, p. 287-290, 2000.
- AMARAL, M. F. Z. J.; BARA, M. T. F. Avaliação da atividade antifúngica de extratos de plantas sobre o crescimento de fitopatógenos. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v.2, n.2, p.5-8, 2005.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. Washington: AOAC, 17ª ed, 1115p., 1992.
- AUTO, I. C. **Uso de Óleos Vegetais no controle da Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc) em fruto de mamoeiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, UFAL-CECA. 35p. 2011.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. Ed. Nobel, v. 1, 1993.
- AZEVEDO, A. M.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; OLIVEIRA, C. M.; PEDROSA, C. E.; DORNAS, M. F. S.; CASTRO, B. M. C.; NEIVA, I. P.; RODRIGUES, G. A.; FERREIRA, M. A. M. **Perda de massa fresca e senescência de genótipos de alface cultivados em**

**ambiente protegido.** In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 51. *Anais...* Viçosa: ABH, p. S5098-S5106, 2011.

AZEVEDO, L. A. S. **Manual de quantificação de doenças de plantas.** São Paulo, 1998. 114p.

BALBINO, J. M. S. Colheita, pós-colheita e fisiologia do amadurecimento do mamão. In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (eds.) **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção.** Vitória - ES, p. 405-439, 2003.

BALBINO, J. M. S., COSTA, A. F. S. **Crescimento e desenvolvimento dos frutos do mamoeiro do ‘Grupo Solo’ e padrão de qualidade.** In: Martins, D. S., COSTA, A. F. S. (eds.) **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção.** Vitória - ES, p. 389-401, 2003.

BARBOSA, J. Q. **Conservação Pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’ com uso de quitosana.** 2012. 48f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Acre, 2012.

BERILLI, S. S.; OLIVEIRA, J. G.; MARINHO, A. B.; LYRA, G. B.; SOUSA, E. F.; VIANA, A. P.; BERNARDO, S.; PEREIRA, M. G. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 011-014, 2007.

BICALHO, U. de O. **Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento com cálcio e filme de pvc.** 1998, 145 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1998.

BICALHO, U. O.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F.; COELHO, A. H. R. Modificações texturais em mamões submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e embalagem de PVC. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 136-146, 2000.

BISWAS, K.; CHATTOPADHYAY, I.; BANERJEE, R.; BANDYOPADHYAY. Biological activities and medicinal properties of Neem (*Azadirachta indica*). **Current Science**, v. 82, n. 11, p. 1336-1345, 2002.

BORGES, C. D.; MENDONÇA, C. R. B.; ZAMNIAZI, R. C.; NOGUEIRA, C.; PINTO, E. M.; PAIVA, F. F. Conservação de morangos comestíveis à base de goma xantana e óleo essencial de sálvia. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1071-1083, 2013.

BRANDÃO, I. D. Nim mostra-se eficaz contra Fusariose da Pimenta-do-Reino. **Revista Procampo** 34ª Edição (Outubro/Novembro de 2011). Disponível em: <http://www.revistaprocampo.com.br/ver-noticia/45>.>. Acesso em: 30 de junho de 2014.

BRON, I. U. **Amadurecimento do mamão ‘Golden’: ponto de colheita, bloqueio da ação do etileno e armazenamento refrigerado.** 2006. 66f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

CANTILLANO, F. F. Bases do Manejo pós-colheita e logística na produção integrada de frutas. In: MARTINS, D. S. **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno.** Vitória – ES: INCAPER, p. 131-141, 2003.

CARNEIRO, S. M. de T. P. G. Efeito de extratos de folhas e do óleo de nim sobre o oídio do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, v. 29, p. 262-265, 2003.

CARNEIRO, S. M. de T. P. G.; PIGNONI, E.; VASCONCELLOS, M. E. C.; GOMES, J. C. Eficácia de extratos de nim para o controle do oídio do feijoeiro. **Summa Phytopathologica**. Botucatu, v. 33, n. 1, p. 34-39, 2007.

CARNELOSSI, P. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; ITAKO, A. T.; MESQUINI, R. M. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 399-406, 2009.

CARVALHO, A. V.; LIMA, L. C. O. Modificação de componentes da parede celular e enzimas de kiwis minimamente processados submetidos ao tratamento com ácido ascórbico, cítrico e CaCl<sub>2</sub>. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 386-390, 2008.

CARVALHO, P. R. S. **Extratos vegetais: Potencial elicitor de fitoalexinas e atividade antifúngica em antracnose do cajueiro**. 2010. 64f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias *Campus* Jaboticabal, São Paulo, 2010.

CHEN, N. K. L. Chemical changes during the postharvest ripening of papaya fruit. M. S. Thesis, University of Hawaii. 24 p, 1963.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CONABIO. Disponível em: <<http://www.conabio.gov.mx>>. Acesso em 25 de fevereiro de 2007.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. **Doenças**. In: banana. Brasília, EMBRAPA, Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p.116-117.

COSTA, A. de F. S.; BALBINO, J. M. S. **Mamão: pós-colheita**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca Fruticultura, (Frutas do Brasil, 21), 2002. 59p.

COSTA, A. R. **Ozônio como agente fungicida na pós-colheita do mamão (*Carica papaya* L.)**. 2012. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2012.

CRUZ, M. J. S. da. **Ação de compostos bioativos na conservação pós-colheita de manga Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.)**. 2006. 67f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual de Maringá, 2006.

CRUZ, M. M.; LINS, S. R. O.; OLIVEIRA, S. M. A.; BARBOSA, M. A. G. Efeito de óleos essenciais e revestimentos comestíveis sobre podridão pós-colheita em manga, cv. Kent. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 1-6, 2012.

DEPIERI, R. A.; MARTINEZ, S. S. Redução da Sobrevivência da Broca - do - Café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), e do Seu Ataque aos Frutos de Café pela Pulverização com Nim em Laboratório. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 4, p. 632-637, 2010.

DERBALAH, A. S.; DEWIR, Y. H.; EL-SAYED, A. E. Antifungal activity of some plant extracts against sugar beet damping-off caused by *Sclerotium rolfsii*. **Annals of Microbiology**, 2011.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo Solo comercializados em quatro estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, p. 541-545, 2001.

FAO. **Produção Mundial de mamão de 2011**. Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa.br/>>. Atualizado em 16/01/2013. Acesso em 08/01/2014.

FERNANDES, P. L. O.; AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, P. A.; SOUSA, A. E. D.; FERNANDES, P. L. O. Qualidade de mamão Formosa produzido no RN e armazenado sob atmosfera passiva, **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 599-604, 2010.

FERREIRA, E. F. **Uso de extratos vegetais no controle da antracnose *Colletotrichum gloeosporioides* Penz) em mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. 2013. 53f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2013.

FERREIRA, F. L. **Caracterização física, química, sensorial e de compostos funcionais em mamão verde do grupo formosa minimamente processado**. 2010. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

FERREIRA, J. P.; SCHMILDT, E. R.; AMARAL, J. A. T.; SCHMILDT, O.; NASCIMENTO, A. L. Enraizamento in vitro de clones de mamoeiro ‘Tainung 01’, **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 563-566, 2011.

FEYGENBERG, O.; HERSHKOVITZ, V.; BENARIE, R.; JACOB., S.; PESIS, E.; NIKITENKO, T. Postharvest use of organic coating for maintaining bio-organic avocado and mango quality. **Acta Horticulturae**, v. 682, p.1057-1062, 2005.

FILGUEIRAS, H. A. C. Avanços tecnológicos em pós-colheita. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA, 2., 2007. Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 382 p.

FONSECA, M. J. O. **Conservação pós-colheita de mamão (*Carica papaya* L.): análise das cultivares sunrise, solo e golden, sob controle de temperatura e de atmosfera modificada**. 2002. 177f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade do norte Fluminense – UENF, Campos dos Goytacazes – RJ, 2002.

FONTES, R. V.; SANTOS, M. P.; FALQUETO, A. R.; SILVA, D. M. Atividade da pectinametilesterase e sua relação com a perda de firmeza da polpa de mamão cv. Sunrise Solo e Tainung. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 054-058, 2008.

FOOD INGREDIENTS BRASIL, nº11, 2010. Disponível em: <http://www.revistafi.com/materiais/120.pdf>. Acesso em: 05 de julho de 2014.

FREITAS, J.A.D.; LIMA, J.R.; NASSU, R.T.; FILGUEIRAS, H.A.C.; BASTOS, M. S.R.; SILVA, E.O. **Manual de Boas Práticas Agrícolas para a cultura do Meloeiro** (BPA MELÃO). Embrapa. 2003.

FRUTISÉRIES. **Mamão**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2000. 8 p.  
GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. **Escolha de cultivares e plantio**. In: Silva, J. B. C. da; Giordano, L. B. Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa. p. 36-59.2000.

GIOVANNONI, J. Molecular biology of fruit maturation and ripening. **Annual Review of plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 52, p. 725-749, 2001.

GODOY, A. E.; CERQUEIRA-PEREIRA, E. C.; JACOMINO, A. P. 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, 2008.

GOIS, V. A. de. **Qualidade pós-colheita do mamão Formosa 'Tainung 01' em função da aplicação em pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG)**. 2009, 104f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2009.

GRIPPA, G. de A.; REIS, F. de O.; OLIVEIRA JÚNIOR, L. F. G. de, BISPO, W. M. da S. B.; NASCIMENTO, V. de L.; MATSUMOTO, S. T.; SANTANA, E. N. de. Avaliação da aplicação do óleo de *Schinus terebinthifolius* no período pós-colheita de mamão. In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura, 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, Vitória/ES, 2008.

GUIMARÃES, K. A. S.; ANDRADE, A.S. Contaminação de produtos lácteos por *Staphylococcus aureus*: Revisão Bibliográfica. **Revista Higiene Alimentar**, v. 22, n.163, p. 56-61, 2008.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal de 2011**. Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa.br>>. Acesso em 12 de maio de 2014.

IMMICH, A. P. S. **Remoção de Corantes de Efluentes Têxteis Utilizando Folhas de Azadirachta Indica como Adsorvente**. 2006. 119f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos de alimentos**. 5.ed. São Paulo, 2008. 120 p.

ISMÁN, M.B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 45-66, 2006.

JACOMINO, A. P.; BRON, I. U.; KLUGE, R. A. Avanços em tecnologia pós-colheita de mamão. In: MARTINS, D. S. **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória – ES: INCAPER, p.277-289, 2003.

JERÔNIMO, E. M.; BRUNINI, M. A.; ARRUDA, M. C.; CRUZ, J. C. S.; GAVA, G. J. C.; SILVA, M. A. Qualidade de mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob atmosfera modificada. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 237-243, 2007.

KECHINSKI, C. P.; MARCZAK, L. D.; NORENA, C. Z.; BENDER, R. J. **Avaliação do uso de ozônio sobre a conservação do mamão papaia (*Carica papaya* L.) cultivar Solo variedade Golden**. In: VI – Oktober Fórum – PPGEQ, 2007. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/11209/000608391.pdf?sequence=1> Acesso em: 30 de junho de 2014.

KLUGE, R. A.; JACOMINO, P. A. Shelf life of peach treated with 1-methylcyclopropene. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 69-72, 2002.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Maturação e colheita**. In: Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado. 2. ed. Campinas: Rural. Cap. 6, p. 65-78, 2002.

KRONGYUT, W.; SRILAONG, V.; UTHAIRATANAKIJ, A.; WONGS-AREE, C.; ESGUERRA, E. B.; KANLAYANARAT, S. Physiological changes and cell wall degradation in papaya fruits cv. ‘Kaek Dum’ and ‘Red Maradol’ treated with 1-methylcyclopropene. **International Food Research Journal**, v. 18, p. 1251-1259, 2011.

KUMAR, R. SRIVASTAVA, M.; DUBEY, N. Evaluation of *Cymbopogon martinii* oil extract for control of postharvest insect deterioration in cereals and legumes. **Journal of Food Protection**, v. 70, n. 1, p. 172-178, 2007.

LEITE, C. D.; BOTELHO, R. V.; BROETTO, D.; MACHADO, D.; MAIA, A. J.; FARIA, C. M. D. R. Controle Pós-Colheita da Podridão Amarga da Maçã com o Uso do Óleo de nim. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 1644-1648, 2009.

LIBERATO, J. R.; TATAGIBA, J. S. Avaliação de fungicidas in vitro e em pós-colheita para o controle da antracnose e da podridão peduncular e frutos de mamão. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 27, n. 4, p. 409-414, 2001.

LIMA, A. B. de; SILVA, S. de M.; ROCHA, A.; NASCIMENTO, L. C. do N.; RAMALHO, F. de S. Conservação pós-colheita de manga ‘Tommy Atkins’ orgânicas sob recobrimentos bio-orgânicos, **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 704-710, 2012.

LIMA, L. M. de; MORAIS, P. L. G. de; MEDEIROS, E. V. de; MENDONÇA, V.; XAVIER, I. F.; LEITE, G. A. Qualidade pós-colheita do mamão Formosa ‘Tainung 01’ comercializados em diferentes estabelecimentos no município de Mossoró – RN. Comunicação Científica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 902-905, 2009.

LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; BISCEGLI, C. I.; FILGUEIRAS, H. A. C.; COCOZZA, F. D. M. Conservação de melões Gália ‘Solar King’ tratados com 1-metilciclopropeno. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 121-126, 2004.

LUCENA, C. C. de; FEITOSA, H. de O.; ROSA, R. de C. da; SILVA, A. C. de; BUSQUETE, R. N. B.; CONEGLIAN, R. C. C.; VASCONCELLOS, M. A. da S. Avaliação de tratamentos alternativos na pós-colheita de banana cv. “nanicão”. **Revista Universidade Rural**. Série Ciência da Vida, v. 24, n. 1, p. 93-98, 2004.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S.; CARVALHO, J.M.; FIGUEIREDO, R.W. **Processamento de frutas tropicais: nutrição, produção e controle de qualidade**. UFC, Fortaleza, p. 277, 2009.

MAKHAIK, M.; NAIK, S. N.; TEWARY, D. K. Evaluation of anti-mosquito properties of essential oils. **Journal of Scientific and Industrial Research**, v. 64, n. 2, p. 129-133, 2005.

MAPA – INSTITUTO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa nº4, de 22 de janeiro de 2010**. Disponível em: <[http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/407980b27b39cf903257a0d0045429a/\\$FILE/IN%20N%C2%BA%204-2010.pdf](http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/407980b27b39cf903257a0d0045429a/$FILE/IN%20N%C2%BA%204-2010.pdf)> Acesso em: 02 de junho de 2014.

MARTINEZ, S. S. Composição do nim. In: MARTINEZ, S. S. **O Nim – *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, p. 23-30, 2002.

MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória, ES: Incaper, 2003.

MARTINS, L. P.; RODRIGUES, A. A.; NASCIMENTO, L. C.; SILVA, S. M.; WANDERLEY, P. A. **Controle de doenças na pós-colheita de mamão Golden utilizando tratamento hidrotérmico e extrato de erva-doce**. In: MARTINS, D. S. *Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão*. Vitória, ES: Incaper, s. v, s. n, p.422-426, 2005.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. L. da S. **Processamento de mamão**. In: MARTINS, D. S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção**. Vitória: Incaper, 2003. 450p.

MENDONÇA, V. **Fruticultura Tropical: importância da fruticultura, poda das frutíferas, propagação de frutíferas**. 1. ed. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2009. 563p.

MOLINARI, A. C. F. **Métodos combinados para preservar a qualidade pós-colheita do mamão ‘Golden’ tipo exportação**. 2007. 75f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura e no Abastecimento e no Ambiente, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

MORAIS, P. L. D.; SILVA, G. G.; MENEZES, J. B.; MAIA, F. E. N.; DANTAS, D. J.; JÚNIOR, R. S. Pós-colheita de mamão híbrido UENF/CALIMAN 01 cultivados no Rio Grande do Norte. Comunicação Científica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 666-670, 2007.

MORDUE, A. J.; NISBET, A. J. **Azadirachtin from the neem tree *Azadirachata indica*: its action against insects.** Anais da Sociedade Entomológica do Brasil. v. 29, p. 615-632, 2000.

MOREIRA, R. N. A. G. **Qualidade de frutos de goiabeiras sob manejo orgânico, ensacados com diferentes diâmetros.** 2004. 72f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG, 2004.

MOSSINI, S.A.G.; KEMMELMEIER, C. A árvore Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): Múltiplos Usos. Maringá. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, Buenos Aires, v. 24, n.1, p. 139-148, 2005. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com> >. Acesso em: 05/08/2014.

MOURA, G. S. **Conservação pós-colheita e controle da Antracnose em frutos de maracujá-amarelo por derivados de capim-limão.** 2010. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, 2010.

MOURA, R. D. **Produtos biológicos e alternativos no controle de doenças pós-colheita em melão cantaloupe.** 2007. 68f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró, 2007.

NASCIMENTO, F. R.; CARDOSO, M. G.; SOUZA, P. E.; LIMA, R. K.; SALGADO, A. S. P.; GUIMARÃES, L. G. L. Efeito do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC) e do emulsificante Tween® 80 sobre o crescimento micelial de *Alternaria alternata* (Fungi: Hyphomycetes). **Acta Amazônica**, v. 38, n. 3, p. 503-508, 2008.

NASCIMENTO, R. J.; MIZUBUTI, E. S. G.; CÂMARA, M. P. S.; FERREIRA, M. F.; MAYMON, M.; FREEMAN, S.; MICHEREFF, S. J. First Report of Papaya Fruit Rot Caused by *Colletotrichum magna* in Brazil. **Plant Disease**, v. 94, p. 1506, 2010.

NEVES, B. P.; OLIVEIRA, I. P.; NOGUEIRA, J. C. M. **Cultivo e Utilização do Nim Indiano.** EMBRAPA, Santo Antônio de Goiás, Circular Técnica 62, 2003, 12p.

OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G.; COELHO, E. M.; COELHO, F. C. Caracterização pós colheita de mamão armazenado em atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.10, n.3, p.660-664, 2006.

OLIVEIRA JÚNIOR, L. F. G. **Conservação pós-colheita de mamão (*Carica papaya* L.) utilizando atmosfera modificada em diferentes temperaturas de armazenamento.** 2002. 82f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ. 2002.

OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS FILHO, H. P.; MEISSER FILHO, P. E. Manejo de doenças do mamoeiro. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50852/1/Curso-Manejo-Doencas.pdf>> Acesso em: 15 de janeiro de 2014.

OLIVEIRA, B. F. **Película de amido de mandioca, associada ou não, a óleos essenciais no controle pós-colheita da antracnose em mamão.** 2013. 92f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

OLIVEIRA, D. D. S.; LOBATO, A. L.; RIBEIRO, S. M. R.; SANTANA, A. M. C.; CHAVES, J. B. P.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Carotenoids and vitamin C during handling and distribution of guava (*Psidium guajava* L.), mango (*Mangifera indica* L.), and papaya (*Carica papaya* L.) at commercial restaurants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 10, p. 6166-6172, 2010.

OLIVEIRA, E. B. L. **Conservação pós-colheita de mamão 'Sunrise Solo' com uso de revestimentos naturais**. 2010. 55f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Universidade Federal do Acre, Rio Branco: UFAC, 2010.

OWINO, W. O.; NAKANO, R.; KUBO, Y.; INABA, A. Alterations in cell wall polysaccharides during ripening in distinct anatomical tissue regions of the fig (*Ficus carica* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 32, p. 67–77, 2004.

PAIVA, G. de; SANTOS, K. A. dos; ZACCA, P. L. **Análises físico-químicas do mamão (*Carica papaya* L.) em diferentes estágios de maturação**. Disponível em: <[http://http://www.fundagres.org.br/eventos/cd\\_papaya2009/arquivos/3\\_Fisiologia\\_Pos\\_Col\\_eita/email1.pdf](http://http://www.fundagres.org.br/eventos/cd_papaya2009/arquivos/3_Fisiologia_Pos_Col_eita/email1.pdf)> Acesso em: 01 de julho de 2014.

PAZ, D. S.; RODRIGUES, A. A. C.; DINIZ, N. B.; BRANDÃO, L. C. de S.; CAMPOS NETO, J. R. M. **Ação inibitória de extratos vegetais e óleos de nim sobre *Corynespora cassiicola*, agente causal da mancha-alvo do mamoeiro**. In: Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE, Cadernos de Agroecologia, v. 6, n. 2, 2011.

PEIXOTO, A. M. S. **Controle de patógenos e prolongamento da vida útil pós-colheita do mamão Formosa 'Tainung 01' através do controle biológico e químico**. 2005. 68f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2005.

PEREIRA, A. J.; MORAIS, S. M.; ALVEZ, V. H. T.; RODRIGUES, P. A.; QUEIROZ, M. M. M. **Uso das folhas de angico e nim no controle da antracnose em cajueiro anão precoce *Anacardium occidentale* L.** Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br>. Acesso em: 15 de maio de 2014.

PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S.; BISPO, A. S. R.; SANTOS, D. B.; SANTOS, S. B.; SANTOS, V. J. Amadurecimento de mamão Formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, 2006.

PEREIRA, M. G. **Melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.): desenvolvimento e recomendação de híbridos**. In: Feitosa, C. (ed.) I Semana Acadêmica de Horticultura do Espírito Santo, SEAHORTES. Alegre, ano 1, n. 1, p. 61-65, 2003.

PINTO, L. K. A.; MARTINS M. L. L.; RESENDE E. D.; THIÉBAUT J. T. L. Atividade da pectina metilesterase e da  $\beta$ -galactosidase durante o amadurecimento do mamão cv. Golden. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP. v. 33, n. 3, p. 713-722, 2011.

POTENZA, M. R. Produtos Naturais para o Controle de Pragas. **X Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico – Café**. Mococa: Instituto Biológico, 2004. 101p.

PRATES, H. T.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Atividade de Extrato Aquoso de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 38, n. 3, p. 437-439, 2003.

QUEIROZ, R. F. **Desenvolvimento de mamão Formosa ‘Tainung 01’ cultivado em Russas-CE**. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2009.

QUINTELA, E. D.; PINHEIRO, P. V. Efeito de extratos botânicos sobre a oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B em feijoeiro. **Comunicado Técnico 92**, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 2004. 6p.

RAGONHA, E. Estudos do mercado interno visando à comercialização do mamão (*Carica papaya* L.) dos grupos solo e formosa. **Toda Fruta**. Disponível em: <[http://http://www.todafruta.com.br/noticia/8234/ESTUDOS+DO+MERCADO+INTERNO+VISANDO+A+COMERCIALIZA%C7%C3O+DO+MAM%C3O+\(%3CI%3ECARICA+PAPAYA+L.%3C\\_I%3E\)+DOS+GRUPOS+SOLO+E+FORMOSA](http://http://www.todafruta.com.br/noticia/8234/ESTUDOS+DO+MERCADO+INTERNO+VISANDO+A+COMERCIALIZA%C7%C3O+DO+MAM%C3O+(%3CI%3ECARICA+PAPAYA+L.%3C_I%3E)+DOS+GRUPOS+SOLO+E+FORMOSA)>. Acesso em: 01 de julho de 2014.

RAJA, N.; ALBERT, S.; IGNACIMUTHUS, S.; DORN, S. Effect of volatile oils in protecting stored *Vigna unguiculata* (L.) Walpers against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) infestation. **Journal of Stored Products Research**, Denver, v. 37, n. 2, p. 127-132, 2001.

REZENDE, J. A.; MARTINS, M. C. Doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.) In: KIMATI, H. et al. **Manual de Fitopatologia**. 4ª ed. v. 2, São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 435-447.

RIBEIRO, M. D. **Estudos preliminares do comportamento do mamão Formosa armazenado em condições ambientais**. 2002, 39f. Monografia (Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, ESAM, Mossoró, 2002.

RIBEIRO, W. S.; BARBOSA, J. A.; CARNEIRO, G. G.; LUCENA, H. H.; ALMEIDA, E. I. B. Controle do fungo peduncular do abacaxi Pérola. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 1, p. 1-6, 2011.

RIGOTI, M. **Cultura do mamoeiro**. Disponível em: <http://www.portaldahorticultura.xpg.com.br/CulturadoMamoeiro.pdf>>. Acesso em: 09 de junho de 2014.

RISTOW, N. C.; MALGARIM, M. B.; GONÇALVES, E. D.; TREVISAN, R.; CANTILLANO, F. R. F.; ANTUNES, L. E. C. Armazenamento em atmosfera modificada de amora-preta cv. Tupy por diferentes períodos. Disponível em: <[http://www.ufpel.edu.br/cic/2004/arquivos/CA\\_01548.doc](http://www.ufpel.edu.br/cic/2004/arquivos/CA_01548.doc)>. Acesso em: 24 de janeiro de 2013.

ROCHA, R. H. C. **Qualidade e vida útil pós-colheita do mamão Formosa ‘Tainung01’ armazenado sob refrigeração**. 2003. 64f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, RN. 2003.

ROCHA, R. H. C.; NASCIMENTO, S. R. C.; MENEZES, J. B.; NUNES, G. H. S.; SILVA, E. O. Qualidade pós-colheita do mamão Formosa armazenado sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 386-389, 2005.

RODRIGUES, M. L. M. **Métodos de aplicação de óleos essenciais no controle da antracnose em frutas de bananeira “Prata-anã”**. 2012. 86f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2012.

S.A. Outras podridões em Pós-colheita. 2014. Disponível em: <[http://www.fundagres.org.br/downloads/pimamao/OUTRAS\\_PODRIDOES\\_%20EM\\_%20OS\\_COLHEITA.pdf](http://www.fundagres.org.br/downloads/pimamao/OUTRAS_PODRIDOES_%20EM_%20OS_COLHEITA.pdf)> Acesso em: 02 de julho de 2014.

SANCHES, J. (2003) **Pós-colheita de mamão**, In: Informe-on-line Toda Fruta. Edição de 24/09/2003, disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 01 de março de 2013.

SANTOS, E. C. dos. **Vida útil pós-colheita de mamão Formosa ‘Tainung 01’ tratados com 1-metilciclopropeno**. 2008. 99f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró, 2008.

SANTOS, M. B.; SANTOS, C. Y.; ALMEIDA, M. A.; SANTOS, C. R. S.; SANT’ANNA, H. L. S.; SANTOS, O. S. N.; SILVA, F.; MARTINS, G. N. Efeito inibitório *in vitro* de extrato vegetal de *Allium sativum* sobre *Aspergillus niger* Tiegh. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 13-17, 2010.

SCANAVACA JÚNIOR., L.; FONSECA, N.; PEREIRA, M.E.C. Uso de fécula de mandioca na pós-colheita de manga ‘Surpresa’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n. 1, p. 67-71, 2007.

SCHMUTTERER, H. L. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 35, p. 271-297, 1990.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M. E. S. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos, **Floresta**, n. 30, p.129-137, 2000.

SEAGRI-BA. Disponível em <<http://www.bahia.ba.gov.br/seagri/mamão>>. Acesso em 25 de fevereiro de 2007.

SEIXAS, P. T. L.; CASTRO, H. C.; SANTOS, G. R.; CARDOSO, D. P. Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capim-citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**. v. 13, n. esp., p. 523-526, 2011.

SENHOR, R. F.; SOUZA, P. A.; CARVALHO, J. N.; SILVA, F. L.; SILVA, M. C. Fatores de pré e pós-colheita que afetam os frutos e hortaliças em pós-colheita. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 3, p. 13-21, 2009.

SHINAGAWA, F. B. **Avaliação das características bioquímicas da polpa de mamão (*Carica papaya* L.) processada por alta pressão hidrostática**. 2009. 135 f. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SILVA, B. C.; OLIVEIRA, J. V.; BRASIL, A. R. V. F. S.; MATOS, H. F.; BELFORT, M. G.; ALMEIDA JUNIOR, J. P.; Análise preliminar da ação repelente do nim (*Azadirachta indica* A. Juss) em abelha-africana (*Apis mellifera* L.) e mosca doméstica (*Musca domestica* L.). **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 8, n. 1. p. 9, 2012.

SILVA, C de. S.; LIMA, L. C.; SANTOS, H. S.; CAMILLI, E. C.; VIEIRA, C. R. Y. I; MARTINS, C. S.; VIEITES, R. L. Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 103-111, 2006.

SILVA, G. S. Substâncias naturais: uma alternativa para o controle de doenças. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, p. 9, 2006.

SILVA, J. L; TEIXEIRA, R. N. V.; SANTOS, D. I. P.; PESSOA, J. O. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o crescimento *in vitro* de fitopatógeno. **Revista Verde**, Mossoró, RN, v. 7, n. 1, p. 80-86, 2012.

SILVA, J. G. **Utilização de óleos vegetais visando o controle da mosca-negra-dos-citros (*Aleurocanthus woglumi*) ASHBY, 1915 (Hemiptera: Aleyrodidae) e suas implicações na qualidade de laranja ‘Mimo-do-Céu’ (*Citrus sinensis* Osbeck var. Mimo).** 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Agroalimentar) – Universidade Federal da Paraíba, 2011.

SILVA, K. S.; REBOUÇAS, T. N. H.; LEMOS, O. L.; BOMFIM, M. P.; BOMFIM, A. A.; ESQUIVEL, G. L.; BARRETO, A. P. P.; JOSÉ, A. R. S.; TAVARES, N. O. D. G. M. Patogenicidade causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) em diferentes espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 131-133, 2006.

SILVA, L. R. A. **Caracterização bioquímica e de qualidade no amadurecimento dos mamões UENF/CALIMAN01 e Tainung01.** 2014. 96f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, L. S. **Efeito de extratos foliares de Nim em *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* e na intensidade do mal do Panamá em mudas de bananeiras cv. Maçã.** 2010. 54f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG. 2010.

SILVA, W. W.; BRITO, A. F. S.; MARINHO, F. A.; MARINHO, F. A.; RODRIGUES, O. G.; ATHAYDE, A. C. R. Ação do extrato alcoólico do capim santo (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) sobre nematóides gastrintestinais de ovinos. **Agropecuária Científica no Semi Árido**, Santa Cecília, v. 1, p. 46-49, 2005.

SILVEIRA, N. S. S.; MICHEREFF, S. J. M.; SILVA, I. L. S. S.; OLIVEIRA, S. M. A. Doenças fúngicas pós-colheita em frutas tropicais: patogênese e controle. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.18, n.4, p.283-299, 2005.

SIMÃO, S. **Mamão.** In: SIMÃO, S. Tratado de Fruticultura. Piracicaba: FEALQ, v. 1, 1998. p. 541-575.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O. et al. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. Porto Alegre-Florianópolis: UFRGS/UFSC, 2000. 475p.

SINDHAN, G. S.; HOODA, I.; PARASHAR, R. D. Evaluation of plant extracts for the control of powdery mildew of pea. **Journal of Mycology and Plant Pathology**, New Delhi, v. 29, n. 2, p. 257-258, 1999.

SOARES, L. **Árvore do Nim: um dom da natureza**. 2012. Disponível em: <<http://www.paisagismodigital.com/noticias/?id=%C3%81rvore-Nim:-um-dom-da-natureza&in=243>> . Acesso em: 01 de julho de 2014.

SOUZA, A. E. F.; ARAÚJO, E.; NASCIMENTO, L. C. Atividade antifúngica de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 6, p. 465-471, 2007.

SOUZA, J. S. **Frutas do Brasil, Mamão Produção** (Aspectos Técnicos). Ministério da Agricultura e do Abastecimento – EBRAPA, Brasília - DF, 2000.

SOUZA, L. M. de. **Algumas características físicas e químicas de mamões (*Carica papaya* L.) dos grupos ‘Formosa’ (Tainung 01) e ‘Solo’ (Golden), com e sem mancha fisiológica, colhidos em diferentes estádios de maturação**. 2004. 103f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF, Campus dos Goytacazes, RS. 2004.

SOUZA, S. A. M. **Mamão no Brasil: Distribuição Regional da Produção e Comportamento dos Preços no Período 1996-2005**. Informações Econômicas, São Paulo, v. 37, n. 9, p. 24-32, 2007.

TAGAMI, O. K.; GASPARIN, M. D. G.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; ITAKO, A. T.; TOLETINO JÚNIOR, J. B.; MORAES, L. M. STANGARLIN, J. R. Fungitoxidade de *Bidens pilosa*, *Thymus vulgaris*, *Lippia alba* e *Rosmarinus officinalis* no desenvolvimento *in vitro* de fungos fitopatogênicos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 285-294, 2009.

TAVARES, G. M. **Controle químico e hidrotérmico da antracnose em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) na pós-colheita**. 2004. 55p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

TAVARES, G. M.; SOUZA, P. E. Efeito de fungicidas no controle *in vitro* de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente etiológico da antracnose do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 52-59, 2005.

TRINDADE, A.V. **Mamão**. Produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, (Série Frutas do Brasil, 3), 77p., 2000.

TRINDADE, M. S. de A. **Efeito de derivados de nim e sua associação com defensivos comerciais no controle de mosca branca, em meloeiro, em Baraúna-RN**. 2005. 48 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), Mossoró, 2005.

VENTUROSIO, L. R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; CONUS, L. A.; PONTIM, C. A.; BERGAMIN, A. C. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 1, p. 18-23, 2011.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T. Mortalidade de lagarta de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de milho tratadas com extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 3, p. 316-322, 2005.

VIANA, P. A.; PRATES, H. T., RIBEIRO, P. E. A. Uso do Extrato Aquoso de Folhas de nim para o Controle de *Spodoptera frugiperda* na Cultura do Milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Brasília - MAPA, Circular Técnica nº 88, 2006.

WILLS, R. H.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest an introduction to the physiology and handling of fruits, vegetables and ornamentals**. New York: CABI International. 1998. 262p.

XAVIER, I. F.; LEITE, G. A.; MEDEIROS, E. V.; MORAIS, P. D.; LIMA, L. M. Qualidade Pós-colheita de manga ‘Tommy Aktins’ comercializadas em diferentes estabelecimentos comerciais do município de Mossoró – RN, **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.7-13, 2009.

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

YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review Plant Physiology**, Palo Alto, v. 35, p. 155-189, 1984.