

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE  
MAMÃO FORMOSA (*Carica papaya* L.) E CONTROLE  
ALTERNATIVO *IN VITRO* E *IN VIVO* DE *Colletotrichum*  
*gloeosporioides***

**HÉBER FERREIRA DOS REIS**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2014**

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAMÃO FORMOSA  
(*Carica papaya* L.) E CONTROLE ALTERNATIVO *IN VITRO* E *IN*  
*VIVO* DE *Colletotrichum gloeosporioides***

HÉBER FERREIRA DOS REIS  
Engenheiro Agrônomo

ORIENTADORA: PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> SILVANA DE PAULA Q. SCALON

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

Dourados  
Mato Grosso Do Sul  
2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

R375c	Reis, Héber Ferreira dos. Conservação pós-colheita de mamão formosa ( <i>Carica papaya L.</i> ) e controle alternativo <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> . / Héber Ferreira dos Reis. – Dourados, MS : UFGD, 2014. 128f.  Orientadora: Profa. Dra. Silvana de Paula Q. Scalon. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.  1. PEBD. 2. Cravo. 3. Canela. 4. Quitosana. 5. Antracnose. I. Título.  CDD – 634.651
-------	--

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**

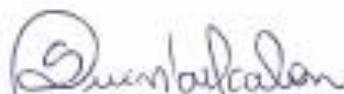
**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAMÃO FORMOSA**  
*(Carica papaya L.) E CONTROLE ALTERNATIVO IN VITRO E IN VIVO DE*  
*Colletotrichum gloeosporioides*

por

Héber Ferreira dos Reis

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de  
**DOCTOR EM AGRONOMIA**

Aprovada em: 05 de dezembro de 2014.



Prof.ª Dr.ª Silvana de Paula Quintão Scalon  
(Orientadora) – UFGD/FCA



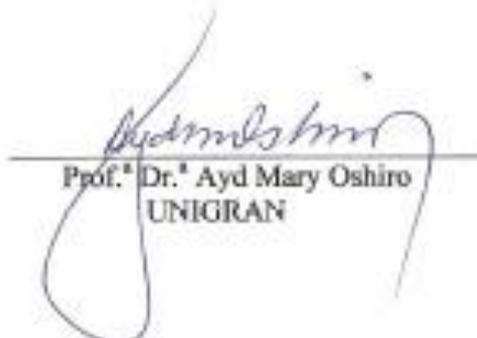
---

Prof.ª Dr.ª Farayde Matta Fakhouri  
UFGD/FAEN



---

Prof. Dr. Walber Luiz Gavassoni  
UFGD/FCA



---

Prof.ª Dr.ª Ayd Mary Oshiro  
UNIGRAN



---

Prof.ª Dr.ª Eliana J. S. Argandoña  
UFGD/FAEN

*A Deus, pelo seu infinito poder, amor e sabedoria.*

*OFEREÇO*

*Aos meus pais, pelos ensinamentos, princípios e exemplos de vida.*

*A Lilian, minha esposa, pelo incentivo, amor e compreensão.*

*Aos meus filhos Vitor e Gustavo, presentes de Deus.*

*DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de realizar este trabalho, que me permitiu amadurecer um pouco mais como pessoa e profissional.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvana de Paula Quintão Scalon, pela competente orientação, dedicação, companheirismo e amizade.

A Lilian, minha esposa, pelas sugestões, apoio e companheirismo.

À professora Ayd Mary Oshiro pelas informações, sugestões, materiais e demonstrações de análise em laboratório.

À professora Eliana J. S. Argandoña e a técnica Priscilla Justi pela valiosa colaboração no ensaio de análise sensorial, como também pelas sugestões apresentadas para a redação deste ensaio.

Aos professores Silvia Correa Santos e Walber Luiz Gavassoni pelas sugestões dadas na qualificação, que contribuíram para complementar os ensaios e a redação deste trabalho.

A Daiane M. Dresh, Jaqueline C. L. Casemiro, Jasna K. P. Flores, Katiuça S. Tanaka, Luana do Nascimento Silveira, Vinícius S. de Oliveira, pela grande colaboração na condução dos ensaios, amizade e convivência.

A Lucia Mayumi Hirata, Cássia de Carvalho, Bruno Pontim, Daniel L. P. Espíndola, Flávio Ferreira e Cássia Regina Yuriko Ide Vieira, pelas colaborações, amizade e bons momentos de descontração.

À Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade de cursar o Programa de Pós-graduação em Agronomia, o qual me proporcionou maior fundamentação na área de pesquisa.

À Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural – AGRAER, instituição que atuo como pesquisador, por me conceder a licença para cursar a Pós-Graduação em Agronomia na UFGD.

À FUNDECT pelo auxílio financeiro concedido para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>PÁGINA</b>
RESUMO .....	16
ABSTRACT .....	17
INTRODUÇÃO GERAL .....	18
1. Métodos atuais de conservação pós-colheita de mamão .....	19
1.1 Tratamento hidrotérmico .....	19
1.2 Tratamento com ceras .....	21
1.3 Tratamento com fungicidas .....	21
1.4 Refrigeração .....	22
1.5 Atmosfera controlada e modificada passiva e ativa .....	22
2. Perspectivas futuras de conservação pós-colheita de mamão .....	24
2.1 Indutores de Resistência.....	25
2.2 Irradiação.....	26
2.3 1-metilciclopropano (1 – MCP) .....	27
2.4 Quitosana .....	28
2.5 Extratos e óleos essenciais de plantas.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31

### **CAPÍTULO 1 - CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAMÃO FORMOSA “TAINUNG 1” SOB DIFERENTES TRATAMENTOS**

RESUMO .....	40
ABSTRACT .....	41
INTRODUÇÃO .....	42
MATERIAL E MÉTODOS .....	45
1. Avaliações Físicas .....	46
1.1 Perda de massa fresca.....	46
1.2 Aparência externa.....	46
1.3 Coloração da casca.....	46
1.4 Textura .....	46
2. Avaliação Química .....	46
2.1 pH .....	46

2.2 Sólidos solúveis (SS) .....	46
2.3 Acidez titulável (AT) .....	47
2.4 Ácido ascórbico (AA) .....	47
2.5 Açúcares redutores (AR) .....	47
2.6 Açúcares totais (AT) .....	47
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
1. Avaliações Físicas .....	48
1.1 Perda de Massa Fresca .....	48
1.2 Aparência Externa .....	52
1.3 Coloração.....	56
1.4 Textura .....	58
2. Avaliações Químicas .....	60
2.1 Sólidos Solúveis .....	60
2.2 pH .....	63
2.3 Acidez Titulável .....	67
2.4 Ácido Ascórbico .....	71
2.5 Açúcares Redutores .....	76
2.6 Açúcares Totais .....	78
CONCLUSÕES .....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	83

## **CAPÍTULO 2 - CONTROLE ALTERNATIVO *IN VITRO* E *IN VIVO* DE *Colletotrichum gloeosporioides***

RESUMO .....	88
ABSTRACT .....	89
INTRODUÇÃO .....	90
MATERIAL E MÉTODOS .....	92
1. Experimentos <i>In Vitro</i> .....	92
1.1 Sensibilidade micelial de <i>C. gloeosporioides</i> a produtos naturais e fungicida .....	92
1.2 Produção de conídios de <i>C. gloeosporioides</i> sob efeito de produtos naturais e fungicida .....	93
1.3 Sensibilidade de conídios de <i>C. gloeosporioides</i> a produtos naturais	

e fungicida .....	93
2. Experimento <i>In Vivo</i> .....	94
2.1 Efeito de produtos naturais e de fungicida no controle de <i>C. gloeosporioides</i> em pós-colheita de mamão Formosa “Tainung 1” .....	95
2.2 Análise sensorial de mamão Formosa “Tainung 1” sob tratamento com produtos naturais .....	97
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	99
1. Sensibilidade micelial de <i>C. gloeosporioides</i> a produtos naturais e fungicida .....	99
2. Produção de conídios de <i>C. gloeosporioides</i> sob efeito de produtos naturais e fungicida .....	103
3. Sensibilidade de conídios de <i>C. gloeosporioides</i> a produtos naturais e fungicida .....	105
4. Efeito de produtos naturais e de fungicida no controle de <i>C. gloeosporioides</i> em pós-colheita de mamão Formosa “Tainung 1” ....	107
5. Análise Sensorial de mamão Formosa “Tainung 1” sob tratamento com produtos naturais .....	110
CONCLUSÕES .....	112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	113
APÊNDICES I .....	118
APÊNDICES II .....	125

## LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I	PÁGINA	
TABELA 1.1	Perda de massa (%) de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP) acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	50
TABELA 1.2.	Perda de massa (%) de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP) acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	51
TABELA 2.1.	Aparência externa de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP) acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014.....	54
TABELA 2.2	Aparência externa de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP) armazenados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014.....	55
TABELA 3.	Estádios de coloração de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), armazenados com e sem filme de polietileno, a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	58
TABELA 4.	Ttextura, em Newton – N, de mamões Formosa “Tainung 1”, acondicionados com e sem filme, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	60
TABELA 5.1.	Teores de sólidos solúveis (SS), em °Brix, de mamões Formosa “Tainung 1”, acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	62
TABELA 5.2.	Teores de sólidos solúveis (SS), em °Brix, de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de	

	armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	62
TABELA 6.1	Potencial hidrogeniônico (pH) de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	66
TABELA 6.2.	Potencial hidrogeniônico (pH) de mamões Formosa “Tainung 1”, acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	66
TABELA 6.3	Potencial hidrogeniônico (pH) de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	67
TABELA 7.1.	Acidez titulável, em mg/100g, de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	69
TABELA 7.2.	Acidez titulável, em mg/100g, de mamões Formosa “Tainung 1”, acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	70
TABELA 7.3.	Acidez titulável, em mg/100g, de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	71
TABELA 8.1.	Ácido ascórbico, mg/100mL, de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	73
TABELA 8.2.	Ácido ascórbico, mg/100mL, de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	74
TABELA 8.3.	Ácido ascórbico, mg/100 mL, de mamões Formosa “Tainung	

	1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	75
TABELA 9.	Açúcares redutores de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	77
TABELA 10.	Açúcares totais de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	80
 CAPÍTULO II		
TABELA 1.	Médias (cm) de crescimento micelial de <i>C. gloeosporioides</i> , <i>in vitro</i> , sob diferentes tratamentos: testemunha (Test.); gengibre 5% (Geng. 5); gengibre 15% (Geng. 15); canela 5% (Can. 5); canela 15% (Can. 15); cravo 5% (Cra. 5); cravo 15% (Cra. 15); quitosana 1% (Quit. 1); quitosana 3% (Quit. 3) e fungicida Procloraz (FgP). Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	101
TABELA 2.	Esporulação, expressa pelo número de conídios de <i>C. gloeosporioides</i> ( $\times 10^4$ conídios/mL) sob diferentes tratamentos: testemunha (Test.); gengibre 5% (Geng. 5); gengibre 15% (Geng. 15); canela 5% (Can. 5); canela 15% (Can. 15); cravo 5% (Cra. 5); cravo 15% (Cra. 15); quitosana 1% (Quit. 1); quitosana 3% (Quit. 3) e fungicida Procloraz (FgP). Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	103
TABELA 3.	Germinação de esporos (%), <i>in vitro</i> , de <i>C. gloeosporioides</i> sob diferentes tratamentos: testemunha (Test.); gengibre 7,5% (Geng. 7,5); canela 7,5% (Can. 7,5); cravo 7,5% (Cra. 7,5); quitosana 1,5% (Quit. 1,5) e fungicida Procloraz 50 ppm (FgP). Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	106
TABELA 4.	Severidade de <i>C. gloeosporioides</i> em frutos de mamão Formosa “Tainung 1” sob diferentes tratamentos: testemunha (Test.); gengibre 15% (Geng. 15); canela 15% (Can. 15); cravo 15% (Cra. 15); quitosana 3% (Quit. 3) e fungicida Procloraz (FgP). Dourados–MS, UFGD, 2014.	107
TABELA 5.	Valores médios obtidos no teste de comparação múltipla para amostras de mamão Formosa “Tainung 1” tratados com extratos aquosos de gengibre, canela e cravo e solução de quitosana quanto aos atributos aroma e sabor. Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	110

## LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I	PÁGINA
<p>FIGURA 1. Perda de Massa Fresca (PMF) de mamões Formosa “Tainung 01” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% (Q2), quitosana 4% (Q4) e fungicida Procloraz (FgP), em diferentes dias de armazenamento a 10 °C com UR de <math>90 \pm 5\%</math>. Experimento 1 (A e B); Experimento 2 (C e D). Símbolos vazios (tratamento sem filme); símbolos cheios (tratamentos com filme). Dourados–MS, UFGD, 2014.....</p>	49
<p>FIGURA 2. Aparência externa de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% (Q2), quitosana 4% (Q4) e fungicida Procloraz (FgP), em diferentes dias de armazenamento a 10 °C e UR de <math>90 \pm SD</math>. Experimento 1 (A e B); Experimento 2 (C e D). Símbolos vazios (tratamento sem filme); símbolos cheios (tratamentos com filme). Dourados–MS, UFGD, 2014. ....</p>	53
<p>FIGURA 3. Coloração de mamões Formosa “Tainung 1” armazenados em diferentes dias, a 10 °C com UR de <math>90 \pm SD</math>. Experimento 1 (A) e Experimento 2 (B). Dourados–MS, UFGD, 2014. ....</p>	57
<p>FIGURA 4. Textura de mamões Formosa “Tainung 1” sob tratamentos sem filme (SF) e com filme (CF), aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de <math>90 \pm 5\%</math>. Dourados–MS, UFGD, 2014 .....</p>	59
<p>FIGURA 5. Teores de sólidos solúveis (SS) de mamões Formosa “Tainung 1” aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de <math>90 \pm 5\%</math>. Experimento 1 (A) e Experimento 2 (B). Tratamento sem filme (SF) e com filme (CF). Dourados–MS, UFGD, 2014.....</p>	61
<p>FIGURA 6. Potencial hidrogeniônico (pH) de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% (Q2), quitosana 4% (Q4) e fungicida Procloraz (FgP), em diferentes dias de armazenamento a 10 °C com UR de <math>90 \pm 5\%</math>. Experimento 1 (A e B); Experimento 2 (C). Símbolos vazios (tratamento sem filme); símbolos cheios (tratamentos com filme). Dourados–MS, UFGD, 2014. ....</p>	65
<p>FIGURA 7. Teores de acidez titulável (AT) de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% (Q2), quitosana 4% (Q4) e fungicida Procloraz (FgP), em diferentes dias de armazenamento a 10 °C com UR de <math>90 \pm 5\%</math>. Experimento 1 (A e B); Experimento 2 (C e D). Símbolos</p>	

	vazios (tratamento sem filme); símbolos cheios (tratamentos com filme). Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	68
FIGURA 8.	Teores de Ácido Ascórbico de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% (Q2), quitosana 4% (Q4) e fungicida Procloraz (FgP), em diferentes dias de armazenamento a 10 °C com UR de $90 \pm 5\%$ . Experimento 1 (A e B); Experimento 2 (C). Símbolos vazios (tratamento sem filme); símbolos cheios (tratamentos com filme). Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	72
FIGURA 9.	Teores de açúcares redutores de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% (Q2), quitosana 4% (Q4) e fungicida Procloraz (FgP), em diferentes dias de armazenamento a 10 °C com UR de $90 \pm 5\%$ Símbolos vazios (tratamento sem filme); símbolos cheios (tratamentos com filme). Dourados–MS, UFGD, 2014.....	77
FIGURA 10.	Teores de açúcares totais de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% (Q2), quitosana 4% (Q4) e fungicida Procloraz (FgP), em diferentes dias de armazenamento a 10 °C com UR de $90 \pm 5\%$ . Símbolos vazios (tratamento sem filme); símbolos cheios (tratamentos com filme). Dourados–MS, UFGD, 2014.. ....	79
 CAPÍTULO II		
FIGURA 1.	Modelo da ficha utilizada para aplicação do teste sensorial de comparação múltipla. Fonte: Dutkoski (2011). ....	98
FIGURA 2.	Crescimento micelial (cm) de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , sob efeito de tratamentos: testemunha (T); gengibre 5% (Geng. 5); gengibre 15% (Geng. 15%); canela 5% (Can. 5); canela 15% (Can. 15) ; cravo 5% (Cra. 5%); cravo 15% (Cra. 15); quitosana 1% (Quit. 1); quitosana 3% (Quit. 3) e fungicida Procloraz (FgP). Experimento 1 (A) e experimento 2 (B). Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	100

## LISTA DE APÊNDICES

	PÁGINA
FIGURA 1. Escala de cores utilizada para a colheita de mamão: 0 – fruto crescido e desenvolvido (100% verde); 1 – até 15% da sup. amarela; 2 – até 25% da sup. amarela; 3 – até 50% da sup. amarela; 4 - 50 a 75% da sup. Amarela; 5 - 75 a 100% da sup. amarela. Fonte: Ferregueti (2006). .....	119
FIGURA 2. Imersão de mamões Formosa em solução de quitosana 4% - A; Imersão em calda fungicida – B; Frutos envolvidos em filme plástico (FPBD) - C; Armazenamento em câmara fria - D. Fonte: Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	119
FIGURA 3. Determinação da textura da casca dos frutos com uso de penetrômetro - A; Determinação de SST por meio de refratômetro digital - B. Determinação da Vitamina C: Titulação da amostra com DCFI - C; Detalhe da cor obtida em cada titulação - D. Fonte: Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	120
FIGURA 4. Aparência de mamões de acordo com o tratamento. Testemunha: A - aos 14 dias, B – aos 21 dias. Quitosana 2%: C – aos 14 dias e D – aos 21 dias de armazenamento. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014. ....	120
FIGURA 5. Aparência de mamões de acordo com o tratamento. Quitosana 4%: A - aos 14 dias, B – aos 21 dias. Fungicida: C – aos 14 dias e D – aos 21 dias de armazenamento. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014. ....	121
FIGURA 6. Aparência de mamões de acordo com o tratamento. FPBD: A - aos 14 dias, B – aos 21 dias. Quitosana 2% + FPBD: C – aos 14 dias e D – aos 21 dias de armazenamento. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014. ....	121
FIGURA 7. Aparência de mamões de acordo com o tratamento. Quitosana 4% + FPBD: A - aos 14 dias, B – aos 21 dias. Fungicida + FPBD: C – aos 14 dias e D – aos 21 dias de armazenamento. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014. ....	122
FIGURA 8. Vista geral do ensaio <i>in vitro</i> de crescimento micelial de <i>C. gloeosporioides</i> – A e B; Colônias do trat. testemunha - C; Colônias do trat. gengibre 5% - D. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014. ....	122
FIGURA 9. Colônias de <i>C. gloeosporioides</i> de acordo com o tratamento: Gengibre 15% – A; Canela 5% - B; Canela 15% - C; Cravo 5% - D. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014. ....	123

FIGURA 10.	Colônias de <i>C. gloeosporioides</i> de acordo com o tratamento: Cravo 15% – A; Quitosana 1% - B; Quitosana 3% - C; Fungicida - D. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014. ....	123
FIGURA 11.	Tratamento hidrotérmico: a 48 °C/20min - A.; a 10 °C/20 min. – B; Detalhe das perfurações em pedúnculo de mamão para inoculação de <i>C. gloeosporioides</i> - C; Detalhe de câmara úmida no pedúnculo – D. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014. ....	124
FIGURA 12	Ensaio de Análise Sensorial. Vista geral dos frutos após tratamentos - A; Preparo e organização do ensaio - B; C – Detalhes das amostras; D – Coleta de dados. Fonte: Dourados–MS, UFGD, 2014. ....	124
QUADRO 1.	Resumo das análises de variância, do experimento 1 de conservação pós-colheita, para sólidos solúveis totais (SST), acidez (pH), acidez total titulável (ATT) e vitamina C (VC), açúcares redutores (AR) e açúcares totais (AT) de mamões Formosa “Tainung 1”. Dourados–MS, UFGD, 2014 .....	126
QUADRO 2.	Resumo das análises de variância, do experimento 2 de conservação pós-colheita, para sólidos solúveis totais (SST), acidez (pH), acidez total titulável (ATT) e vitamina C (VC), açúcares redutores (AR) e açúcares totais (AT) de mamões Formosa “Tainung 1”. Dourados–MS, UFGD, 2014 .....	127
QUADRO 3.	Resumo das análises de variância de experimentos <i>in vitro</i> para crescimento micelial (CM), esporulação (ESP.) e germinação (GERM.). Dourados–MS, UFGD, 2014 .....	128
QUADRO 4.	Resumo das análises de variância de experimentos <i>in vivo</i> para avaliação da severidade (SEV.) de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> e análise sensorial para sabor e aroma em mamões Formosa “Tainung 1”. Dourados–MS, UFGD, 2014 ...	128

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAMÃO FORMOSA**  
**(*Carica papaya* L.) E CONTROLE ALTERNATIVO *IN VITRO* E *IN VIVO* DE**  
***Colletotrichum gloeosporioides***

Autor: Héber Ferreira dos Reis  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvana de Paula Quintão Scalon

**RESUMO** - O mamão Formosa (*Carica papaya* L.), em razão de ter como características elevados teor de umidade e taxas respiratórias e ser facilmente danificável, pode sofrer perdas pela falta de comercialização ou de consumo em tempo hábil. Além disso, fatores pré e pós-colheita, como patógenos e fatores abióticos, podem levar a perdas quantitativas e qualitativas. Visando aumentar a vida útil e reduzir as perdas pós-colheita, este trabalho teve por objetivo estabelecer o melhor tratamento alternativo para a conservação pós-colheita de mamão Formosa “Tainung 1” e para o controle *in vitro* e *in vivo* de *Colletotrichum gloeosporioides*. Para o ensaio de conservação pós-colheita, foram avaliados dois tipos de acondicionamento (com ou sem filme de polietileno de baixa densidade - PEBD); quatro tratamentos (testemunha, quitosana 2%, quitosana 4% e fungicida Procloraz - Sportak 450 EC – 0,75 mL/1 litro de água) e quatro períodos de armazenamento (0, 7, 14 e 21 dias) em câmara a 10 °C, com umidade relativa de 90 ± 5%, na ausência de luz. Para os ensaios *in vitro* foram utilizados os tratamentos testemunha, quitosana 1 e 3%, o fungicida Procloraz - Sportak 450 EC – 0,75 mL/1 litro de água, e os extratos aquosos de cravo, canela e gengibre 5 e 15%. Para as avaliações foram considerados o crescimento micelial, esporulação e germinação de conídios. Para o ensaio *in vivo*, foram utilizados os tratamentos com as maiores concentrações do ensaio *in vitro*, tendo-se avaliado a severidade de antracnose, causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, e a análise sensorial dos frutos. No ensaio de conservação pós-colheita, o armazenamento de mamão Formosa sob refrigeração, associado à PEBD, proporcionou maior tempo de conservação da qualidade aparente (até 7 dias) e maior estabilidade das variáveis químicas em relação a frutos sem PEBD. A aparência externa dos frutos foi conservada por até 14 dias pelo tratamento PEBD + quitosana 4% e por até 21 dias pelo tratamento PEBD + fungicida Procloraz. Nos ensaios de controle *in vitro* e de severidade, *in vivo*, os melhores tratamentos foram com o fungicida Procloraz e extrato aquoso de cravo, seguidos de quitosana, extratos aquosos de canela e gengibre. Pela análise sensorial, os extratos vegetais e a quitosana, nas concentrações utilizadas, não prejudicaram o aroma e o sabor dos frutos.

Palavras-chave: PEBD, cravo, canela, quitosana, antracnose.

**POST-HARVEST PRESERVATION OF FORMOSA PAPAYA (*Carica papaya* L.)  
AND ALTERNATIVE CONTROL *IN VITRO* AND *IN VIVO*  
OF *Colletotrichum gloeosporioides***

Author: Héber Ferreira dos Reis

Adviser: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvana de Paula Quintão Scalón

**ABSTRACT** – The Formosa papaya (*Carica papaya* L.), due to characteristics such as the high moisture content and high respiratory rates and be easily damaged, may suffer great losses if not commercialized and not consumed in a timely manner. Additionally, pre-and post-harvest factors as pathogens and abiotic factors can lead to quantitative and qualitative losses. In creasing life shelf and to reduce post-harvest losses, this study aimed to establish the best alternative treatment for post-harvest conservation of Formosa papaya "Tainung 1" and for the *in vitro* and *in vivo* control of *Colletotrichum gloeosporioides*. For the assay of post-harvest conservation were evaluated two types of packaging (with or without film of low density polyethylene-LDPE); four treatments (control, chitosan 2%, chitosan 4% and fungicide Prochloraz (Sportak 450 EC-0,75 mL/1 L water) and four storage periods (0; 7; 14 and 21 days) under 10° C, with relative humidity of 90 ± 5%, in the absence of light. For the assay *in vitro* were used the control treatments, 1 and 3% chitosan, the fungicide Prochloraz (Sportak 450 EC-0,75 mL/1 L water), and the aqueous extracts of clove, cinnamon and ginger 5 and 15%. Mycelial growth, sporulation and germination of conidia were evaluated. In the *in vivo* assay, treatments were used with the largest concentrations *in vitro* assay, having evaluated the severity of anthracnose, caused by *Colletotrichum gloeosporioides* and sensory analysis of the fruits. In the post-harvest conservation assay, the Formosa papaya store under refrigeration, associated with the LDPE, provided greater time conservation of apparent quality (up to 7 days) and greater stability of the chemical variables in relation to fruit without LDPE. The external appearance of the fruit was preserved for up to 14 days for treatment LDPE + 4% chitosan and for up to 21 days for treatment LDPE + fungicide Prochloraz. In the assays of control *in vitro* and severity, *in vivo*, the best treatments were with the fungicide Prochloraz and aqueous extract of clove, followed by chitosan, aqueous extracts of cinnamon and ginger. By sensory analysis, plant extracts and chitosan, in the concentrations used, not prejudiced the aroma and flavor of the fruit.

Keywords: LDPE, clove, cinnamon, chitosan, anthracnose.

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o maior produtor mundial de mamão (*Carica papaya L*), com produção de 1,8 milhões de toneladas por ano, situando-se entre os principais países exportadores, principalmente para o mercado europeu. O mamoeiro é cultivado em quase todo território brasileiro, merecendo destaque os Estados da Bahia, Espírito Santo e Ceará, responsáveis por cerca de 90% da produção nacional (JACOMINO, 2013).

De maneira geral, as cultivares de mamão mais exploradas no Brasil são classificadas em dois grupos, conforme o tipo de fruto: o “Formosa” e o “Solo” (também conhecido como Havaí ou Papaia) sendo esse último comercializado tanto no mercado interno quanto no externo. O grupo ‘Formosa’, sempre foi destinado principalmente para o mercado interno, porém nos últimos anos vem apresentando tendência crescente para a exportação (Ragonha, 2005).

No Brasil, a fruta é consumida preferencialmente fresca, mas sua industrialização, através do aproveitamento integral do fruto, oferece extensa gama de produtos e subprodutos, que podem ser utilizados na indústria de alimentos, farmacêutica e ração (VILELA – SEBRAE, s.d.).

Segundo Rocha et al. (2007), o mamão Formosa é comercializado no mercado interno sob temperatura ambiente, onde a qualidade é comprometida por danos mecânicos como arranhões, cortes e abrasões que favorecem a incidência de doenças e, conseqüentemente, as perdas.

As perdas pós-colheita, constituem uma situação que acompanha às frutas que continuam vivas após sua colheita, mantendo ativos todos os seus processos biológicos vitais. A vida pós-colheita pode ser reduzida por causa de fatores pré e pós-colheita, como patógenos e fatores abióticos, os quais originam perdas quantitativas e/ou qualitativas (FOLEGATTI e MATSURA, 2002). Devido a esses fatores, em conjunto com o alto teor de água em sua composição química, as frutas tornam-se altamente perecíveis (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Além dos fatores que reduzem a vida pós-colheita, frutos como o mamão apresentam padrão respiratório do tipo climatérico, cuja maturação continua após a colheita, o que os predispõem a um grande número de doenças que se manifestam somente na pós-colheita, apesar das infecções ocorrerem na pré-colheita (JACOMINO et al., 2002; FONTES et al., 2008).

As principais doenças pós-colheita do mamão são a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) e a podridão peduncular causada por um complexo fúngico composto, principalmente, pelos agentes *Colletotrichum gloeosporioides*, *Phoma caricae-papayae*, *Fusarium solani* e *Botryodiplodia theobromae* (ZAMBOLIM et al., 2002). O manejo dessas doenças em pós-colheita começa no campo, onde a infecção nos frutos normalmente ocorre após a floração, resultante da penetração do patógeno diretamente via epiderme, pela cutícula intacta, ou por aberturas naturais e/ou ferimentos ou ainda por danos mecânicos causados durante a colheita, transporte e armazenamento (BENATO, 1999; ZAMBOLIM et al., 2002).

Após a colheita, os frutos passam por uma série de transformações endógenas resultantes do metabolismo, que se refletem em várias mudanças nas suas características, tais como, textura, cor, sabor e aroma, indicativas do processo de amadurecimento e posterior senescência. Durante esses processos, os frutos, geralmente, tornam-se mais suscetíveis à invasão por patógenos, devido, principalmente, ao decréscimo de componentes fenólicos e ao aumento da predisposição às injúrias mecânicas, disponibilizando substrato para o rápido desenvolvimento de microrganismos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

As técnicas utilizadas no manejo em pós-colheita de frutos como o mamão tem possibilitado manter a qualidade e estender a vida pós-colheita dos frutos. No entanto, trabalhos de pesquisa demonstram haver possibilidades de potencializar os atuais métodos de conservação pós-colheita, podendo vir a estender ainda mais o período de vida útil dos frutos e proporcionar produtos isentos de resíduos tóxicos, portanto, mais saudáveis e sem riscos à saúde humana e ao meio ambiente.

## **1. Métodos atuais de conservação pós-colheita de mamão**

O controle das doenças pós-colheita em mamão é feito através de tratamento hidrotérmico. No entanto, concomitantemente ao uso desse tratamento, recomenda-se a aplicação de ceras e fungicidas para garantir maior sobrevivência ao fruto (NERY-SILVA, et al., 2001; ZAMBOLIM et al., 2002). Além disso, o uso da refrigeração e da atmosfera controlada ou modificada são fundamentais para potencializar a eficiência de controle (ZAMBOLIM et al., 2002).

### **1.1 Tratamento hidrotérmico**

O tratamento hidrotérmico é um método alternativo desenvolvida na década de 1950 que consiste na imersão de frutos de mamão em água a 48 °C por 20 minutos (NERY-SILVA, et al., 2001). Este método é comercialmente empregado visando o controle principalmente de antracnose e podridão peduncular. Por ser uma exigência quarentenária para o controle de mosca-das-frutas por alguns países importadores recomenda-se a imersão dos frutos a  $48\pm 1$  °C durante 20 minutos, seguido de outra imersão a 14 °C durante 20 minutos (FERREGUETTI, 2006).

O tratamento hidrotérmico, embora apresente alta eficiência no controle de podridões pós-colheita de diversas frutas, tem a desvantagem de não ter efeito residual, requerendo uma combinação com outros métodos de controle, no caso de produtos destinados a prolongar o armazenamento. Assim, este tratamento torna-se mais eficiente quando seguido pela aplicação de um fungicida (CIA, 2005). Para isto, pode-se efetuar um tratamento combinado, onde se emerge a fruta em água aquecida e logo a seguir, por aspersão, aplica-se um fungicida misturado a uma emulsão de cera, que dará maior proteção à fruta. Não devem ser utilizados fungicidas em doses superiores à recomendada para evitar a ocorrência de fitotoxidez na superfície das frutas e resíduos acima dos permitidos (OLIVEIRA et al., 1995; FRUTISÉRIES, 2000; FERREGUETTI, 2006).

O tratamento hidrotérmico requer o uso de aquecedores funcionando com precisão para manter a temperatura da água constante durante os vinte minutos prescritos, pois, temperaturas menores que 47 °C não exercem o controle desejado e maiores que 49°C podem causar escaldadura nas frutas, resultando em alterações no metabolismo do fruto e consequente descaracterização da palatabilidade (OLIVEIRA et al., 1995; TATAGIBA e OLIVEIRA, 2000).

A alta efetividade do tratamento hidrotérmico no controle de doenças fúngicas de pós-colheita e mosca-das-frutas permite reduzir as desordens fisiológicas, inibindo o amadurecimento e, consequentemente, atrasando a senescência (FRUTISÉRIES, 2000; PASCHOLATI et al, 2004).

Pimentel et al. (2007), verificaram que mamões submetidos a tratamento hidrotérmico apresentaram menor quantidade de sintomas de antracnose e podridão peduncular e, nos tratamentos combinados com radiação gama foi verificada manutenção da firmeza dos frutos. Apesar de existir a associação da radiação gama com o tratamento hidrotérmico, somente este tem sido utilizado em escala comercial para o controle de doenças pós-colheita (TATAGIBA e OLIVEIRA, 2000).

## 1.2 Tratamento com ceras

O revestimento em frutos, pela aplicação de ceras, é formado a partir de uma suspensão de um agente espessante, que após aplicação no produto forma uma película ao seu redor, agindo como barreira para trocas gasosas e perda de vapor de água, modificando a atmosfera e retardando o amadurecimento do fruto (PEREIRA et al., 2006).

O uso de ceras, além de reduzir a perda de peso e retardar a maturação do fruto, quando em mistura com fungicida proporciona também a redução da incidência de doenças. Utiliza-se o fungicida thiabendazol adicionado à cera de carnaúba na diluição de 1:4 (20% de cera e 80% de água). A aplicação da cera é feita por pulverização ou submersão dos frutos na solução (OLIVEIRA et al., 1995; FERREGUETTI, 2006).

## 1.3 Tratamento com fungicidas

Embora a utilização de fungicidas seja uma importante estratégia de controle, o uso intensivo em pré-colheita tem levado ao desenvolvimento de raças de patógenos tolerantes que ameaçam a utilização desses produtos em pós-colheita. (ZAMBOLIM et al., 2002; MORAES et al., 2008).

Fungos em culturas como mamão já adquiriram resistência aos fungicidas do grupo dos benzimidazóis. No Estado do Espírito Santo, o Benomyl já não é mais empregado pelos produtores que visavam a exportação do mamão devido ao problema de ineficiência de controle, relacionado à resistência do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* ao fungicida (ZAMBOLIM et al., 2002).

No Brasil, atualmente, são poucos os fungicidas registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, para o controle de doenças de mamão em pós-colheita, sendo eles: Magnate® 500 EC (imazalil – imidazol) e Tecto® SC (thiabendazol – benzimidazol) para controle de *Colletotrichum gloeosporioides*; Sportak® 450 EC (prochloraz – imidazolilcarboxamida) para controle de *Colletotrichum gloeosporioides* e *Rhizopus stolonifer* (AGROFIT, 2014). Além da falta de novos produtos disponíveis no mercado, há, ainda, uma grande carência de trabalhos científicos que apresentem informações de controle de doenças na pós-colheita de mamão, pela utilização dos fungicidas registrados.

## 1.4 Refrigeração

A refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutos e hortaliças frescos. Os demais métodos de controle do amadurecimento e das doenças são utilizados como complemento do abaixamento da temperatura. Métodos tais como controle ou modificação da atmosfera, uso de ceras na superfície dos produtos, entre outros, não produzem bons resultados se não forem associados ao uso de baixas temperaturas (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Sem o processo de armazenamento a frio, as deteriorações são mais rápidas devido à produção de calor vital e à liberação de CO<sub>2</sub>, decorrentes da respiração. A temperatura de armazenamento é, portanto, o fator ambiental mais importante, não só do ponto de vista comercial, como também por controlar a senescência, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados. Havendo redução da respiração, há em consequência, redução nas perdas de aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade. Entretanto a taxa metabólica deve ser mantida a um nível mínimo, suficiente para manter as células vivas; porém de forma a preservar a qualidade comestível, durante todo o período de armazenamento (CHITARRA e PRADO, 2000).

A inibição do crescimento de muitos microrganismos patogênicos pode ocorrer em temperaturas entre 0°C e 5 °C, prevenindo o início de novas infecções e o aumento das infecções existentes. Embora a redução da temperatura possa diminuir a atividade do patógeno, quando os níveis de temperatura retornam às condições favoráveis à atividade do patógeno, o desenvolvimento de lesões poderá ocorrer, considerando que baixas temperaturas podem não afetar a germinação de esporos ou subsequente penetração das frutas (SILVEIRA et al., 2005).

O efeito inibidor da temperatura sobre os patógenos é bastante variável, por exemplo, temperaturas inferiores a 10 °C inibem o desenvolvimento de *Colletotrichum*, *Aspergillus* e *Phytophthora*, porém, *Botrytis cinerea* se desenvolve, ainda que lentamente, a 0 °C (LANGE e CAMERON, 1994).

## 1.5 Atmosfera controlada e modificada passiva e ativa

A manutenção da qualidade e consequentemente a extensão pós-colheita de mamão, pode ser obtida com o uso de atmosfera controlada e/ou modificada. O armazenamento em atmosfera controlada (AC) consiste no prolongamento da vida pós-colheita de produtos por meio da modificação da concentração de gases na atmosfera

natural, ou seja, a concentração de CO<sub>2</sub> é aumentada e a de O<sub>2</sub> é reduzida, podendo-se ainda eliminar o etileno produzido normalmente pelas frutas (CHITARRA e CHITARRA, 2005). No caso do mamão, o aumento no tempo de conservação a 10°C, que evita problemas com injúrias, mas permite a continuidade do seu amadurecimento, tem sido conseguido com o emprego de atmosfera controlada com nível de O<sub>2</sub> a 2% e CO<sub>2</sub> a 5% (CHITARRA e PRADO, 2000).

No armazenamento em atmosfera modificada (AM), a atmosfera do microambiente é geralmente alterada pelo uso de filmes plásticos, permitindo que a concentração de CO<sub>2</sub>, proveniente do próprio produto, aumente e a concentração de O<sub>2</sub> diminua, à medida que ele é utilizado pelo processo respiratório. Nesse tipo de armazenamento, as concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> não são controladas, e variam com o tempo, temperatura, tipo de filme e com a taxa respiratória do produto (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Esta técnica, além de reduzir a atividade respiratória aumenta a umidade relativa, diminuindo, assim, a perda de água por transpiração, e conseqüentemente o murchamento (AMARANTE et al., 2001).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) dois tipos de sistemas podem ser utilizados, de acordo com a disponibilidade de recursos tecnológicos: a atmosfera modificada passiva gerada pelo próprio produto, ou a ativa, gerada pela injeção de gases no espaço livre da embalagem.

#### **AM passiva**

É obtida quando os produtos vegetais são colocados na embalagem contendo apenas ar, a qual é, então, selada e o controle das trocas gasosas é realizado através da própria embalagem. O ambiente atmosférico desejado é atingido com a respiração do produto e as trocas gasosas com o meio externo (difusão de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>), através da embalagem.

A composição da atmosfera interna irá depender das características de permeabilidade do material da embalagem e da velocidade de consumo ou de liberação de gases pelo produto embalado. O controle da respiração é conseguido pelo uso de materiais que tenham características adequadas de permeabilidade, bem como pela temperatura de armazenamento.

Na utilização de embalagens para produtos frescos, a habilidade de regular passivamente uma determinada condição de AM é limitada quando se usa embalagem contendo ar e hermeticamente fechada.

### **AM ativa**

É obtida pela reposição da atmosfera do interior da embalagem por misturas gasosas com concentrações pré-estabelecidas. Nesse caso, podem ser utilizados sistemas com baixas ou elevadas concentrações de O<sub>2</sub> em misturas com outros gases, como CO<sub>2</sub>, CO ou N<sub>2</sub>. Adicionalmente, absorvedores de gases podem ou não ser incluídos no interior da embalagem.

A atmosfera ativa pode ser alterada durante o armazenamento, até atingir a atmosfera de equilíbrio. É estabelecida realizando-se vácuo moderado e, em seguida, injetando-se, na embalagem, a mistura de gases desejada antes da selagem a quente. Geralmente, o fluxo de gás é uma mistura de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>.

Quando se usa AM ativa, se a taxa de permeabilidade a gases da embalagem for compatível com a respiração do produto, essa será igual à atmosfera de equilíbrio durante a estocagem, desde que a temperatura seja constante (sem flutuações) e não haja crescimento de microrganismos no produto.

## **2. Perspectivas futuras de conservação pós-colheita de mamão**

O uso de produtos químicos constitui sério risco para o meio ambiente e para a saúde humana, principalmente, pela presença de resíduos tóxicos. Além disso, alguns fungos que causam doenças no mamão já adquiriram resistência a fungicidas, limitando o uso desses produtos e exigindo o desenvolvimento de pesquisas com produção integrada, que utilizem técnicas alternativas para o controle de doenças pós-colheita (ZAMBOLIM et al., 2002).

Através das pesquisas, tem-se investigado técnicas como alternativa ou complemento à atmosfera controlada e modificada, objetivando a substituição de materiais sintéticos que possam causar riscos a saúde e ao meio ambiente, como também a redução de custos e maior eficácia na conservação da qualidade pós-colheita.

Na perspectiva de reduzir a incidência de patógenos em pós-colheita e proporcionar alternativas à conservação da qualidade de frutas na pós-colheita, tecnologias tem sido desenvolvidas, tais como indutores de resistência (NASCIMENTO et al., 2008); radiação gama e ultra-violeta – UV (Cia, 2005), 1-MCP (JACOMINO et al., 2007); produtos naturais como quitosana (OSHIRO, 2013); extratos e óleos essenciais de plantas (CARNELOSSI et al., 2009). A eficácia dessas medidas de controle pode variar conforme a espécie ou cultivar, a maturação fisiológica e as características bioquímicas do tecido da fruta (SILVEIRA et al., 2005).

## 2.1 Indutores de Resistência

Uma tecnologia que vem sendo utilizada com capacidade de reduzir doenças pós-colheita é o emprego de indutores de resistência bióticos e abióticos (VENTURA e COSTA, 2002). A aplicação de indutores em frutos e vegetais intensificam uma reação de defesa antes da invasão dos microrganismos, desencadeando uma resposta de defesa à infecção, o que permite evitar o estabelecimento de uma gama de patógenos, dentre eles bactérias e fungos. A aplicação de indutores no início da fase pós-colheita retarda o processo de infecção, retardando a senescência dos frutos no armazenamento (FORBES-SMITH, 1999; SENHOR et al., 2009).

Os indutores abióticos são produtos sintéticos como o ácido 2,6 dicloroisonicotínico e o acibenzolar-S-methyl (ASM), este último, comercializado no Brasil com o nome de “Bion®” (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, São Paulo-SP), é considerado ativador de plantas por possuir propriedades de elicitar respostas de resistência em plantas contra um amplo espectro de patógenos. Indutores abióticos podem também ser produtos naturais, a exemplo do Ecolife (polifenóis, flavonóides, fitoalexinas e ácidos orgânicos diluídos) capazes de ativar mecanismos de resistência (DANTAS et al., 2004; CIA, 2005; NASCIMENTO et al., 2008).

Entre os indutores bióticos, estão os microrganismos antagonistas como leveduras, bactérias, isolados não patogênicos e produtos comerciais como o Agro-Mos® (mananligossacarídeo fosforilado - derivado da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* 1026 Hansen) que são capazes de induzir reação de defesa em frutas e hortaliças (DANTAS et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2006)

Indutores podem ser usados para exploração de mecanismos de defesa em plantas por agirem diretamente como moléculas sinais ou induzirem a ativação de genes que codificam a síntese de fatores de resistência. Na indução de resistência, mecanismos latentes de defesa da planta são ativados através do tratamento com agentes indutores (EL GHAOUTH et al., 1998).

A resistência induzida envolve a ativação de vários processos, como barreiras estruturais, hipersensibilidade, aumento de síntese de fitoalexinas e acúmulo de proteínas relacionadas à patogênese (proteínas-RP), como a hidrolase  $\beta$ -1,3-glucanase que degrada paredes celulares de patógenos fúngicos (HAMMERSCHMIDT, 1999; BONALDO, 2005).

Nascimento et al., (2008) ao avaliarem o controle de doenças do mamoeiro, verificaram que o indutor de resistência Bion® manteve um eficiente controle da podridão peduncular em frutos, como também apresentou melhor controle da severidade da antracnose. Santos (2013) ao avaliar o controle de doenças fúngicas de folhas do mamoeiro, verificou que o indutor de resistência ASM apresentou, em relação aos demais tratamentos, o melhor índice de redução da pinta preta (*Asperisporium caricae*) nas folhas e nos frutos, além da mancha de phoma (*Phoma caricae-papayae*), tendo, ainda, aumentado a firmeza da polpa dos frutos do genótipo 'Golden' e 'Tainung'.

Nos últimos anos, trabalhos de pesquisa tem sido realizados visando a aplicação de indutores de resistência em diferentes tipos de frutos em pós-colheita, tais como maracujá (LIMA FILHO, 2008); goiaba (PESSOA et al., 2009); manga (MOURA et al., 2012); maçã (STELLA et al., 2013); banana (OLIVEIRA et al., 2013) e laranja (TOMAZETTI et al., 2013).

## **2.2 Irradiação**

A irradiação de frutos e hortaliças pós-colheita tem como principal interesse a redução ou retardo nos danos causados por doenças, atuando como fungicida ou inseticida. Contudo, é utilizada como método de conservação, prolongando o armazenamento pelo retardo do amadurecimento e do brotamento de alguns produtos. Tem alguns inconvenientes o seu uso, pois, dependendo da intensidade de radiação, pode provocar escurecimento, amaciamento, aparecimento de depressões superficiais, amadurecimento anormal e perda de aroma e sabor nos produtos (ZAMBOLIM et al., 2002; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

As formas de radiações mais comumente empregadas e estudadas em pós-colheita de frutos e hortaliças são a radiação gama e a radiação ultravioleta (UV-C). O tratamento com radiação gama envolve a exposição do produto a uma fonte de radiação por um período suficiente para que ocorra a absorção de uma dose requerida de raios gama. O uso de UV-C no intervalo de 200-280 nm (pico de emissão de 254 nm) é limitado aos tratamentos de superfície, devido ao seu baixo poder de penetração nos tecidos (CHITARRA e CHITARRA, 2005). No entanto, é suficiente para induzir mecanismos de resistência contra patógenos, levando a produção de compostos antifúngicos e o atraso no amadurecimento (NIGRO et al., 1998; CIA, 2005). Esses efeitos são mais intensos quando o tratamento é aplicado em produtos com maturação

adequada de colheita e diminui à medida que avança a maturação e a senescência (VALDEBENITO-SANHUEZA e MAIA, 2001).

O mamão parece ser o fruto onde a irradiação é mais promissora, pois a mosca-das-frutas é destruída com aplicação de pequenas doses de radiação (apenas 21 Krad), sendo que o fruto pode suportar doses até cinco vezes superiores. A sua vida de prateleira pode ser aumentada quando se faz a associação com o tratamento por imersão em água quente, para o controle de doenças no armazenamento. A irradiação sozinha só controla as doenças no armazenamento, quando aplicada em doses mais elevadas que as toleradas pelo fruto. Portanto, a irradiação é efetiva no prolongamento da vida de prateleira, quando associada ao tratamento com água quente (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Esta informação pode ser confirmada por Pimentel et al. (2007), ao verificarem que a irradiação gama é uma boa alternativa para tratamento quarentenário, por não alterar negativamente os parâmetros de qualidade dos mamões analisados. Quando associado ao choque térmico, ocorre um menor desenvolvimento das doenças antracnose e podridão peduncular, e os mamões se mantêm mais firmes, demonstrando que há compatibilidade entre os tratamentos.

Resultados positivos com uso da radiação gama em pós-colheita de diferentes frutos têm sido obtidos ao longo dos últimos anos, tais como em mamão (CIA et al., 2007); goiaba (CAMPOS et al., 2011) e com uso da radiação com luz ultravioleta (UV-C) em uva (CIA et al., 2009); em maçã (BARTNICKI et al., 2011) e em abacate (DAIUTO et al., 2013).

### **2.3 1-metilciclopropeno (1 – MCP)**

Com o avanço das pesquisas, a atmosfera controlada e modificada poderão vir a ser complementadas pelo uso de técnicas que retardem os processos fisiológicos como o uso de 1-MCP que, segundo Blankenship e Dole (2003), tem-se mostrado bastante eficiente em reduzir a produção e bloquear a ação do etileno em diversas espécies de flores, frutos e hortaliças. O 1-MCP embora seja um gás, tem sido formulado em pó que quando misturado a uma solução básica ou água, libera o 1-MCP e que liga-se fortemente ao sítio do etileno, evitando a ligação e a ação do mesmo (JACOMINO et al., 2002).

Jacomino et al. (2007) constataram que o 1-MCP retardou a perda de firmeza e a mudança da cor da casca de mamões. Estes autores concluíram que quanto menor o intervalo entre a colheita e a aplicação do 1-MCP, maior será sua eficiência

como retardador do amadurecimento. Resultados semelhantes também foram obtidos com outros frutos, como manga (LIMA et al., 2006); melão (SOUZA et al., 2008); goiaba (CERQUEIRA et al., 2009) mangabas (CAMPOS et al., 2011); guavira (CAMPOS et al., 2012) e pinha (SILVA et al., 2013).

## 2.4 Quitosana

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de aumentar a vida útil pós-colheita de frutas e hortaliças (CAMILI, 2007). A aplicação de biofilmes representa uma alternativa potencial na conservação desses produtos (OLIVEIRA e CEREDA, 1999; VILA et al., 2007) e associa a praticidade e o fator econômico, pois evitam a necessidade de estocagem em atmosfera controlada que implica em aumento do custo operacional. O uso de biofilmes resulta em frutas com melhor aparência e mais atrativas ao consumidor, sendo ainda inócuos ao trato digestório, além de proporcionar menor quantidade de produtos descartáveis no meio ambiente (MAIA et al., 2000; AZEREDO, 2003).

Os revestimentos comestíveis servem para substituir o recobrimento de cera, de proteção natural, e diminuir a perda excessiva de água. Entretanto, nem sempre podem substituir as embalagens sintéticas não comestíveis, mas atuam como adjunto para aumentar a qualidade, estender a vida útil dos frutos e economizar materiais de embalagem não biodegradáveis (JACOMETTI et al., 2003).

Dentre os revestimentos comestíveis, destacam-se processos a base de lipídios, como óleos, cera de carnaúba, cera de abelha; polissacarídeos, como celulose, pectina, amido e quitosana, e proteínas como caseína, gelatina e albumina (CERQUEIRA e JACOMINO, 2007).

Neste contexto, a quitosana, derivado da quitina, (um polissacarídeo natural, comestível, extraído da carapaça de crustáceos) tem a capacidade de formar um recobrimento semipermeável, prolongando a vida pós-colheita através da minimização da taxa de respiração e redução da perda de água de frutos. (BAUTISTA-BANOS et al., 2006). A quitosana também possui atividade antifúngica e antibacteriana, mostrando seu potencial de utilização sobre as superfícies cortadas ou nos frutos que possuem alta taxa de maturação pós-colheita (ASSIS e LEONI, 2003; PARK et al., 2004).

A quitosana tem recebido grande atenção em pesquisas, como alternativa e complemento na conservação pós-colheita de diversos frutos, tais como mamão (SILVA et al., 2009); guavira (OSHIRO, 2013); banana (SARMENTO, 2012); manga (SOUSA

et al., 2011); caqui (CIA et al., 2010); maçã (BOTELHO et al., 2010); goiaba (SANTOS, 2012) maracujá (LUVIELMO e LAMAS, 2012) e morango (GUEDES, 2012).

## 2.5 Extratos e óleos essenciais de plantas

Vários estudos têm comprovado o efeito de extratos e óleos essenciais de plantas na capacidade de controlar fitopatógenos, tanto por sua atividade antimicrobiana direta quanto indireta, o que possibilita uma alternativa a redução do uso de fungicidas no controle de podridões pós-colheita. (MARQUES et al., 2003; BASTOS e ALBUQUERQUE, 2004; CARNELOSSI et al., 2009; VENTUROSO et al., 2011a).

Espécies de plantas como o cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*) e alho (*Allium sativum*) têm sido amplamente estudadas por apresentarem propriedades fungitóxicas (CHALFOUN et al., 2004; VENTUROSO et al., 2011b). O cravo-da-índia contém “eugenol”, um componente tóxico tanto no extrato aquoso quanto no óleo essencial (RANASINGHE et al., 2002). A casca de canela contém o cinamaldeído, como principal constituinte antimicrobiano. O alho contém duas substâncias, aliinase e aliína, armazenadas separadamente e, quando suas membranas são rompidas, formam a alicina, responsável pela defesa da planta. Seus efeitos tóxicos inativam os microrganismos (HEINZMANN, 2001).

Trabalhos desenvolvidos com extrato de gengibre (*Zingiber officinale*) têm indicado potencial no controle de fitopatógenos, por sua ação fungitóxica direta através da inibição do crescimento micelial e a germinação de esporos, como também pela ação indireta através da indução de fitoalexinas (PEDROSO et al., 2009; ARAÚJO et al., 2009; GOMES et al., 2011). Potencial de controle semelhante tem sido também constatado com outros extratos e também óleos essenciais, como os extratos de *Momordica charantia* L. (melão-de-são-caetano) com inibição do crescimento micelial e germinação de esporos de *Colletotrichum gloeosporioides* (CELOTO et al., 2008); cravo-da-índia com completa inibição *in vitro* do desenvolvimento de *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum* sp., *Fusarium solani* e *Phomopsis* sp. (VENTUROSO et al., 2011a); inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* com o uso dos extratos de folhas de *Lippia Alba* (erva cidreira) e de sementes de *Annona muricata* (graviola) (FERREIRA, et al., 2014) e também de óleos essenciais como de *Cymbopogon citratus* (capim limão), *Eucalyptus* sp. (eucalipto) e *Mentha* sp. (menta) no controle de *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* e em frutos

de *Carica papaya* L. (mamão) (CARNELOSSI et al., 2009); *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba), *Carapa* sp. (andiroba), *Areca catechu* (babaçu), *Cocos nucifera* (coco), *Azadirachta indica* (neem), sementes de *Vitis* sp. (uva), *Prunus dulcis* (amêndoa) e *Mentha spicata* (hortelã) no controle de *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* e em frutos de *Capsicum* sp. (pimenta) em pós colheita (SOUZA et al., 2012).

Diante das possibilidades de uso de tecnologias alternativas que permitam prolongar a conservação pós-colheita de frutos, teve-se por objetivo neste trabalho avaliar o uso de atmosfera modificada e tratamentos alternativos na conservação pós-colheita de mamão Formosa “Tainung 1” sob refrigeração, como também o uso de produtos alternativos *in vitro* e *in vivo* no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT – Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento – MAPA, Nov./2012. Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em 18 jun. 2014.
- AMARANTE C; BANKS N.H; GANESH S. Relationship between character of skin cover of coated pears and permeance to water vapour and gases. **Postharvest Biology and Technology**, v.21, n.3, p.291-301, 2001.
- ARAUJO, R.C.Z.; CHALFOUN, S.M.; ANGÉLICO, C.L.; ARAUJO, J.B.S.; PEREIRA, M.C. Avaliação *in vitro* da atividade fungitóxica de extratos de condimentos na inibição de fungos isolados de pães artesanais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 545-551, 2009.
- ASSIS, O.B.G.; LEONI, A.M. Biofilmes comestíveis de quitosana: ação biofungicida sobre frutas fatiadas. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.30, p.33-38, 2003.
- AZEREDO, H. M. C. de. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. **Boletim do CEPPA**. Curitiba, v. 21, 2003.
- BARTNICKI, V.A; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; AMARANTE, C.V.T.; STEFFENS, C.A. Tratamentos hidrotérmico e com radiação uv-c no controle pós-colheita da podridão olho-de-boi em uma linha comercial de seleção de maçãs. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.737-745, 2011.
- BASTOS, C.N.; ALBUQUERQUE, P.S.B. Efeito do óleo essencial de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, n.5, p.555-557, 2004.
- BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNÁNDEZ-LAUZARDO, A.N.; VELÁZQUEZ-DELVALLE, M.G.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; BARKA, E.A.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; WILSON, C.L. Chitosan as a potencial natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**, v. 25, n.2, p. 108-118, 2006.
- BENATO, E.A. Controle de doenças pós-colheita em frutas tropicais. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.25, n.1, p.90-93, 1999.
- BLANKENSHIP, S.M.; DOLE, J.M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, v.28, n.1, p.1-25, 2003.
- BONALDO, S.M.; PASCHOLATI, S.F.; ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência: noções básicas e perspectivas**. In: CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R.S. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005.cap.1. p.11-28.

BOTELHO, R.V.; MAIA, A.J.; RICKLI, E.H.; LEITE, C.D.; FARIA, C.M.D.R. Quitosana no controle de *Penicillium* sp na pós-colheita de maçãs. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.5, n.2, p.200-206, 2010.

CAMILI, E. C.; BENATO, E. A.; PASCHOLATI, S. F.; CIA, P. Avaliação de quitosana, aplicada em pós-colheita, na proteção de uva 'Itália' contra *Botrytis cinerea*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.33, n.3, p.215-221, jul./set. 2007.

CAMPOS, A.J.; FUJITA, E.; NEVES, L.C.; VIEITES, R.L.; CHAGAS, E.A. Radiação gama e atmosfera modificada passiva na qualidade de goiabas 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p.350-356, 2011.

CAMPOS, R.P.; HIANE, P.A.; RAMOS, M.I.L.; RAMOS FILHO, M.M.; MACEDO, M.L.R. Conservação pós-colheita de guavira (*Campomanesia* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.1, p.41-49, 2012.

CAMPOS, R.P; KNOCH, B.; HIANE, P.A.; RAMOS, M.I.L.; RAMOS FILHO, M.M. 1-MCP em mangabas armazenadas em Temperatura ambiente e a 11°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p.206-212, 2011.

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 Medicinai**s, v.11, n.4, p.399-406, 2009.

CELOTO, M.I.B.; PAPA, M.F.S.; SACRAMENTO, L.V.S.; CELOTO, F.J. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v.30, n.1, p.1-5, 2008.

CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. P. **Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. 'Kumagai'**. 2007. Tese (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Agronomia, USP, Piracicaba, 2007.

CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. P.; SASAKI, F. F.; AMORIM, L. Controle do amadurecimento de goiabas 'Kumagai' tratadas com 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 687-692, 2009.

CHALFOUN, S.M.; PEREIRA, M.C.; RESENDE, M.L. V.; ANGÉLICO, C.L.; SILVA, R.A. Effect of powdered spice treatments growth, sporulation and production of aflatoxin by toxigenic fungi. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.4, p.856–862, 2004.

CHITARRA, A.B.; PRADO, M.E.T. **Utilização de atmosfera modificada e controlada em frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2000. 66p.

CHITARRA M.I.F; CHITARRA AB. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA. 2005. 785p.

CIA, P. **Avaliação de agentes bióticos e abióticos na indução de resistência e no controle pós-colheita da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mamão**

(*Carica papaya*). 2005. 197 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiros’, Piracicaba-SP.

CIA, P.; BENATO, E.A.; PASCHOLATI, S.F.; GARCIA, E.O. Quitosana no controle pós-colheita da podridão mole em caqui ‘rama forte’. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p.745-752, 2010.

CIA, P.; BENATO, E.A.; VALENTINI, S.R.T.; ANJOS, V.D.A.; PONZO, F.S.; SANCHES, J.; TERRA, M.M. Radiação ultravioleta no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em uva ‘Niagara Rosada’. **Bragantia**, v.68, n.4, p.1009-1015, 2009.

CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; BENATO, E.A.; CAMILI, E.C.; SANTOS, C.A. Effects of gamma and UV-C irradiation on the postharvest control of papaya anthracnose. **Postharvest Biology and Technology**, v.43, p.366-373, 2007.

DAIUTO, E.R.; VIEITES, R.L.; TREMOCOLDI, M.A.; CARVALHO, L.R.; FUMES, J.G.F. Pós colheita do abacate ‘Hass’ submetido a radiação UV-C. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**. v.7, n.2, p.149-160, 2013.

DANTAS, S.A.F.; OLIVEIRA, S.M.A.; BEZERRA NETO, E.; COELHO, R.S.B.; SILVA, R.L.X. Indutores de resistência na proteção do mamão contra podridões pós-colheita. **Summa Phytopathologica**, v.30, n.3, p.314-319, 2004.

EL GHAOUTH, A.; WILSON, C.L.; WISNIEWSKI, M. Ultrastructural and cytochemical aspects of the biological control of *Botrytis cinerea* by *Candida saitoana* in apple fruit. **Phytopathology**, v.88, n.4, p.282-291, 1998.

FERREGUETTI, G. **Produção de mamão para o mercado externo e interno**. Campo Grande: Caliman Agrícola SA, 2006. 1CD-ROM.

FERREIRA, E.F.; SÃO JOSÉ, A.R.; BOMFIM, M.P.; PORTO, J.S.; JE, J.S. Uso de extratos vegetais no controle *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) coletado em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.2, p. 346-352, 2014.

FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U. **Mamão: Pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 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 1. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.1, p.054-058, 2008.

FORBES-SMITH, M. Induced resistance for the biological control of postharvest diseases of fruit and vegetables. **Food Australia**, v.51, n.8, p.382-385, 1999.

FRUTISÉRIES. **Mamão**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, nov. 2000. Boletim Informativo. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br>>. Acesso em: 16 abr. 2014.

GOMES, J.S.; MATEO, M.C.P.; SANTOS, A.P.O.; LAURINO, G.; CAMILO, S.B.; Avaliação da tintura de gengibre (*Zingiber officinale*) na inibição do crescimento micelial de *Geotrichum* sp. **Biológico**, São Paulo, v.73, n.2, p.129-176, 2011.

GUEDES, T.J. **Resíduos de agrotóxicos em morangos e influência de filmes biodegradáveis na qualidade dos frutos no armanejamento pós-colheita**. 2012. 143 f. Dissertação (mestrado em Química) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG.

HAMMERSCHMIDT, R. Induced disease resistance: how do induced plants stop pathogens? **Physiology and Molecular Plant Pathology**, v.55, n.2, p.77-84, 1999.

HEINZMANN, B.M. **Compostos com enxofre**. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (Ed.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p.633-650.

JACOMETTI, G. A., MENEGUEL, R. F. A., YAMASHITA, F. Aplicação de revestimentos comestíveis em pêssego (*Prunus persica*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.1, p. 95-100, abr. 2003.

JACOMINO, A.P. **Fruticultura tropical e subtropical. A cultura do mamão**. USP, Piracicaba, 2013. Disponível em: <<http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv661/Aula%20mamao%20Fruti%20Tropical%20out.2013.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2013.

JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A. BRACKMANN, A.; CASTRO, P.R.C. Amadurecimento do mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agrícola**, v.59, n.2, p.303-308. 2002.

JACOMINO, A.P.; TREVISAN, M.J.; ARRUDA, M.C.; KLUGE, R.A. Influência do intervalo entre a colheita e a Aplicação do 1-metilciclopropeno no controle Do amadurecimento de mamão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p. 456-459. 2007.

LANGE, D.D., CAMERON, A.C. Postharvest shelf life of sweet basil (*Ocimum basilicum*). **Horticultural Science**, v.29, p.102-103. 1994.

LIMA FILHO, R.M. **Controle alternativo da antracnose do maracujá-amarelo na pós-colheita**. 2008. 75 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.

LIMA, M.A.C.; SILVA, A.L.; AZEVEDO, S.S.N.; SANTOS, P.S. Tratamentos pós-colheita com 1-metilciclopropeno em manga ‘Tommy Atkins’: efeito de doses e número de aplicações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, p.64-68, 2006.

LUVIELMO, M.M.; LAMAS, S.V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v.8, n.1, p. 8-15, 2012.

MAIA, L. H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F. de. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e o oxigênio. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.18, 2000.

MARQUES, S.S; SANTOS, M.P.; ALVES, E.S.S.; VILCHES, T.T.B.; SANTOS, R.B.; VENTURA, J.A; FERNANDES, P.M.B. Uso de óleos essenciais no controle de *colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose em frutos do mamoeiro. **Papaya Brasil**, p. 591-593, 2003.

MORAES, W.S; ZAMBOLIM, L.; LIMA, J.D. Quimioterapia de banana 'prata anã' no controle de podridões em pós-colheita. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.75, n.1, p.79-84, 2008.

MOURA, M.D.C.S.; PEIXOTO, A.R.; SOUZA, E.M.; MARTINS, R.S.; CALVALCANTI, L.S. Potencial de produtos bióticos e abióticos como indutores de resistência no controle de podridões pós-colheita em manga, no Sub-médio São Francisco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 44-49, 2012.

NASCIMENTO, L.C.; NERY, A.R.; RODRIGUES, L.N. Controle de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamoeiro, utilizando extratos vegetais, indutores de resistência e fungicida. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 3, p.313-319, 2008.

NERY-SILVA, F.A.; MACHADO, J.C.; LIMA, L.C.O.; RESENDE, M.L.V. Controle químico da podridão peduncular de mamão causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.3, p.519-524, 2001.

NIGRO, F.; IPPOLITO, A.; LIMA, G. Use of UV-C light to reduce Botrytis storage rot of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 13, n.3, p. 171-181, 1998.

OLIVEIRA, A. M. G.; OLIVEIRA, M. de A.; DANTAS, J. L. L.; SANCHES, N. F.; MEDINA, V. M.; CORDEIRO, Z. J. M.; SANTOS FILHO, H. P.; CARVALHO, J. E. B. **A cultura do mamoeiro**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1995. 80p. Circular Técnica, 21).

OLIVEIRA, E.S.; VIANA, F.M.P.; MARTINS, M.V.V.; MARIA, N.G.P. Alternativas limpas para controle da podridão pós-colheita causada por *Colletotrichum* em banana. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Fortaleza, 29 p., 2013.

OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P. Efeito da película de mandioca na conservação de goiabas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 2, p. 97-102, 1999.

OLIVEIRA, S.M.A.; TERAPO, D.; DANTAS, S.A.F.; TAVARES, S.C.C.H. (Eds.). **Patologia pós-colheita: frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. cap.1, p.19-44.

OSHIRO, A.M.; DRESCH, D.M.; SCALON, S.P.Q. Atmosfera modificada e temperaturas de armazenamento na conservação pós-colheita de guavira (*Campomanesia adamantium* camb.). **Bioscience Journal**, v.29, n.5, p. 1421-1430, 2013.

PARK, S.I.; DAESCHEL, M.A.; ZHO, Y. Functional Properties of Antimicrobial Lysozyme – Chitosan Composite Films. **Journal of Food Science**, v. 69, n.8, 2004.

PASCHOLATI, S.F.; LIA, P.; BENATO, E.A.; CAMILI, E.C. O fenômeno da indução de resistência e o controle das doenças de pós-colheita. In: **Reunião brasileira sobre indução de resistência em plantas**. Lavras: UFLA, 2004 p. 3-7.

PEDROSO, D.; MENEZES, V.; JUNGES, E.; MULLER, J.; GIRARDI, L.; DILL, A.; MUNIZ, M.; BLUME, E. Potencial inibitório *in vitro* de *Alternaria solani* sob efeito de extratos botânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n.2, p.4260-4263, 2009.

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 a base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p. 1116-1119, nov./dez., 2006.

PESSOA, W.R.L.S.; LOPES, A.L.L.; COSTA, V.S.O; OLIVEIRA, S.M.A. Efeito do tratamento hidrotérmico associado a Indutores de resistência em pós-colheita de goiaba **Caatinga**, Mossoró, v.22, n.1, p.85-90, 2009.

PIMENTEL, R.M.A.; MARCONDES, Y.E.M.; WALDER, J.M.M. Qualidade do mamão cv. Solo submetido ao choque Térmico e tratamento quarentenário por radiação gama. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.483-487, 2007.

RAGONHA, E. Estudo **do mercado interno visando à comercialização do mamão (*Carica papaya*) dos grupos solo e formosa**. Toda Fruta (2005). Disponível em:<<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 16 de abr. 2014.

RANASINGHE, L.; JAYAWARDENA, B.; ABEYWICKRAMA, K. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeilanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merr et LM. Perry against crown rot anthracnose pathogens isolated from banana. **Letters in Applied Microbiology**, v.35, p.208-211, 2002.

ROCHA, R.H.C.; MENEZES, J.B.; NASCIMENTO, S.R.C.; NUNES, G.H.S. Qualidade do "Mamão Formosa" submetido a diferentes temperaturas de refrigeração. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.1, p.75-80, jan./mar.2007

SANTOS, M.C. Efeitos dos sub produtos de aroeira e do biofilme a base de quitosana na pós-colheita e controle da antracnose em goiabas "Paluma". 2012. 93 f. Dissertação (mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão-Sergipe-SE.

SARMENTO, C.A.R.. **Determinação do ponto de colheita e avaliação da pós-colheita de banana princesa utilizando biofilme**. 2012. 74 f. Dissertação (mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão-SE.

SENHOR, R.F.; SOUZA, P.A.; ANDRADE NETO, R.C; MARACAJÁ, P.B.; NASCIMENTO, F.J. Manejo de doenças pós-colheita. **Revista Verde**, v.4, n.1, p. 00-13, 2009.

SILVA, C.M. **Controle alternativo do míldio e da Antracnose da videira com extrato aquoso de cinamomo (*Melia azedarach* L.)**. 2011. 59 f. Dissertação (mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava-PR.

SILVA, J.M.; MIZOBUTSI, E.H.; MIZOBUTSI, G.P.; MAIA, V.M.; XAVIER, A. A.; RIBEIRO, R.C.F. Management of anthracnose and evaluation of physico-chemical properties of papaya using chitosan. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.34, n.1, p.1-9, 2009.

SILVA, J.M.; MIZOBUTSI, G.P.; MIZOBUTSI, E.H.; CORDEIRO, M.H.M.; FERNANDES, M.B. Conservação pós-colheita de pinha com uso de 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.4, p.1201-1208, 2013.

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

SOUZA M.L.; MORGADO, C.M.A.; MARQUES, K.M.; MATTIUZ, C.F.M.; B. MATTIUZ. Pós-colheita de mangas ‘tommy atkins’ recobertas com quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. spe. p.337-343, 2011.

SOUZA, P.A.; FINGER, F.L.; ALVES, R.E; PUIATTI,M.; CECON, P.R.; MENEZES, J.B. Conservação pós-colheita de melão Charentais tratado com 1-MCP e armazenado sob refrigeração e atmosfera modificada. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.4, 2008.

SOUSA, R.M.S.; SERRA, I.M.R.S.; MELO, T.A.M. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Summa Phytopathologica**. v. 38, n. 1, p. 42-47, 2012.

SANTOS, P.H.D. **Produtos alternativos no controle de doenças fúngicas em folha e fruto de mamoeiro**. 2013. 76f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ.

STELLA, P.F; STEFFENS, C.A.; AMARANTE, C.V.T; MARTIN, M.S. Maturação, amadurecimento de frutos e controle de podridões de *Penicillium* spp. em maçãs ‘Fuji’ com a aplicação pré-colheita de indutores de resistência. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.12, n.1, p. 31-38, 2013

TATAGIBA, J. S.; OLIVEIRA, A. A. R. **Tratamentos pós-colheita**. In: RITZINGER, C. H. S. P.; SOUZA, J. S. **Mamão: Fitossanidade**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. cap.2, p.12-14.

TOMAZETTI, T.C.; ROSSALORA, M.D.; COPATTI, A.S.; MONTEIRO, A.M.; RIGHI, P.S.; HEIFFIG-DEL-AGUILA, L.S.; AGUILA, J.S. Indutor de resistência na pós-colheita de laranja Salustiana. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, v.14, n.2, p.133-138, 2013.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; MAIA, L. **Utilização da luz ultravioleta (UV-C) na proteção de maçãs Fuji da podridão por *Penicillium expansum***. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. 20 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 10).

VENTURA, J.A.; COSTA, H. Controle de doenças em pós-colheita no mamão: estágio atual e perspectivas. **Summa Phytopathologica**, v.28, n.2, p.137-138, 2002.

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

VENTUROSO, L.R.; BACCHI, L.M.A.; GAVASSONI, W.L.; CONUS, L.A.; PONTIM, B.C.A; SOUZA, F.R. Inibição do crescimento *in vitro* de fitopatógenos sob Diferentes concentrações de extratos de plantas medicinais. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.78, n.1, p.89-95, 2011b.

VILA, M. T. R; OLIVEIRA LIMA, L. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; DOLL HOJO, E. T.; RODRIGUES, L. J.; PAULA, N. R. F. de. Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p.1435-1442, 2007.

VILELA, P. **Mamão**. Fruticultura. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas -SEBRAE. Disponível em: <[http://www.sebrae.com.br/ sector/fruticultura/o-sector/frutas-de-g-a-z/mamao/mamao-104.0/BIA\\_1040](http://www.sebrae.com.br/sector/fruticultura/o-sector/frutas-de-g-a-z/mamao/mamao-104.0/BIA_1040)> Acesso em 16 abr. 2014.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VENTURA, J.A.; VALE, F.X.R. **Controle de doenças pós-colheita de frutas tropicais**. In: Zambolim, L. (Ed.). **Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. cap. 12, p.443-511.

## **CAPÍTULO I**

### **CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAMÃO FORMOSA “TAINUNG 1” SOB DIFERENTES TRATAMENTOS**

## CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MAMÃO FORMOSA “TAINUNG 1” SOB DIFERENTES TRATAMENTOS

**RESUMO** - Para aumentar o tempo de conservação e reduzir as perdas pós-colheita de frutos como o mamão (*Carica papaya* L.), tem-se utilizado o tratamento hidrotérmico e aplicação de fungicidas químicos, seguido de armazenamento sob refrigeração. No entanto, há possibilidades de estender a vida útil dos frutos sob refrigeração, considerando a utilização de filme plástico de polietileno, pela modificação da atmosfera ao redor do fruto, associado à quitosana, que é um produto natural também capaz de alterar a atmosfera do fruto e apresentar atividade antifúngica e antibacteriana. Objetivou-se com este trabalho estabelecer o tratamento alternativo capaz de permitir melhor conservação pós-colheita de mamão Formosa “Tainung 1”. Foram conduzidos dois ensaios no laboratório de pós-colheita da Universidade Federal da Grande Dourados, em Dourados-MS, no período de maio a junho e agosto a setembro de 2013. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições, com esquema fatorial 2 x 4 x 4, sendo: dois tipos de embalagens (com ou sem filme de polietileno de baixa densidade - PEBD); quatro tratamentos (testemunha, quitosana 2%, quitosana 4% e fungicida Procloraz - Sportak® 450 EC - 75 mL/100 litros de água) e quatro períodos de armazenamento (0, 7, 14 e 21 dias) em câmara a 10 °C, com umidade relativa de  $90 \pm 5\%$ , na ausência de luz. Os parâmetros avaliados foram perda de massa fresca, aparência externa, coloração da casca, firmeza dos frutos, sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), açúcares redutores (AR) e açúcares totais (AT). Os dados foram submetidos à análise de variância e tendo ocorrido significância, as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey e as médias de períodos de avaliação e sua interação com os outros tratamentos foram ajustadas pela análise de regressão, ambos a 5% de probabilidade, utilizando o programa Sanest. Nos dois ensaios, o armazenamento de mamão Formosa sob refrigeração a 10 °C, com UR de  $90 \pm 5\%$ , associado a PEBD, proporcionou maior tempo de conservação da qualidade aparente (por até 7 dias), menores índices de coloração e PMF, como também maior estabilidade de pH em relação a frutos sem PEBD. A aparência externa dos frutos foi conservada por até 14 dias pelo tratamento PEBD + quitosana 4% e por até 21 dias pelo tratamento PEBD + fungicida Procloraz. Os tratamentos PEBD + fungicida Procloraz e PEBD + quitosana 4% apresentaram similaridade de respostas em relação ao pH e Ácido Ascórbico. O tratamento PEBD + quitosana 4% associado à refrigeração, demonstrou ser eficiente na manutenção da qualidade dos frutos, sendo uma alternativa viável ao uso de fungicida Procloraz para a conservação pós-colheita de mamão Formosa.

Palavras-chave: *Carica papaya*, refrigeração, atmosfera modificada, PEBD, quitosana.

## POST-HARVEST PRESERVATION OF FORMOSA PAPAYA "TAINUNG 1" UNDER DIFFERENT TREATMENTS

**ABSTRACT** - To increase the conservation time and reduce post-harvest losses of fruits as papaya (*Carica papaya* L.), hydrothermal treatment and fungicides have been used, followed by storage under refrigeration. However, there are other options to extend the shelf life of fruits under refrigeration, considering the use of polyethylene plastic film, by modifying the atmosphere around the fruit, associated to the chitosan, a natural product that also alters the atmosphere of the fruit with antifungal and antibacterial properties. This study aimed to establish an alternative treatment to allow longer post-harvest conservation of Formosa papaya "Tainung 1". Two assays were conducted in the postharvest laboratory of the Universidade Federal da Grande Dourados, in Dourados-MS, in the period from May to June and August to September 2013. The experimental design was completely randomized design (DIC) with four repetitions, with factorial scheme 2 x 4 x 4: two types of packaging (with or without low density polyethylene film-PEBD); four treatments (control, chitosan 2%, chitosan 4% and fungicide Prochloraz-Sportak® 450 EC-75 mL/100 litres of water) and four storage periods (0; 7; 14 and 21 days) in camera to 10 °C, with relative humidity of  $90 \pm 5\%$ , in the absence of light. The parameters evaluated were loss of fresh mass, outward appearance, coloration of the peel, firmness of the fruits, soluble solids (SS), pH, titratable acidity (TA), ascorbic acid (AA), reducers sugars (RS) and total sugars (TS). The data were subjected to analysis of variance and significance occurring, the averages among the treatments were compared by Tukey test and evaluation periods averages and their interaction with the other treatments were adjusted by regression analysis, both the 5% probability, using the Sanest program. In two assays, the Formosa papaya store under refrigeration, at 10 °c, with UR of  $90 \pm 5\%$ , associated with LDPE, provided greater shelf life of apparent quality (for up to 7 days), minor coloring indexes and LFM, as well as greater stability of pH in relation to fruit without LDPE. The external appearance of the fruit was preserved for up to 14 days for treatment LDPE + chitosan 4% and for up to 21 days for treatment LDPE + fungicide Prochloraz. The treatments LDPE + fungicide Prochloraz and LDPE + chitosan 4% showed similarity of responses in relation to pH and ascorbic acid. The treatment LDPE + chitosan 4% associated for refrigeration, demonstrated to be effective in maintaining the quality of the fruit, being a viable alternative to the use of fungicide Prochloraz for conservation post-harvest of Formosa papaya.

Keywords: *Carica papaya*, refrigeration, modified atmosphere, LDPE, chitosan.

## INTRODUÇÃO

A produção brasileira de mamão registrou em 2011 uma oferta de 1,860 milhões de toneladas, sendo exportadas 29 mil toneladas (JACOMINO, 2013) e um Valor Bruto da Produção de R\$ 1,037 bilhões (BANCO DO NORDESTE DO BRASIL, 2011).

A pesar dos altos valores em produção e receita gerados pelo cultivo do mamoeiro no Brasil, ocorrem também grandes perdas pós-colheita, pois segundo Chitarra e Chitarra (2005) as frutas tropicais têm sua vida útil reduzida quando comparadas aos produtos duráveis (grãos e cereais), por apresentarem elevado teor de umidade, textura macia facilmente danificável e altas taxas respiratórias e de produção de calor. Essas características os predis põem a um grande número de doenças que se manifestam somente na pós-colheita, apesar das infecções ocorrerem na pré-colheita, como também geram desvantagens quanto ao seu manuseio após a colheita, resultando em perdas decorrentes da falta de comercialização ou de consumo do produto em tempo hábil (JACOMINO et al., 2002; CHITARRA e CHITARRA, 2005; FONTES et al., 2008).

Para conservar a qualidade dos frutos e evitar perdas pós-colheita utiliza-se o tratamento fitossanitário, que consiste no controle das doenças pós-colheita em mamão através do tratamento hidrotérmico, concomitantemente com aplicação de ceras e fungicidas para retardar a senescência do fruto (NERY-SILVA, et al., 2001; ZAMBOLIM et al., 2002).

Após o tratamento fitossanitário os frutos são armazenados sob refrigeração, podendo ser, conforme a necessidade, em atmosfera controlada (AC) ou atmosfera modificada (AM) passiva ou ativa. A AC consiste no prolongamento da vida pós-colheita de produtos, por meio da modificação e controle dos gases no meio do armazenamento, principalmente na redução da porcentagem de O<sub>2</sub> e aumento de CO<sub>2</sub>. As condições para a implantação deste sistema dependem de estudos, principalmente os de mercado, para que o investimento possa ter um retorno de curto a médio prazo. No armazenamento em AM passiva, a atmosfera do ambiente é geralmente alterada pelo uso de filmes plásticos, permitindo que a concentração de CO<sub>2</sub> proveniente do próprio produto aumente e a concentração de O<sub>2</sub> diminua, à medida que ele é utilizado pelo processo respiratório. Nesse tipo de armazenamento, as concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> não

são controladas, e variam com o tempo, temperatura, tipo de filme e com a taxa respiratória do produto. No armazenamento em AM ativa, a atmosfera do interior da embalagem é alterada durante o armazenamento por misturas gasosas, com concentrações pré-estabelecidas até atingir a atmosfera de equilíbrio. Nesse caso, podem ser utilizados sistemas com baixas ou elevadas concentrações de O<sub>2</sub> em misturas com outros gases, como CO<sub>2</sub>, CO ou N<sub>2</sub> (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005); Cia et al. (2007), a utilização do filme de policloreto de vinila (PVC) torna-se mais eficiente quando está associada à refrigeração, pois promove aumento considerável na vida de prateleira dos frutos em função do acúmulo dos benefícios dessas duas técnicas.

A palatabilidade e a qualidade sensorial, em muitos produtos perecíveis, aumenta após a colheita e depois decai rapidamente, se não for utilizado o processo de armazenamento a frio. Sem esse cuidado, as deteriorações são mais rápidas devido à produção de calor vital e a liberação de CO<sub>2</sub>, decorrentes da respiração. A temperatura de armazenamento é, portanto, o fator ambiental mais importante, não só do ponto de vista comercial, como também, por controlar a senescência, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados. Havendo redução da respiração, há em consequência, redução nas perdas de aroma sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade dos produtos (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A eficiência com que se obtêm estes efeitos depende, basicamente, da rapidez com que se resfria o produto e a manutenção constante e uniforme da temperatura e da umidade relativa (UR), que no caso do mamão as recomendações são de 10 °C e 85 a 90% de UR (SILVA e SOARES, 2001).

O uso de produtos químicos constitui sério risco para o meio ambiente e a saúde humana, principalmente, pela presença de resíduos tóxicos (ZAMBOLIM et al., 2002 e MORAES et al., 2008). Como alternativa a estes produtos, trabalhos de pesquisa tem demonstrado benefícios do uso de películas comestíveis como a quitosana (um polissacarídeo natural, extraído da carapaça de crustáceos), que tem sido explorada para revestimento de frutas e hortaliças frescas, visando minimizar a perda de umidade e reduzir as taxas de respiração (AZEREDO et al., 2003), além de conferir atividade antifúngica e antibacteriana com potencial de utilização sobre as superfícies cortadas ou nos frutos que possuem alta taxa de maturação pós-colheita (ASSIS e LEONI, 2003; PARK et al., 2004).

Considerando o efeito antifúngico da quitosana e o potencial de reduzir as taxas respiratórias, a hipótese deste trabalho é que sua aplicação no mamão poderá conferir aumento da vida útil pós-colheita destes frutos em comparação a outros tratamentos. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o uso de atmosfera modificada passiva e tratamentos alternativos na conservação pós-colheita de mamão Formosa “Tainung 1” sob refrigeração.

## MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de mamão Formosa “Tainung 1” foram adquiridos de uma área de cultivo comercial, situada no município de Ivinhema – MS. Os frutos foram colhidos nos períodos de abril (Experimento I) e julho (Experimento II) de 2013, considerando-se como ponto de colheita o estágio 1 de maturação, conforme recomendação para exportação (FOLEGATTI e MTSUURA, 2002).

Após serem colhidos, os frutos foram envolvidos em papel jornal e acondicionados em caixas plásticas vazadas e posteriormente transportados ao laboratório de pós-colheita da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, onde foram selecionados, descartando-se aqueles com lesões ou coloração inadequada, a fim de uniformizar o estágio de maturação e o aspecto qualitativo dos frutos. Em seguida, estes foram lavados, secos ao ar, acondicionados e identificados em bandejas plásticas e de poliestireno expandido, de acordo com o tratamento a ser utilizado. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 x 4 (períodos de armazenamento x presença ou ausência de filme x tratamentos de imersão) com quatro repetições.

Uma amostragem de quatro frutos foi caracterizada por ocasião da colheita e os demais frutos foram submetidos aos seguintes tratamentos: **1** – sem tratamento (testemunha); **2** – imersão em solução de quitosana a 2%, com posterior secagem natural; **3** – imersão em solução de quitosana a 4%, com posterior secagem natural; **4** – imersão em solução de fungicida Procloraz, (Sportak® 450 EC) na concentração de 0,75 mL do produto comercial por 1 litro de água durante 2 minutos; **5** – acondicionamento com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD); **6** – imersão em solução de quitosana a 2% com posterior secagem natural + PEBD; **7** – imersão em solução de quitosana a 4% com posterior secagem natural + PEBD; **8** – imersão em solução de fungicida Procloraz, (Sportak® 450 EC) na concentração de 0,75 mL do produto comercial por 1 litro de água durante 2 minutos, com posterior secagem natural, + PEBD.

Realizados os tratamentos, os frutos transportados para uma câmara onde foram armazenados a 10 °C ± 1°C, com umidade relativa de 90 ± 5%, conforme Chitarra e Chitarra (2005), e avaliados aos 0, 7, 14 e 21 dias. Após cada período, os frutos foram

transferidos para o laboratório de pós-colheita onde foram realizadas as análises físicas e químicas.

## **1. Avaliação Física**

**1.1 Perda de massa fresca** – determinada através da diferença obtida entre a pesagem inicial dos frutos e a pesagem final a cada período de avaliação, sendo os valores expressos em porcentagem;

**1.2 Aparência externa** – avaliada através do percentual de área deteriorada do fruto por uma escala de notas de 0 a 5, sendo: 1 - sem deterioração; 2 - até 5% de área deteriorada; 3 - até 10% de área deteriorada; 4 - até 15% de área deteriorada; 5 - maior que 15% de área deteriorada. Frutos com notas iguais ou superiores a 3 foram considerados impróprios para consumo. Observou-se, na aparência externa: danos pelo frio, depressões, manchas, murcha e manifestações de doenças;

**1.3 Coloração da casca** - estabelecida de acordo com a escala de notas subjetiva proposta por Wills e Widjanarko (1995), sendo que: **0** – fruto crescido e desenvolvido (100% verde); **1** – até 15% da sup. amarela; **2** – até 25% da sup. amarela; **3** – até 50% da sup. amarela; **4** - 50 a 75% da sup. amarela; **5** - 75 a 100% da sup. amarela.

**1.4 Textura** – para avaliação das mudanças de textura da casca dos frutos foi utilizado um penetrômetro Mc Cormick, modelo FT 327, com ponteira de 8 mm de diâmetro por 20 mm de comprimento, em três pontos opostos na região equatorial, obtendo-se um valor médio da força máxima de penetração (N) que expressa a resistência da casca a penetração.

## **2. Avaliação Química**

Para determinação das avaliações químicas foram trituradas em torno de 200 mL de polpa de cada repetição, a fim de obter um extrato aquoso inicial.

**2.1 pH** – determinado a partir de filtrado da polpa triturada com peagâmetro digital da marca Hanna Instruments, modelo HI 2221.

**2.2 Sólidos solúveis (SS)** – determinados por leitura direta através de um refratômetro digital da marca Instrutherm, modelo RTD-45, com valor corrigido para 25 °C, sendo os

resultados expressos em °Brix, conforme recomendações do Instituto Adolfo Lutz (1985).

**2.3 Acidez titulável (AT)** – uma amostra de 5 gramas do extrato inicial foi misturada em 100 mL de água destilada e titulada com NaOH 0,01 M, sob agitação constante, até se obter o ponto de viragem (coloração rósea persistente por 30 segundos) com o indicador fenolftaleína. As avaliações foram feitas em triplicata e os resultados expressos em mg de ácido cítrico/100g (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

**2.4 Ácido ascórbico (AA)** – conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (1985), três amostras de 10 g de polpa, do extrato inicial, foram transferidas para balões volumétricos de 100 mL e o volume completado com ácido oxálico. Após a homogeneização, a solução foi filtrada em papel de filtro e em seguida retirado 10 mL, em triplicata, para a titulação com DCFI. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 mL de amostra.

**2.5 Açúcares redutores (AR)** – conforme metodologia descrita por Lane e Eynon (1934), a partir de 5 mL da mistura das soluções A e B dos reativos de Fehling, adicionou-se 5 mL de água destilada e aqueceu-se até a ebulição, quando então adicionou-se 2 gotas de azul de metileno e em seguida titulou-se com a amostra contendo açúcares redutores, até o aparecimento de precipitado vermelho como indicador do ponto de viragem, sendo os resultados obtidos expressos em percentagem.

**2.6 Açúcares totais (AT)** – utilizou-se os mesmos procedimentos descritos para açúcares redutores, diferindo apenas pela utilização da amostra contendo açúcares totais como agente titulante.

As avaliações de açúcares redutores e totais foram realizadas somente no experimento 2, pois as amostras do experimento 1 estiveram descongeladas por dois dias consecutivos, em razão de não ter sido detectada a falta de energia elétrica, o que inviabilizou estas amostras.

Os dados foram submetidos à análise de variância e tendo ocorrido significância, as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey e as médias de períodos de avaliação e sua interação com os outros tratamentos foram ajustadas pela análise de regressão, ambos a 5% de probabilidade, utilizando o programa Sanest.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

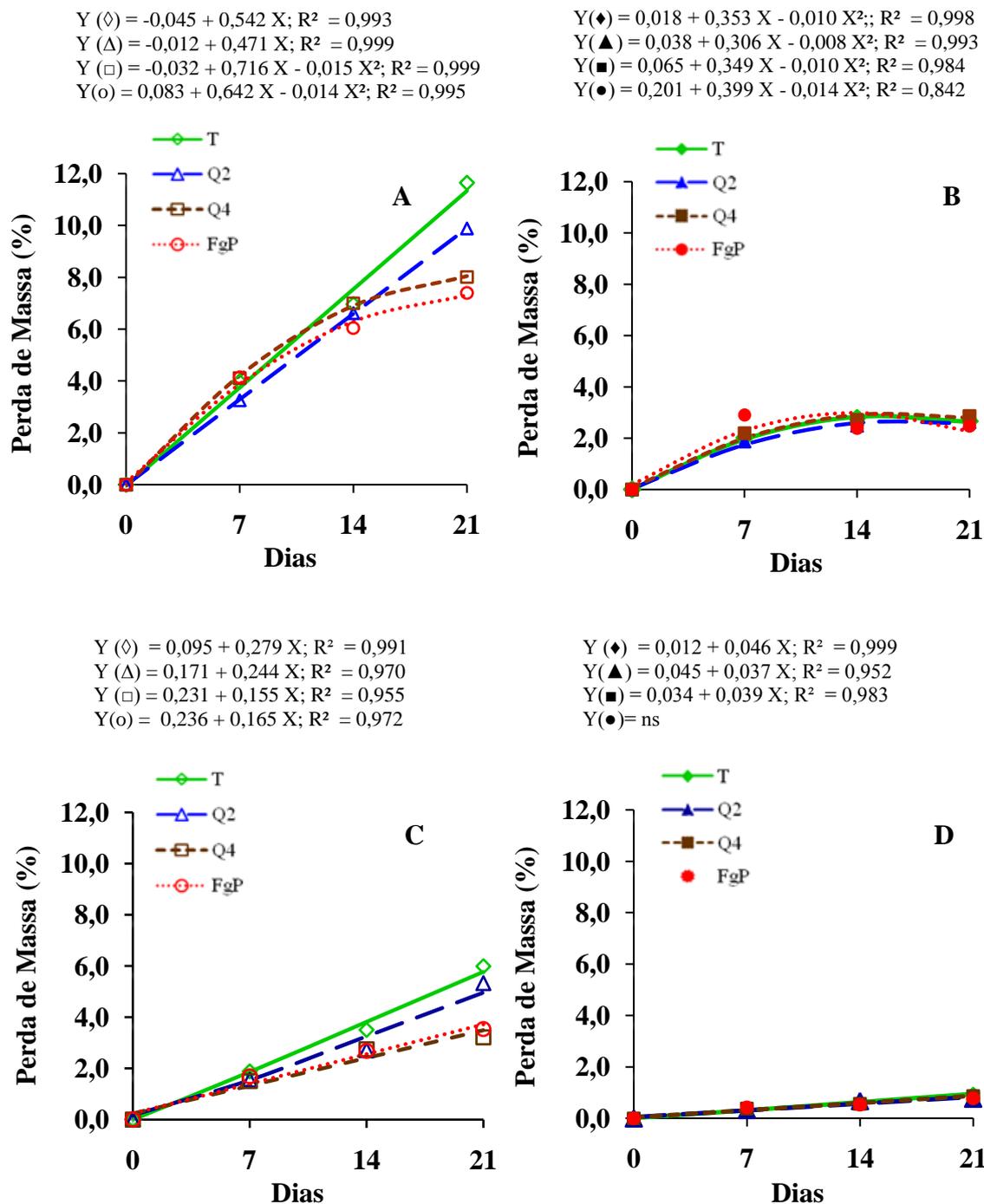
### 1. Avaliações Físicas

#### 1.1 Perda de Massa Fresca

A Perda de Massa Fresca (PMF) dos frutos foi maior para os tratamentos sem filme ao longo do armazenamento, chegando aos 21 dias com valores entre 7% e 12% no experimento 1 e de 3 a 6% no experimento 2. Nos tratamentos com filme, a PMF máxima não chegou a 3% ao final do armazenamento no experimento 1 e 1% no experimento 2, o que evidencia menor PMF pelo uso de filme de polietileno (Figura 1 A, B, C e D).

Todos os frutos com filme apresentaram PMF significativamente menor em relação aos sem filme, dos 7 aos 21 dias de armazenamento. Também ao longo deste período, verifica-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos de revestimento com filme, o que demonstra a inexistência de efeito da quitosana e do fungicida Procloraz quando associados ao filme plástico. Já para os tratamentos sem filme, verifica-se no experimento 1 efeito dos tratamentos com diferenças significativas aos 21 dias, com média de PMF maior para a testemunha, intermediária para quitosana 2% e menores para quitosana 4% e Procloraz. No experimento 2 os resultados foram semelhantes, com a diferença que a quitosana 2% não diferiu da testemunha aos 21 dias. (Tabela 1.1 e 1.2)

No armazenamento em AM, o uso de filmes plásticos, permitiu que a concentração de CO<sub>2</sub>, proveniente do próprio produto, aumente e a concentração de O<sub>2</sub> diminua, à medida que ele é utilizado pelo processo respiratório. Nesse tipo de armazenamento, as concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> não são controladas, e variam com o tempo, temperatura, tipo de polímero, espessura e taxa respiratória do produto. Esta técnica, além de reduzir a atividade respiratória aumenta a umidade relativa, diminuindo, assim, a perda de água por transpiração, e consequentemente o murchamento (AMARANTE et al., 2001; CHITARRA e CHITARRA, 2005).



**Figura 1.** Perda de Massa Fresca (PMF) de mamões Formosa “Tainung 01” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% (Q2), quitosana 4% (Q4) e fungicida Procloraz (FgP), em diferentes dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ . Experimento 1 (A e B); Experimento 2 (C e D). Símbolos vazios (tratamento sem filme); símbolos cheios (tratamentos com filme). Dourados–MS, UFGD, 2014.

**Tabela 1.1.** Perda de massa fresca (%) de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ . Dourados–MS, UFGD, 2014

Tempo de armazenamento (dias)	PEBD	Perda de Massa Fresca (%)			
		T	Q2%	Q4%	FgP
0	Sem	0,000 a A	0,000 a A	0,000 a A	0,000 a A
	Com	0,000 a A	0,000 a A	0,000 a A	0,000 a A
7	Sem	3,972 a A	3,256 a A	4,111 a A	4,137 a A
	Com	2,014 b A	1,867 b A	2,194 b A	2,903 b A
14	Sem	6,959 a A	6,619 a A	6,998 a A	6,043 a A
	Com	2,780 b A	2,482 b A	2,715 b A	2,384 b A
21	Sem	11,651 a A	9,883 a B	8,013 a C	7,397 a C
	Com	2,659 b A	2,620 b A	2,865 b A	2,477 b A

CV %: 21,327

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes a este trabalho foram obtidos por Reis Neto (2006), ao acondiciona mamões “Golden” em embalagens de polietileno de baixa densidade - PEBD, sob temperaturas de 7 e 13 °C com 90% de UR. Este autor verificou que os tratamentos apresentaram baixos valores de perda de massa, menores que 0,41%, o que atribuiu ao fato das embalagens de PEBD terem promovido a formação de uma microatmosfera com altos valores de umidade relativa, reduzindo a perda de água do fruto para o ambiente circundante.

Pinto et al., (2006) ao armazenarem mamões “Golden” em atmosfera modificada sob refrigeração a 10 °C e 90% UR, verificaram que os frutos apresentaram menor perda de massa quando embalados com PEBD, em relação ao controle ao longo do período de armazenamento, sendo que aos 32 dias a perda foi menor em PEBD (0,31%), seguida do X-tend (6,24%) comparada ao controle (9,17%). Semelhantemente, Morais et al. (2010) ao armazenar por até 35 dias mamão Formosa “Tainung 1”, em câmaras de refrigeração à temperatura de 10 °C com UR de 85%, também verificaram que a PMF foi crescente no decorrer do tempo de armazenamento e consideravelmente

menor nos frutos embalados com filme X-tend em comparação aos frutos não embalados.

**Tabela 1.2.** Perda de massa fresca (%) de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ . Dourados–MS, UFGD, 2014

Tempo de armazenamento (dias)	PEBD	Perda de Massa Fresca (%)			
		T	Q2%	Q4%	FgP
0	Sem	0,000 a A	0,000 aA	0,000 a A	0,000 a A
	Com	0,000 a A	0,000 aA	0,000 a A	0,000 a A
7	Sem	1,879 a A	1,556 a A	1,499 aA	1,689 a A
	Com	0,369 b A	0,327 b A	0,379 b A	0,424 b A
14	Sem	3,499 a A	2,710 a A	2,743 a A	2,680 a A
	Com	0,630 b A	0,671 b A	0,563 b A	0,529 b A
21	Sem	5,986 a A	5,324 a A	3,213 a B	3,535 a B
	Com	0,961 b A	0,762 b A	0,870 b A	0,775 b A

CV %: 40,596

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes a este trabalho foram também obtidos por Fernandes et al. (2010), ao armazenarem por 7, 14, 21 e 35 dias, mamão Formosa “Tainung 1” em câmaras de refrigeração à temperatura de 10 °C com UR de 90%. Estes autores verificaram que houve aumento na PMF com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos. No entanto, a utilização do filme plástico X-tend propiciou menor redução da PMF dos frutos (1,48%) quando comparados aos frutos revestidos com cera de carnaúba e controle, em que as PMF foram de 3,10% e 4,83%, respectivamente, aos 35 dias de armazenamento.

Mamões Formosa em temperatura ambiente de 25 °C com UR de 60% e a 10 °C com UR de 90%, sem e com acondicionamento por filme de PVC, por até 24 dias, apresentaram manutenção da qualidade quando a refrigeração foi associada com filme

de PVC, proporcionando menores PMF, maior firmeza e, conseqüentemente, maior tempo de vida útil (DIAS et al., 2011).

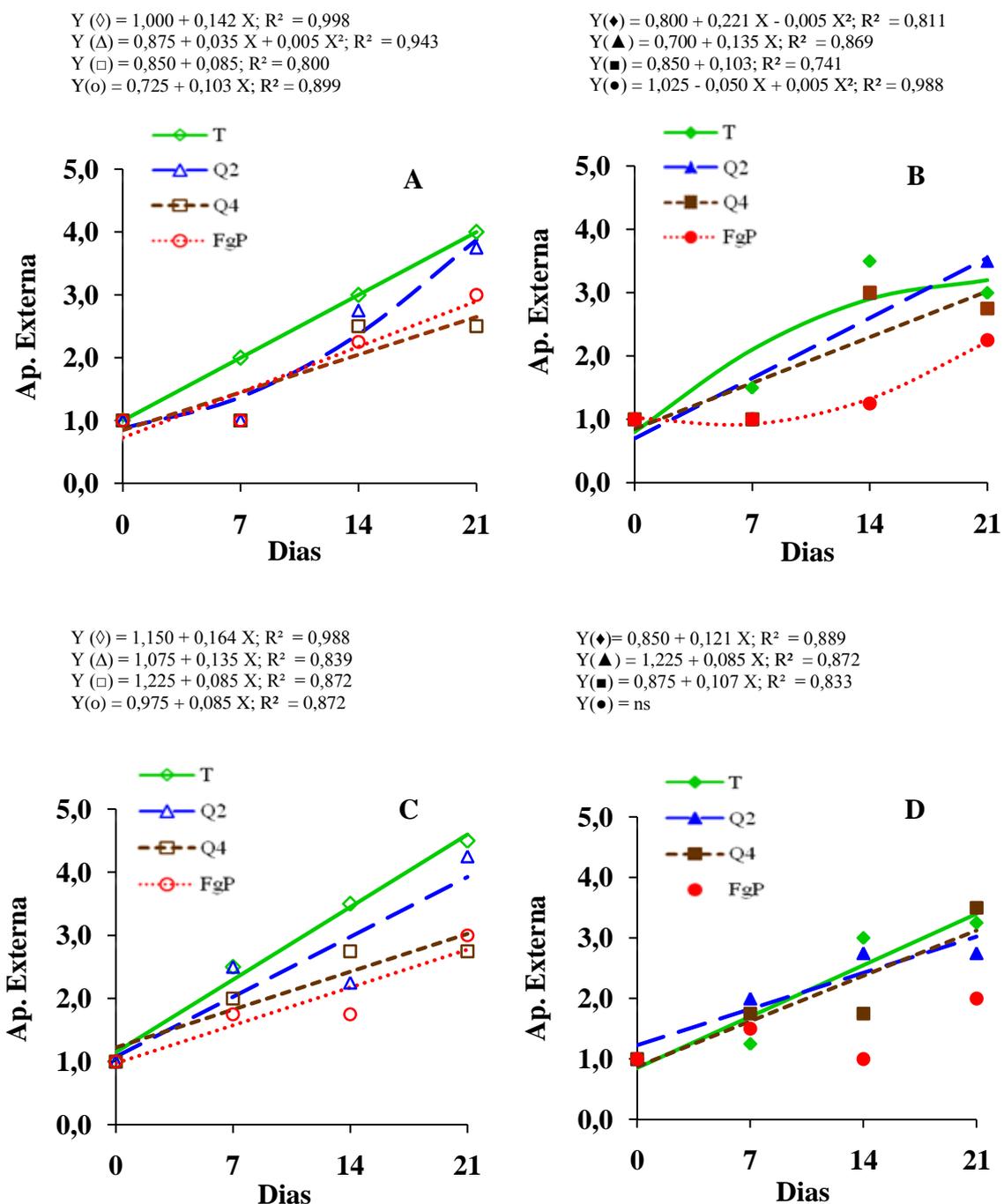
## 1.2 Aparência Externa

Com relação à aparência externa, verifica-se um aumento da deterioração dos frutos, em todos os tratamentos, sem e com filme de polietileno, com o avanço do período de armazenamento em ambos os experimentos, sendo menos pronunciada nos tratamentos com filme (Figuras 2 A, B, C e D).

No experimento 1, com relação aos tratamentos sem filme, os frutos testemunha apresentaram aos 7 dias, média de deterioração significativamente maior em relação aos demais tratamentos (Tabela 2.1). No entanto, com o aumento do período de armazenamento a diferença foi progressivamente reduzida, mas mantida significativa em relação aos frutos tratados com quitosana 4% e fungicida aos 21 dias, que apresentaram índices menores de deterioração. Constata-se, portanto, que a quitosana 4% apresentou eficiência na conservação dos frutos, sendo tão eficaz quanto o fungicida em controlar as deteriorações.

O índice de deterioração significativamente menor, observado nos frutos testemunha com filme em relação à testemunha sem filme, aos 21 dias, comprova efeito do filme de PEBD (Tabela 2.1). Verifica-se também a ocorrência de sinergismo no tratamento fungicida aos 14 e 21 dias. No entanto, verifica-se não ter ocorrido efeito do filme de PEBD para os tratamentos com quitosana ao longo do período de armazenamento.

Em todos os períodos de armazenamento do experimento 2, os frutos com filme apresentaram médias inferiores em relação aos sem filme, sendo mais evidente e com diferenças significativas aos 21 dias, a exceção do tratamento quitosana 2%, com filme, aos 14 dias (Tabela 2.2). Observa-se que os frutos tratados com quitosana e fungicida, sem e com filme, apresentaram aos 14 e 21 dias, médias inferiores à testemunha, com destaque para o fungicida com médias significativamente inferiores.



**Figura 2.** Aparência externa de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% (Q2), quitosana 4% (Q4) e fungicida Procloraz (FgP), em diferentes dias de armazenamento a 10 °C e UR de  $90 \pm SD$ . Experimento 1 (A e B); Experimento 2 (C e D). Símbolos vazios (tratamento sem filme); símbolos cheios (tratamentos com filme). Dourados–MS, UFGD, 2014.

Os resultados obtidos com quitosana sugerem que esse componente possui atividade antifúngica e antibacteriana, mostrando seu potencial de utilização sobre as superfícies cortadas ou nos frutos que possuem alta taxa de maturação pós-colheita (ASSIS e LEONI, 2003; PARK et al., 2004). De maneira semelhante, o recobrimento de mamão cv. Rathna com quitosana 1%, causou redução significativa da incidência e severidade de antracnose nos frutos, tendo também proporcionado frutos firmes após a maturação, resultando na comercialização de 70-80% durante 14 dias de armazenamento a 13 °C e UR de 95%, seguido por 2 dias à temperatura ambiente em torno de 28°C (HEWAJULIGE et al., 2006).

**Tabela 2.1.** Aparência externa de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C e UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014

Tempo de armazenamento (dias)	PEBD	Tratamentos			
		T	Q2%	Q4%	FgP
0	Sem	1,000 a A	1,000 a A	1,000 a A	1,000 a A
	Com	1,000 a A	1,000 a A	1,000 a A	1,000 a A
7	Sem	2,000 a A	1,000 a B	1,000 a B	1,000 a B
	Com	1,500 a A	1,000 a A	1,000 a A	1,000 a A
14	Sem	3,000 a A	2,750 a AB	2,500 a AB	2,250 a B
	Com	3,500 a A	3,000 a A	3,000 a A	1,250 b B
21	Sem	4,000 a A	3,750 a A	2,500 a B	3,000 a B
	Com	3,000 b AB	3,500 a A	2,750 a BC	2,250 b C

CV%: 20,249

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

Ali e Mahmud (2008), verificaram, *in vitro*, 100% de inibição do crescimento micelial e da germinação de conídios de isolado de *Colletotrichum gloeosporioides* de mamão, em quitosana 2%. Também verificaram que a morfologia de hifas e tubos germinativos mostraram má formações, considerando que as paredes das

hifas e tubos germinativos (normais) do controle estavam lisos, sem dilatação ou vacuolização.

O controle de *C. gloeosporioides* em mamão sob efeito do tratamento com quitosana 0, 1, 2 e 3% em temperatura ambiente e a 15°C, em câmara BOD, foi mais eficiente com 3% de quitosana em ambas as temperaturas (SILVA et al., 2009). Esses autores verificaram também um aumento da coloração e diminuição da firmeza dos frutos diretamente proporcional ao tempo de avaliação. No entanto, a concentração de 3% de quitosana atrasou o desenvolvimento da cor amarela e a diminuição da firmeza dos frutos.

**Tabela 2.2.** Aparência externa de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C e UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014

Tempo de armazenamento (dias)	PEBD	Tratamentos			
		T	Q2%	Q4%	FgP
0	Sem	1,000 a A	1,000 a A	1,000 a A	1,000 a A
	Com	1,000 a A	1,000 a A	1,000 a A	1,000 a A
7	Sem	2,500 a A	2,500 a A	2,000 a A	1,750 a A
	Com	1,250 b A	2,000 a A	1,750 a A	1,500 a A
14	Sem	3,500 a A	2,250 a AB	2,750 a AB	1,750 a B
	Com	3,000 a A	2,750 a A	1,750 b AB	1,000 a B
21	Sem	4,500 a A	4,250 a AB	2,750 a C	3,000 a BC
	Com	3,250 b AB	2,750 b AB	3,500 a A	2,000 b B

CV %: 32,219

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos com o fungicida Procloraz são semelhantes aos observados por Tavares e Souza (2005) que, ao avaliarem a eficiência de alguns fungicidas *in vitro* sobre *C. gloeosporioides*, verificaram que o fungicida procloraz apresentou alta eficiência na inibição do crescimento micelial. Nery-Silva et al. (2001) avaliaram frutos de mamão inoculados com *C. gloeosporioides* e tratados por imersão

em caldas fungicidas com diferentes produtos e concentrações, por um período de 5 minutos. Estes autores verificaram que a maior eficiência foi obtida com o fungicida prochloraz, (250 e 350 mg i.a.L<sup>-1</sup>) não havendo diferença entre as concentrações, o que sugere a recomendação da menor dosagem.

Fernandes et al. (2010) avaliando o efeito da cera de carnaúba e filme plástico de polietileno de baixa densidade “X-tend” sobre a vida útil pós-colheita de mamão ‘Formosa’ (Tainung 1) armazenados em câmara fria a 10±2 °C com UR de 90% e analisados em intervalos de sete dias, verificaram que o acondicionamento de mamão em filme plástico X-tend foi mais efetivo, em relação ao uso de cera de carnaúba, em manter a qualidade externa do fruto. No entanto, verificaram que ambos os tipos de atmosferas modificadas propiciaram boa aparência externa dos frutos por período maior de tempo (35 dias), em relação ao controle (28 dias).

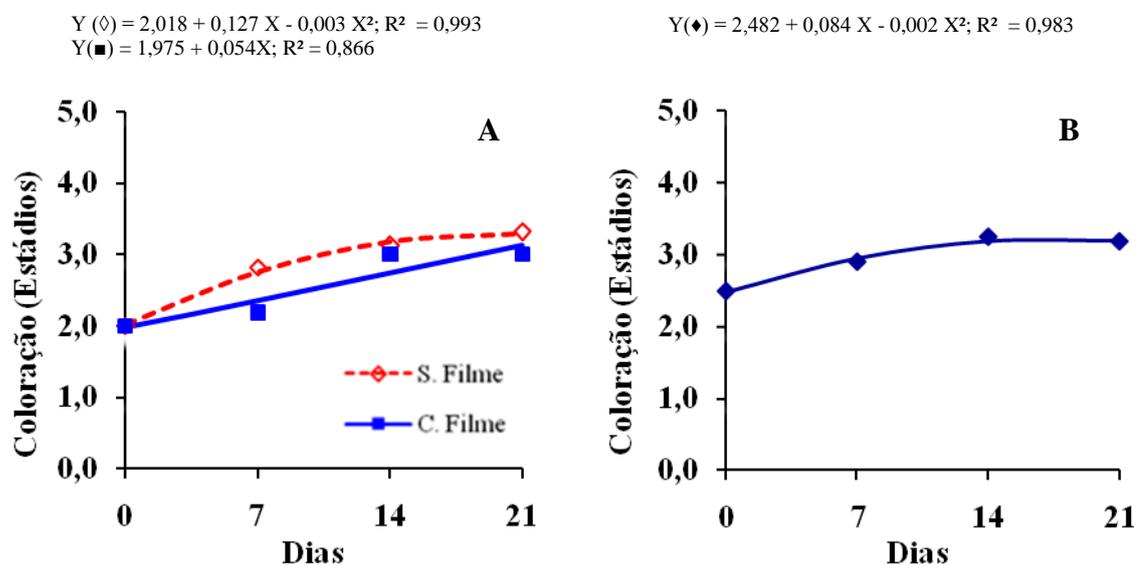
### 1.3 Coloração

A coloração dos frutos aumentou ao longo do período de armazenamento, tendo sido no experimento 1 mais pronunciada nos tratamentos sem filme (Figura 3A) e foi independente da presença do filme para os frutos do experimento 2, onde aumentou até aos 14 dias e a partir de então se manteve estável até os 21 dias de armazenamento (Figura 3B).

No experimento 1, nos tratamentos sem filme, as médias de coloração foram significativamente superiores às médias dos tratamentos com filme, a exceção dos tratamentos fungicida com e sem filme, que não diferiram significativamente entre si (Tabela 3). Entre os frutos dos tratamentos sem filme, destaca-se a imersão em fungicida pela menor média, tendo diferido significativamente da testemunha e quitosana 2%. A imersão em quitosana 4% também demonstrou eficiência em inibir o amadurecimento, pois os frutos apresentaram uma média de coloração significativamente menor em relação à testemunha. Já entre os frutos dos tratamentos com filme não houve diferença significativa da coloração.

No experimento 2, verifica-se que entre os tratamentos sem filme, os frutos testemunha apresentaram média significativamente superior aos demais tratamentos, indicando maior amadurecimento durante o armazenamento (Tabela 3). Entre os tratamentos com filme, verifica-se não ter havido diferença significativa de coloração, evidenciando, pelo uso do filme de PEBD, uniformidade de conservação e inexistência de efeito dos tratamentos em relação à testemunha. Semelhante ao constatado no

experimento 1, verifica-se também que a coloração dos frutos testemunha com filme foi significativamente menor em relação à mesma sem filme, indicando menor maturação pelo uso de filme de polietileno.



**Figura 3.** Coloração de mamões Formosa “Tainung 1” armazenados em diferentes dias, a 10 °C com UR de 90 ± SD. Experimento 1 (A) e Experimento 2 (B). Dourados–MS, UFGD, 2014.

Pelos resultados obtidos, constata-se que o uso de filme de PEBD proporcionou uniformidade de coloração entre os tratamentos e sua eficiência em inibir o avanço da maturação independe da associação com quitosana e fungicida.

Resultados semelhantes a este trabalho pelo uso da refrigeração, foram também constatados por Rocha et al. (2005), ao verificarem que os melhores resultados da manutenção da qualidade e aumento da vida útil pós-colheita do mamão Formosa 'Tainung 01' foram observados nos frutos submetidos a 10 °C, UR 90%, por até 20 dias, com boa aparência externa e interna, desenvolvimento da coloração amarela na casca, firmeza de polpa e perda de massa de 7%. Frutos submetidos a 8°C e a 10 °C, UR 90%, desenvolveram sintomas de danos pelo frio após 21 dias de armazenamento, agravando-se com a extensão do armazenamento. No armazenamento a 12 °C, UR 90%, observou-se um amadurecimento acelerado com amolecimento aquoso da polpa a partir de 28 dias.

**Tabela 3.** Estádios de coloração de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), armazenados com e sem filme de polietileno a 10 °C e UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014

<b>Experimento 1</b>				
<b>PEBD</b>	<b>T</b>	<b>Q2%</b>	<b>Q4%</b>	<b>FgP</b>
<b>Sem</b>	3,000 a A	2,875 a AB	2,750 a BC	2,625 a C
<b>Com</b>	2,562 b A	2,500 b A	2,562 b A	2,562 a A
CV%: 9,895				
<b>Experimento 2</b>				
<b>PEBD</b>	<b>T</b>	<b>Q2%</b>	<b>Q4%</b>	<b>FgP</b>
<b>Sem</b>	3,562 a A	3,062 a B	2,812 a B	3,000 a B
<b>Com</b>	2,812 b A	2,875 a A	2,812 a A	2,750 a A
CV%: 9,895				

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

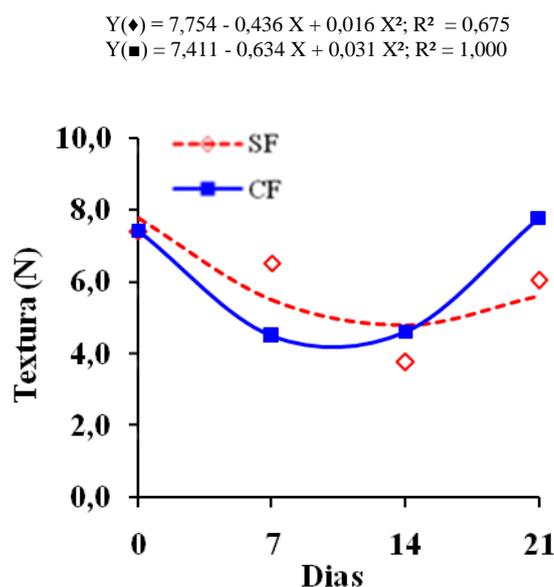
Fonseca et al. (2006) também constataram benefícios do armazenamento refrigerado ao verificarem que não houve alteração no índice de cor de casca, ao longo dos 20 dias de armazenamento a 10 °C, refletindo a influência da refrigeração na retenção do metabolismo dos mamões.

Resultados semelhantes com uso de atmosfera modificada sob refrigeração também foram obtidos com manga (SANTOS et al., 2011) e banana (MOTA et al., 2012).

#### 1.4 Textura

Conforme análise de variância, constatou-se não ter ocorrido diferença média significativa para textura no experimento 1. No entanto, no experimento 2 verificou-se que o tratamento sem filme proporcionou reduções de textura dos frutos até os 14 dias de armazenamento e aumentando até os 21 dias. Comportamento semelhante também foi apresentado pelo tratamento com filme, mas diferindo-se pelo aumento inicial aos 10 dias e superioridade a partir de 14 dias (Figura 4). Os frutos sem filme apresentaram textura significativamente superior aos 7 dias de armazenamento e significativamente inferior aos 21 dias em relação ao tratamento com filme (Tabela 4).

As reduções de textura ocorridas nos tratamentos sem e com filme sugerem que a perda progressiva da firmeza dos frutos ou seu amaciamento, ocorre como consequência do seu amadurecimento normal, um processo complexo que envolve diferentes mecanismos, tais como: perda do turgor celular, redução no tamanho e distribuição dos polímeros das paredes celulares, ação de enzimas hidrolíticas e outros mecanismos não enzimáticos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).



**Figura 4.** Textura de mamões Formosa “Tainung 1” sob tratamentos sem filme (SF) e com filme (CF), aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados-MS, UFGD, 2014.

Resultados semelhantes a este trabalho foram obtidos por Rocha et al. (2005), ao armazenarem mamão Formosa “Tainung 1” em câmaras frias a 8; 10 e 12 °C com 90% de UR, durante 7; 14; 21 e 28 dias. Estes autores verificaram que houve aumento na firmeza, provocado pelo endurecimento de polpa, com a redução da temperatura em todo o período de armazenamento. Os maiores valores foram observados nos frutos acondicionados a 8 °C, no período de 18 a 35 dias. Segundo estes autores, o aumento é explicado pelo retardo no amadurecimento devido a danos pelo frio, que promoveu o endurecimento interno da polpa, observado aos 21 dias de armazenamento. Isto explica, no presente trabalho, que a superioridade apresentada pelo tratamento com filme a partir de 14 dias, ocorreu em razão do menor amadurecimento como também de menor perda de água promovido por este tratamento.

Reis Neto (2006) acondicionaram frutos de mamão da cultivar “Golden” em sacos de polietileno de baixa densidade e armazenaram em atmosfera modificada com e sem absorvedores de etileno, a 7 e 13 °C durante 5, 10, 15, e 20 dias. Este autor verificou que o tratamento a 7°C com absorvedores de etileno apresentou maior eficiência em conservar a firmeza da polpa, atribuindo a este resultado o maior retardo do amadurecimento proporcionado pela temperatura mais baixa (7 °C), somado ao impedimento do estresse causado pelo frio e pela absorção do etileno.

Segundo Dias et al. (2011), a manutenção de maior firmeza em sistemas refrigerados pode também ser explicada pela redução da atividade da poligalacturonase, que está relacionada ao amadurecimento. Essa maior firmeza notada nos frutos refrigerados permiti garantir maior resistência a danos mecânicos durante o manuseio e, conseqüentemente, maior durabilidade.

**Tabela 4.** Textura, em Newton – N, de mamões Formosa “Tainung 1”, acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ . Dourados–MS, UFGD, 2014

PEBD	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	7	14	21
<b>Sem</b>	7,412 a	6,512 a	3,770 a	6,028 b
<b>Com</b>	7,412 a	4,486 b	4,618 a	7,781 a

CV %: 34,680

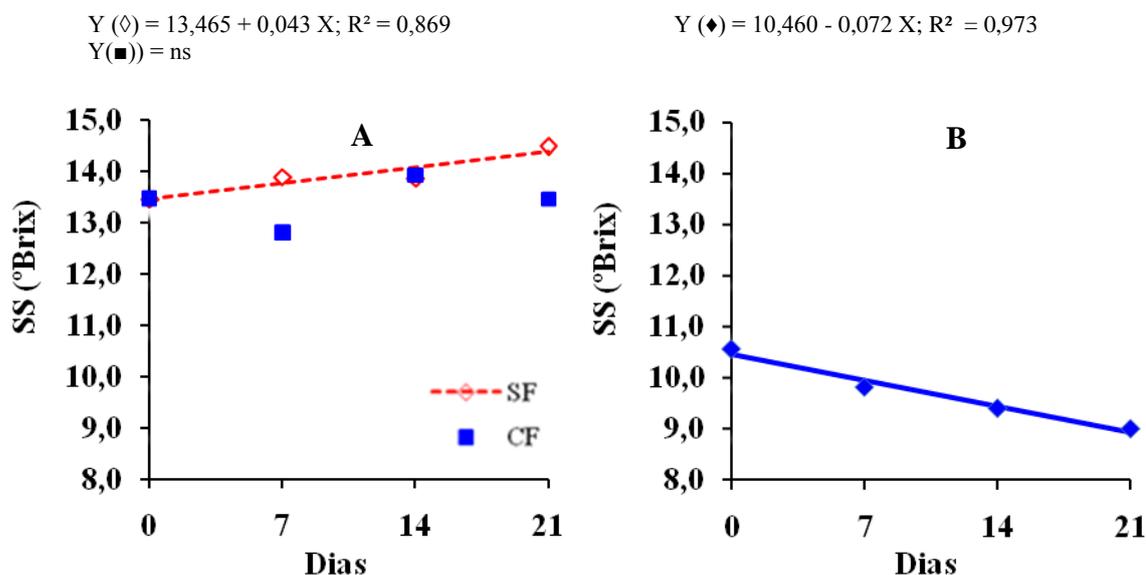
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

## 2. Avaliações Químicas

### 2.1 Sólidos Solúveis

Os frutos dos tratamentos sem filme, no experimento 1, apresentaram aumento constante do teor de SS com o aumento do período de armazenamento. Os frutos dos tratamentos com filme apresentaram variações, com reduções aos 7 e 21 dias (Figura 5 A), tendo estas diferido significativamente dos tratamentos sem filme (Tabela 5.1). Verifica-se pela Tabela 5.2 não ter ocorrido diferença significativa entre os

tratamentos sem filme. Comportamento semelhante também ocorreu entre os tratamentos com filme, a exceção de quitosana 2% que apresentou o menor valor, diferindo significativamente de quitosana 4%. O tratamento quitosana 4% sem filme não diferiu significativamente do tratamento com filme, demonstrando ter compensado a ausência de filme. O mesmo comportamento também pode ser verificado com o fungicida sem filme. No experimento 2, o teor de SS reduziu com o aumento do período de armazenamento (Figura 5B).



**Figura 5.** Teores de sólidos solúveis (SS) de mamões Formosa “Tainung 1” aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ . Experimento 1 (A) e Experimento 2 (B). Tratamento sem filme (SF) e com filme (CF). Dourados–MS, UFGD, 2014.

Os aumentos de SS ocorridos ao longo do período de armazenamento, independente do tratamento, se devem, segundo Neres et al. (2004), ao avanço do processo de maturação, que resulta tanto no aumento da cor como também de SS como açúcares redutores e não redutores. Além disso, a perda de água pelos frutos também leva ao aumento da concentração de SS. Segundo (CHITARRA e CHITARRA, 2005), as frutas climatéricas são colhidas antes do início do amadurecimento, e só atingem essa fase, após o pico respiratório do climatério. Dessa forma, são observadas modificações consideráveis nos teores de açúcares, os quais aumentam após a colheita e durante o

armazenamento por curtos períodos. Após o armazenamento prolongado todos os açúcares decrescem, pois servem de substrato para a fermentação.

**Tabela 5.1.** Teores de sólidos solúveis (SS), em °Brix, de mamões Formosa “Tainung 1”, acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014

PEBD	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	7	14	21
<b>Sem</b>	13,458 a	13,889 a	13,863 a	14,485 a
<b>Com</b>	13,458 a	12,793 b	13,921 a	13,543 b

CV %: 6,769

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 5.2.** Teores de Sólidos Solúveis, em °Brix, de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014

PEBD	Tratamentos			
	T	Q2%	Q4%	FgP
<b>Sem</b>	14,330 a A	13,876 a A	13,647 a A	13,841 a A
<b>Com</b>	13,360 b AB	12,970 b B	13,836 a A	13,549 a AB

CV %: 2,293

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

A supressão de SS por filmes plásticos ao final da estocagem, foi também observada por Pinto et al. (2006), para mamões “Golden” em atmosfera modificada com filmes plásticos X-tend e PEBD, sob refrigeração a 10 °C com UR de 90%, por 32 dias. Estes autores verificaram, em relação ao controle, que os dois tipos de filmes suprimiram o aumento de SS nos frutos ao final da estocagem. Resultados semelhantes

também foram obtidos por Fernandes et al. (2010), para mamão Formosa “Tainung 1”, em câmara fria a 10 °C e UR de 90%, por até 35 dias, quando os frutos tratados com FPBD apresentaram teores de SS menores em relação à cera de carnaúba, e esta com teores semelhantes ao controle.

A redução de SS ocorrida no experimento 2 está de acordo com Awad (1993), pois, segundo este autor, a redução dos níveis de SS pode ser ocasionada pela redução da taxa metabólica dos frutos, mantendo as partículas de açúcares armazenadas na forma de polissacarídeos. A diferença de resposta em relação ao experimento 1 pode estar em razão, segundo Chitarra e Chitarra (2005), de fatores como estágio de maturação, condições climáticas e práticas culturais. X-tend®

Reis Neto (2006) ao acondicionar frutos de mamão “Golden” em sacos de PEBD e armazenados sob refrigeração a 7 e 13 °C durante 5, 10, 15, e 20 dias, verificou não ter havido diferenças estatísticas nos efeitos de atmosferas modificadas e temperaturas, tendo afirmado que o teor de SS não foi uma característica sensível aos tratamentos pós-colheita aplicados durante o armazenamento refrigerado. Resultados semelhantes foram também obtidos por Pinto et al. (2006), ao acondicionarem mamão “Golden” em filme plástico X-tend e PEBD e armazenarem por 32 dias a 10 °C (90% UR). Estes autores verificaram que os frutos embalados com os filmes X-tend e PEBD não apresentaram alteração no conteúdo de SS durante todo o período de estocagem, indicando, segundo estes autores, que a modificação da atmosfera evitou a acumulação final de SS, provavelmente, devido ao retardamento do processo de maturação.

Já resultados semelhantes aos do presente trabalho foram obtidos por Moraes et al. (2010), ao armazenarem, por até 35 dias, mamão Formosa “Tainung 1” em câmaras de refrigeração à temperatura de 10 °C com UR de 85%. Estes autores verificaram redução dos níveis de SS, ao longo do período de armazenamento, nos tratamentos com frutos embalados ou não com filme X-tend. Fernandes et al. (2010) ao envolverem mamão Formosa “Tainung” com cera de carnaúba ou filme plástico X-tend e armazenarem por até 35 dias em câmaras de refrigeração, à temperatura de 10 °C com UR de 90%, também verificaram redução de SS com o aumento do período de armazenamento.

## 2.2 pH

Com relação ao pH no experimento 1, nos tratamentos sem filme a testemunha e a quitosana 2% apresentaram aumentos constantes ao longo do período de

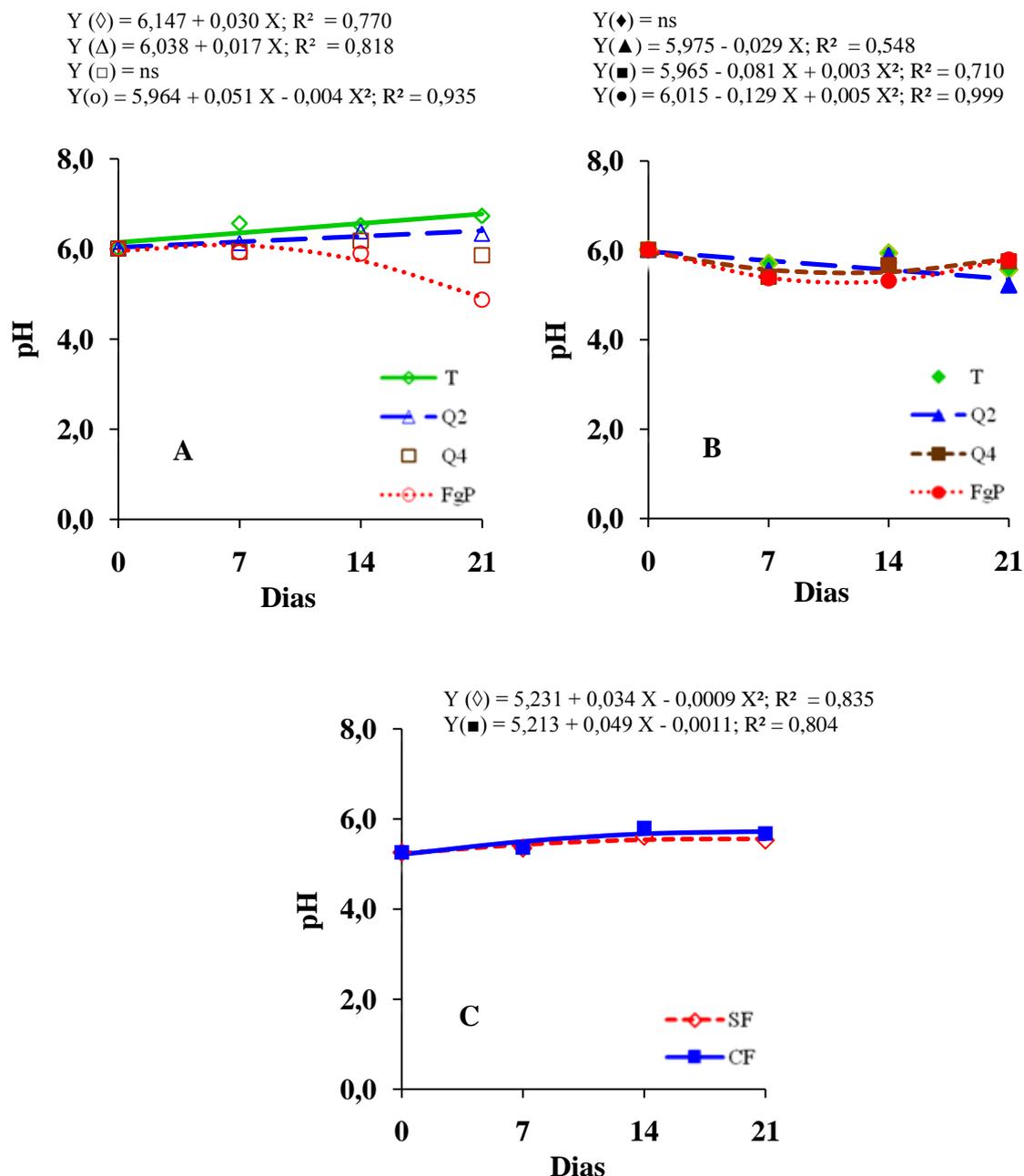
armazenamento. A quitosana 4% proporcionou pequenas oscilações no pH ao longo do armazenamento, terminando com leve redução aos 21 dias. Já no tratamento fungicida, houve redução até o final do armazenamento (Figura 6 A), tendo proporcionado as menores médias de pH e diferido significativamente da testemunha ao longo do armazenamento. A quitosana 4% também demonstrou efeito em inibir o aumento de pH em relação à testemunha, porém com eficiência inferior ao fungicida (Tabela 6.1).

Nos tratamentos com filme, verifica-se que a testemunha e quitosana 2% apresentaram redução do pH ao longo do armazenamento, embora com ligeiro aumento aos 14 dias para a testemunha. Os tratamentos quitosana 4% e fungicida apresentaram redução até os 7 e 14 dias, respectivamente, tendo em seguida aumentado até os 21 dias. Verifica-se também menores diferenças entre os tratamentos com filme, com respostas similares ao longo do armazenamento, em comparação aos tratamentos sem filme (Figura 6 B). Estes resultados demonstram o efeito do filme de polietileno na conservação pós-colheita dos frutos, independente do tratamento utilizado. A partir de 7 dias de armazenamento, em todos os tratamentos com filme, o pH foi inferior aos tratamentos sem filme, a exceção dos tratamentos quitosana 4% aos 21 dias (Tabela 6.1).

Os aumentos de pH ocorridos ao longo do armazenamento são atribuídos ao teor de ácidos orgânicos que, normalmente, diminuem com a maturação em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, além do fato de alguns atuarem como precursores do ciclo de Krebs, onde sofrem processos oxidativos, principalmente quando estes atingem a completa maturação (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Segundo estes autores, com o amadurecimento, as frutas perdem rapidamente a acidez, mas, em alguns casos, há um pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação; o que justifica as oscilações de pH ocorridas nos tratamentos com filme (Figura 6 B).

No experimento 2, os frutos dos tratamentos sem e com filme de polietileno apresentaram aumento constante de pH ao longo do período de armazenamento, sendo menor para o tratamento sem filme dos 7 aos 21 dias (Figura 6 C). O resultado obtido na figura 6 C é complementado pela Tabela 6.2, em que se verifica que o tratamento sem filme apresentou médias significativamente menores aos 14 e 21 dias. Este resultado pode ser atribuído a maior atividade metabólica, pela inexistência da atmosfera modificada, o que levaria a maior síntese de ácidos orgânicos no intuito de disponibilizar combustíveis para a respiração (AN e PAULL, 1990; AWAD, 1993). A

mesma justificativa vale também para a Tabela 6.3, em que se verifica que os tratamentos quitosana 4% e fungicida Procloraz, sem filme, apresentaram médias significativamente inferiores aos mesmos tratamentos com filme, com destaque para o fungicida que apresentou a menor média entre os tratamentos sem filme.



**Figura 6.** Potencial hidrogeniônico (pH) de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% (Q2), quitosana 4% (Q4) e fungicida Procloraz (FgP), em diferentes dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ . Experimento 1 (A e B); Experimento 2 (C). Símbolos vazios (tratamento sem filme); símbolos cheios (tratamentos com filme). Dourados–MS, UFGD, 2014.

**Tabela 6.1.** Potencial hidrogeniônico (pH) de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos Testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ . Dourados–MS, UFGD, 2014

Tempo de armazenamento (dias)	PEBD	pH			
		T	Q2%	Q4%	FgP
0	Sem	6,017 a A	6,017 a A	6,017 a A	6,017 a A
	Com	6,017 a A	6,017 a A	6,017 a A	6,017 a A
7	Sem	6,575 a A	6,140 a AB	5,942 a B	5,932 a B
	Com	5,712 b A	5,547 b A	5,410 b A	5,382 b A
14	Sem	6,530 a A	6,395 a AB	6,187 a AB	5,905 a B
	Com	5,942 b A	5,885 b A	5,672 b AB	5,322 b B
21	Sem	6,740 a A	6,345 a AB	5,867 a B	4,877 a C
	Com	5,565 b AB	5,222 b B	5,760 a A	5,795 b A

CV %: 4,576

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 6.2.** Potencial hidrogeniônico (pH) de mamões Formosa “Tainung 1”, acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ . Dourados–MS, UFGD, 2014

PEBD	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	7	14	21
Sem	5,257 a	5,352 a	5,614 b	5,530 b
Com	5,257 a	5,368 a	5,798 a	5,676 a

CV %: 2,293

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 6.3.** Potencial hidrogeniônico (pH) de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos Testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014

PEBD	Tratamentos			
	T	Q2%	Q4%	FgP
<b>Sem</b>	5,552 a A	5,463 a AB	5,398 b BC	5,340 b C
<b>Com</b>	5,520 a A	5,531 a A	5,540 a A	5,508 a A

CV %: 2,293

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

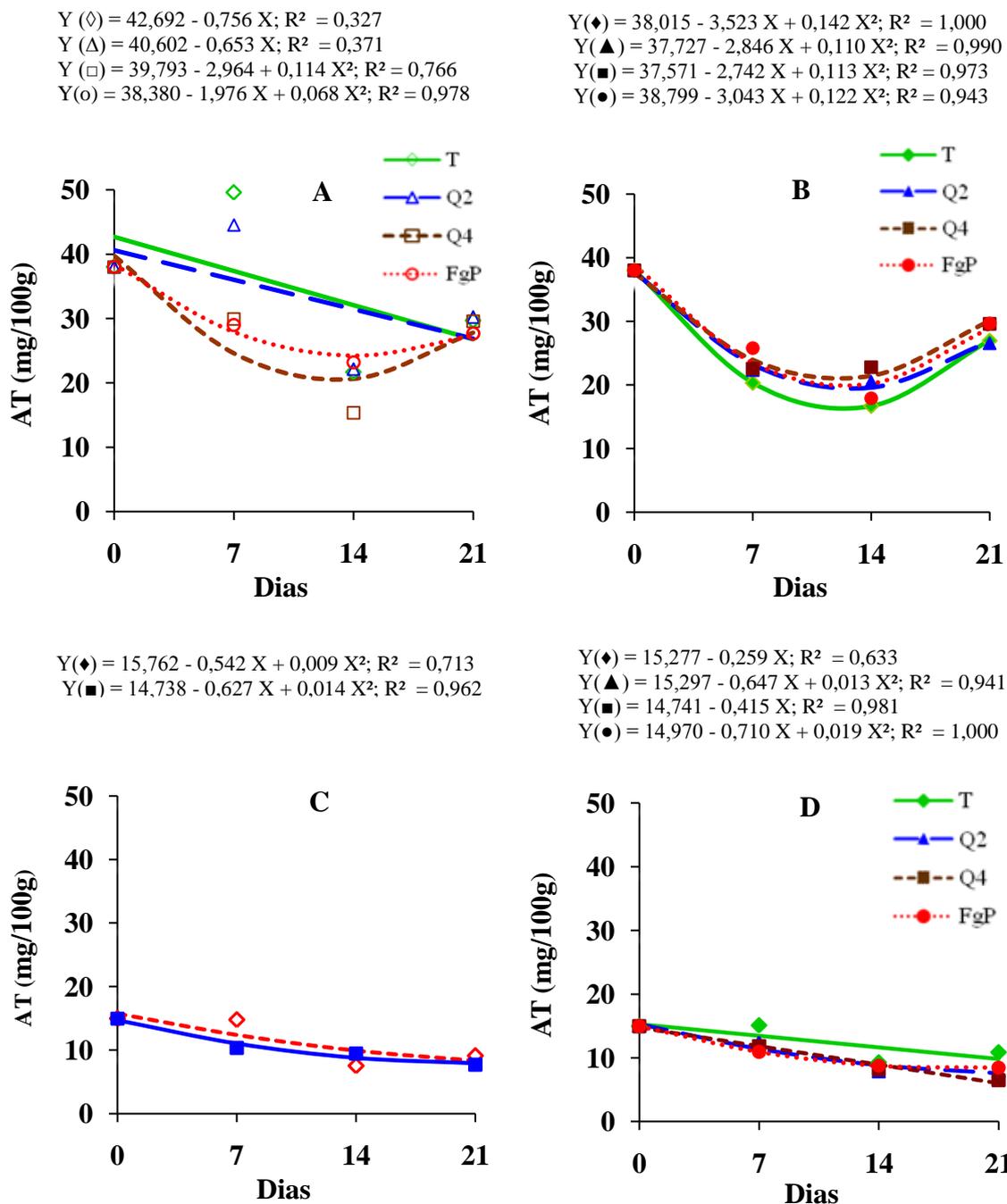
Pinto et al. (2006), ao embalar individualmente mamões “Golden” e armazená-los por 32 dias a 10 °C com 90% de UR, verificaram um aumento pronunciado de pH entre o oitavo e o décimo sexto dia de estocagem, tanto para os frutos do controle como para aqueles embalados com os filmes X-tend e PEBD. Entretanto estes autores verificaram que este aumento foi atenuado nos frutos embalados com PEBD, tendo atribuído a este resultado a influência da maior concentração de CO<sub>2</sub> no interior da embalagem. Verificaram também que nos demais períodos de armazenamento, os frutos do controle apresentaram pH abaixo dos valores obtidos nos frutos embalados com filmes X-tend e PEBD, o que se assemelha aos resultados obtidos no presente trabalho.

Resultados semelhantes foram também obtidos por Fernandes et al. (2010), ao envolverem mamão Formosa “Tainung 1” com cera de carnaúba ou filme plástico X-tend e armazenarem em câmara de refrigeração, à temperatura de 10 °C com UR de 90%. Estes autores verificaram que os valores de pH dos frutos testemunha foram inferiores aos detectados nos frutos revestidos com filme ou cera, aos 35 dias de armazenamento.

### 2.3 Acidez Titulável

Com relação à AT, verifica-se no experimento 1 ter ocorrido reduções em todos os tratamentos sem filme, sendo contínuas para testemunha e quitosana 2% até os 21 dias. Para quitosana 4% e fungicida, as reduções foram maiores e ocorreram até os 10

dias, sendo menos pronunciada no tratamento fungicida; a partir de então houve aumento dos níveis de AT, nos dois tratamentos, até os 21 dias (Figura 7 A). Nos tratamentos com filme, houve uma semelhança de resposta entre todos os tratamentos, com reduções dos níveis de AT até os 10 dias e aumentando, após este período, até os 21 dias (Figura 7 B).



**Figura 7.** Teores de acidez titulável (AT) de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% (Q2), quitosana 4% (Q4) e fungicida Procloraz (FgP), em diferentes dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ . Experimento 1 (A e B); Experimento 2 (C e D). Símbolos vazios (tratamento sem filme); símbolos cheios (tratamentos com filme). Dourados-MS, UFGD, 2014.

Na Tabela 7.1, destaca-se os tratamentos com filme que não diferiram significativamente entre si em todos os períodos de armazenamento, o que evidencia menores oscilações dos tratamentos por ação do filme de polietileno. Resultados semelhantes foram também obtidos por Morais et al. (2010), ao armazenarem mamões Formosa “Tainung 1”, a 10 °C com UR de 85%, por até 35 dias. Estes autores constataram médias de teores de AT significativamente menores e com menos oscilações para mamões embalados com filme X-tend em relação aos não embalados. Entretanto, Fernandes et al. (2010), ao envolverem mamão Formosa “Tainung 1” com cera de carnaúba ou filme plástico X-tend e armazenarem por até 35 dias em câmaras de refrigeração, à temperatura de 10 °C com UR de 90%, verificaram um aumento da acidez titulável dos frutos ao longo do período de armazenamento, atribuindo a isto uma possível síntese de ácidos orgânicos, como a formação do ácido galacturônico proveniente da degradação da parede celular, processo que ocorre durante o amadurecimento do mamão e de outros frutos.

**Tabela 7.1.** Acidez titulável, em mg/100g, de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014

Período	PEBD	Tratamentos			
		T	Q2%	Q4%	FgP
0	Sem	38,028 a A	38,028 a A	38,028 a A	38,028 a A
	Com	38,028 a A	38,028 a A	38,028 a A	38,028 a A
7	Sem	49,606 a A	44,542 a A	29,926 a B	28,985 a B
	Com	20,310 b A	22,329 b A	22,568 b A	25,813 a A
14	Sem	21,668 a AB	22,132 a A	15,341 b B	23,180 a A
	Com	16,703 b A	20,503 a A	22,803 a A	17,885 b A
21	Sem	29,682 a A	30,240 a A	29,585 a A	27,660 a A
	Com	26,963 a A	26,533 a A	29,596 a A	29,674 a A

CV %: 11,976

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

No experimento 2, verifica-se que os tratamentos sem filme e com filme apresentaram redução constante de AT ao longo do período de armazenamento, com menor redução para o tratamento sem filme (Figura 7 C). Este resultado é complementado na tabela 7.2, em que se verifica que o tratamento sem filme apresentou médias significativamente superiores aos 7 e aos 21 dias, e com média significativamente menor aos 14 dias. Verifica-se pela figura 7 D que todos os tratamentos apresentaram redução de AT ao longo do armazenamento, porém menor para o tratamento testemunha. Este resultado é complementado através da tabela 7.3, em que, a exceção da testemunha, todos os demais tratamentos apresentaram redução constante ao longo do período de armazenamento, com médias significativamente menores em relação á testemunha, aos 7 e 21 dias de armazenamento.

**Tabela 7.2.** Acidez titulável, em mg/100g, de mamões Formosa “Tainung 1”, acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ . Dourados–MS, UFGD, 2014

PEBD	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	7	14	21
<b>Sem</b>	14,970 a	14,786 a	7,564 b	9,148 a
<b>Com</b>	14,970 a	10,359 b	9,482 a	7,710 b

CV %: 14,727

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), após a colheita e durante o armazenamento, a concentração dos ácidos orgânicos usualmente declina em decorrência de sua utilização como substrato na respiração ou da sua transformação em açúcares.

Verifica-se no experimento 1 que os valores iniciais de AT foram de 38 mg/100g e no experimento 2 os valores iniciais foram da ordem de 15 mg/100g, o que demonstra este um maior amadurecimento inicial.

Resultados semelhantes ao experimento 2 foram observados por Reis Neto (2006), ao acondicionar frutos de mamão da cultivar “Golden” em sacos de PEBD e

armazená-los em atmosfera modificada a 7 e 13 °C durante 5, 10, 15, e 20 dias. Este autor verificou que houve redução de AT nas duas temperaturas, sendo maior aos sete dias e a partir de então com tendência a estabilidade.

Resultados também semelhantes foram obtidos por Rocha et al.(2007), ao armazenarem mamão Formosa “Tainung 1” sob refrigeração a 8, 10 e 12 °C com UR de 90%, por 7, 14, 21 e 28 dias. Estes autores verificaram que os níveis de acidez dos frutos durante o armazenamento refrigerado, nas três temperaturas, foram inferiores em relação aos obtidos por ocasião da colheita. Na temperatura de 8 °C, no início do armazenamento, obteve-se os valores mais elevados de acidez em relação as temperaturas de 10 e 12 °C.

**Tabela 7.3.** Acidez titulável, em mg/100g, de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014

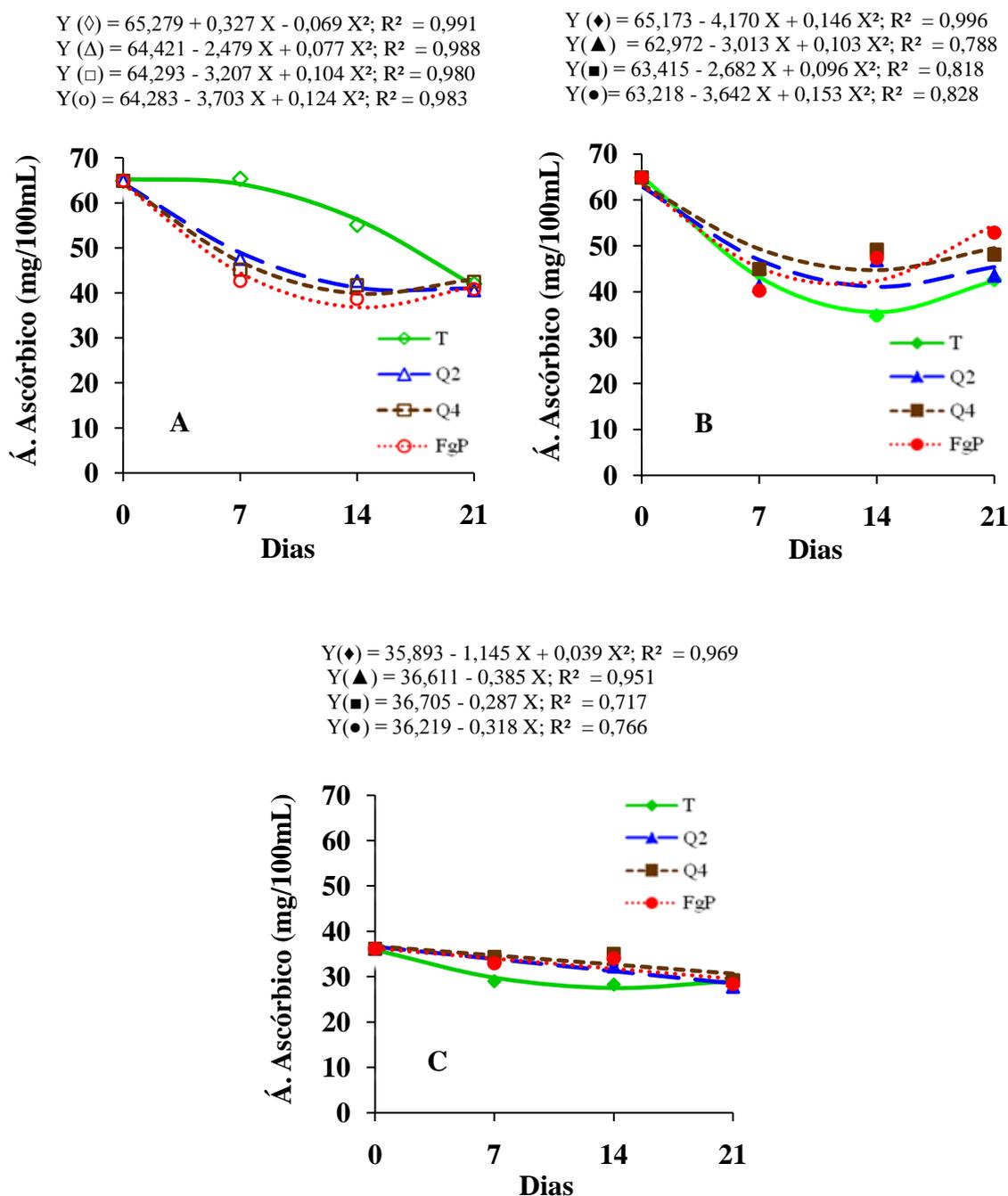
Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	7	14	21
<b>T</b>	14,970 a	15,111 a	9,259 a	10,859 a
<b>Q2%</b>	14,970 a	12,402 b	7,870 a	7,920 b
<b>Q4%</b>	14,970 a	11,845 b	8,208 a	6,482 b
<b>FgP</b>	14,970 a	10,933 b	8,757 a	8,454 b

CV %: 14,727

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

## 2.4 Ácido Ascórbico

No experimento 1, os frutos dos tratamentos testemunha e quitosana 2%, sem filme, apresentaram redução constante do Ácido Ascórbico (AA) ao longo do período de armazenamento, sendo, no entanto, menos pronunciada com a testemunha. Os frutos dos tratamentos quitosana 4% e fungicida, apresentaram comportamentos semelhantes entre si, com reduções até os 14 dias e em seguida com aumento até os 21 dias (Figura 8 A). Com relação aos tratamentos com filme, todos apresentaram reduções até os 12 dias seguido de aumento até os 21 dias (Figura 8 B).



**Figura 8.** Teores de Ácido Ascórbico de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% (Q2), quitosana 4% (Q4) e fungicida Procloraz (FgP), em diferentes dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ . Experimento 1 (A e B); Experimento 2 (C). Símbolos vazios (tratamento sem filme); símbolos cheios (tratamentos com filme). Dourados–MS, UFGD, 2014.

Para os frutos armazenados sem filme, aqueles que serviram de testemunha, aos 7 e 14 dias, apresentaram média significativamente superior em relação aos demais

tratamentos (Tabela 8.1). Estes resultados podem ser explicados, de acordo com Scalon et al. (2004), pela maior perda de água observada nessa condição, contribuindo assim, para concentrar os ácidos orgânicos presentes no suco celular e amenizar, aparentemente, a perda de ácido ascórbico. Já em relação aos tratamentos com filme, (Tabela 8.1), verifica-se um comportamento contrário, em que os frutos testemunha apresentaram média significativamente inferior em relação aos demais tratamentos aos 14 dias de armazenamento. Isto pode ser justificado em razão da maior taxa metabólica da testemunha ter ocasionado maior consumo de AA.

**Tabela 8.1.** Ácido ascórbico, mg/100mL, de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ . Dourados–MS, UFGD, 2014

Tempo de armazenamento (dias)	PEBD	Tratamentos			
		T	Q2%	Q4%	FgP
0	Sem	64,889 a A	64,889 a A	64,889 a A	64,889 a A
	Com	64,889 a A	64,889 a A	64,889 a A	64,889 a A
7	Sem	65,352 a A	47,589 a B	45,177 a B	42,641 a B
	Com	44,032 b A	41,204 a A	44,938 a A	40,246 a A
14	Sem	55,125 a A	42,610 a B	41,685 a B	38,653 b B
	Com	34,733 b B	46,855 a A	49,158 a A	47,380 a A
21	Sem	42,019 a A	40,584 a A	42,487 a A	40,809 b A
	Com	42,670 a B	43,495 a AB	48,079 a AB	52,880 a A

CV %: 10,739

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

Rocha et al. (2007) ao avaliarem mamões Formosa “Tainung 1” armazenados sob refrigeração a 8, 10 e 12 °C com UR de 90%, por 7, 14, 21 e 28 dias, verificaram que houve maior extensão da vida útil dos frutos quando submetidos a 10 °C por até 20 dias, com teor médio de AA de 40 mg/100 g<sup>-1</sup>, resultados que se assemelham ao do presente trabalho.

Entretanto, os resultados benéficos da atmosfera modificada observados no presente trabalho, não se assemelham aos obtidos por Fernandes et al. (2010), ao avaliarem o efeito da cera de carnaúba e filme de polietileno de baixa densidade “X-tend” sobre a vida útil pós-colheita de mamão Formosa “Tainung 1”, armazenados em câmara fria a 10°C e UR 90%, por até 35 dias. Estes autores verificaram que os revestimentos não afetaram de forma significativa o teor de vitamina C dos frutos, não tendo sido observadas elevadas perdas, dessa vitamina, com variações de 60 a 70 mg/100 g<sup>-1</sup> ao longo do período de armazenamento.

No experimento 2, verifica-se ter ocorrido redução constante dos teores de AA em todos os tratamentos ao longo do período de armazenamento, a exceção da testemunha que apresentou aumento de 14 a 21 dias (Figura 8 C). Estes resultados podem ser também analisados na tabela 8.2, em que se verifica que a testemunha diferiu dos demais tratamentos com médias significativamente menores aos 7 e 14 dias de armazenamento.

De maneira geral, observa-se pela Figura 8 C e Tabela 8.2, que os teores de AA variaram de 28 a 36 mg/100 mL, sendo que no experimento 1 as variações foram de 35 a 65 mg/100 mL. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) o teor de ácido ascórbico pode variar no produto de acordo com as condições de cultivo e armazenamento.

**Tabela 8.2.** Ácido ascórbico, mg/100mL, de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	7	14	21
T	36,148 a	29,023 b	28,272 b	28,795 a
Q2%	36,148 a	34,096 a	32,244 a	27,778 a
Q4%	36,148 a	34,363 a	35,018 a	29,226 a
FgP	36,148 a	32,960 ab	34,030 a	28,358 a

CV %: 9,506

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

As reduções ocorridas em todos os tratamentos (experimentos 1 e 2) estão de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), pois segundo estes autores, após a colheita e

durante o armazenamento, a concentração dos ácidos orgânicos usualmente declina em decorrência de sua utilização como substrato na respiração ou da sua transformação em açúcares. Diante disto, a maior redução ocorrida com a testemunha está em razão da maior utilização de ácido ascórbico, resultante da maior atividade metabólica gerada pela menor conservação. No entanto, de acordo com estes autores, com o amadurecimento, as frutas perdem rapidamente a acidez, mas, em alguns casos, há um pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação, o que justifica o aumento ocorrido com a testemunha aos 14 e 21 dias.

Na Tabela 8.3, a exceção do tratamento quitosana 2%, verifica-se não ter havido diferenças significativas entre os demais tratamentos com e sem filme. Verifica-se também não ter ocorrido diferenças significativas entre os tratamentos com filme, o que demonstra estabilidade e também inexistência de efeito dos tratamentos pelo uso de filme PEBD.

**Tabela 8.3.** Ácido ascórbico, mg/100 mL, de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014

PEBD	Tratamentos			
	T	Q2%	Q4%	FgP
<b>Sem</b>	29,934 a B	31,260 b B	34,642 a A	32,762 a AB
<b>Com</b>	31,185 a A	33,873 a A	32,735 a A	32,987 a A

CV %: 9,506

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram obtidos por Rocha et al. (2007), ao armazenarem mamão Formosa “Tainung 1” sob refrigeração a 8, 10 e 12 °C com UR de 90%, por 7, 14, 21 e 28 dias. Estes autores verificaram que o conteúdo de AA durante todo o período de armazenamento foi inferior ao obtido por ocasião da colheita (46,92 mg /100 g<sup>-1</sup>) e variaram de 40,71 mg/100 g<sup>-1</sup>, no início do armazenamento, para 25,54 mg/100 g<sup>-1</sup> no final do armazenamento. Em todas as temperaturas, observou-se decréscimo no teor de AA após 21 dias de armazenamento. As máximas estimativas

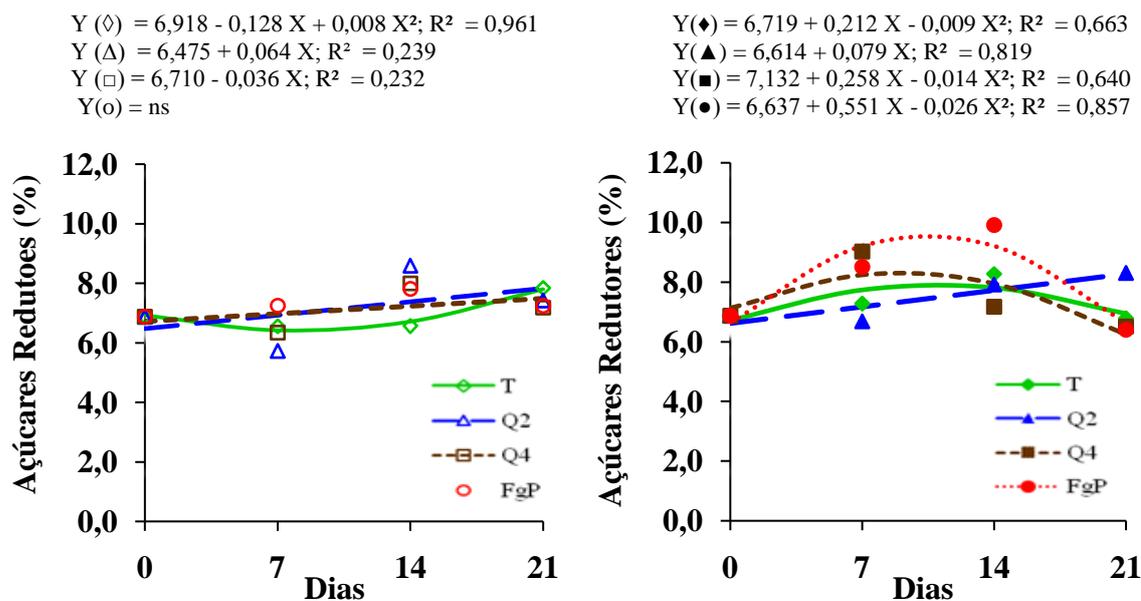
foram verificadas do início do armazenamento até 20 dias, enquanto que as menores, foram reportadas após 21 dias, em qualquer temperatura.

Morais et al. (2010) ao armazenarem, por até 35 dias, mamão Formosa “Tainung 1” em câmaras de refrigeração à temperatura de 10 °C com UR de 85%, verificaram redução dos níveis de sólidos solúveis, ao longo do período de armazenamento, nos tratamentos com frutos embalados ou não com filme X-tend, o que implica considerar que também houve redução de outras substâncias livres (solúveis) como o ácido ascórbico.

## **2.5 Açúcares Redutores**

Observa-se na Figura 9, que apesar das variações de AR ocorridas ao longo do armazenamento, os tratamentos sem filme apresentaram um ligeiro aumento aos 21 dias em comparação aos valores iniciais. Nos tratamentos com filme, verifica-se que a quitosana 2% apresentou aumento constante durante o armazenamento, sendo que os demais tratamentos apresentaram aumento até aos 10 dias, tendo em seguida redução até aos 21 dias, terminando com valores abaixo dos iniciais. De maneira geral, observa-se que os tratamentos com filme apresentaram aumentos de AR mais pronunciados até aos 10 dias, em relação aos tratamentos sem filme. Pela Tabela 9, verifica-se que os tratamentos sem filme não apresentaram diferenças significativas entre si ao final do armazenamento. Entre os tratamentos com filme de polietileno, destaca-se o tratamento fungicida, aos 14 dias, pela média significativamente superior aos demais tratamentos.

Os aumentos de AR ocorridos podem estar em razão, segundo Chitarra e Chitarra (2005), de que, durante a maturação das frutas, uma das principais modificações em suas características é o acúmulo de açúcares (notadamente glicose, frutose e sacarose), o qual ocorre simultaneamente com a redução da acidez. Este acúmulo de açúcar, de acordo com Moraes (2010), está em razão de que à medida que segue o processo de amadurecimento dos frutos, as reservas energéticas contidas nestes, geralmente na forma de amido, são degradadas para a obtenção de energia, na forma de açúcares, para realização do processo respiratório. Isso implica dizer que o teor tanto de açúcares como de outras substâncias livres (solúveis) tendem a aumentar no decorrer do amadurecimento dos frutos no intuito de disponibilizar combustíveis para respiração.



**Figura 9.** Teores de açúcares redutores de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% (Q2), quitosana 4% (Q4) e fungicida Procloraz (FgP), em diferentes dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$  Símbolos vazios (tratamento sem filme); símbolos cheios (tratamentos com filme). Dourados–MS, UFGD, 2014.

**Tabela 9.** Açúcares redutores de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ . Dourados–MS, UFGD, 2014

Período	PEBD	Tratamentos			
		T	Q2%	Q4%	FgP
0	Sem	6,872 a A	6,872 a A	6,872 a A	6,872 a A
	Com	6,872 a A	6,872 a A	6,872 a A	6,872 a A
7	Sem	6,555 a AB	5,725 b B	6,342 b AB	7,245 b A
	Com	7,280 a B	6,685 a B	9,020 a A	8,505 a A
14	Sem	6,570 b B	8,590 a A	7,995 a A	7,810 b A
	Com	8,270 a B	7,915 a BC	7,170 b C	9,915 a A
21	Sem	7,840 a A	7,422 b A	7,182 a A	7,240 a A
	Com	6,792 b B	8,307 a A	6,512 a B	6,405 b B

CV %: 7,136

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

A redução de AR ocorrida com o tratamento testemunha sem filme até os 7 dias, está de acordo com Oshiro et al. (2011), pois, segundo estes autores, a perda de água por transpiração faz com que os açúcares, principais componentes dos sólidos solúveis, se concentrem na polpa, o que pode mascarar a concentração desse nutriente. Já, o período de 10 a 21 dias em que houve redução dos teores de açúcares, nos tratamentos com filme, podem ter sido ocasionados pela redução da taxa metabólica dos frutos, o que retardou a decomposição de carboidratos, notadamente, a conversão de amido em açúcares solúveis, como também mantido as partículas de açúcares armazenadas na forma de polissacarídeos (AWAD, 1993; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Vila et al. (2007), ao armazenarem goiabas ‘Pedro Sato’, com casca verde, recobertas com biofilmes de fécula de mandioca, a 9°C, com UR de 90%, por 20 dias, verificaram um aumento linear no teor de açúcares redutores em todos os tratamentos ao longo do período de armazenamento.

Mizobutsi et al. (2012), ao avaliarem a influência do filme de policloreto de vinila (PVC) associado à temperatura de refrigeração de 12 °C, na conservação pós-colheita da pinha durante 18 dias, verificaram um atraso no aumento dos açúcares solúveis nos tratamentos com e sem filme, sendo esse aumento mais marcante para os frutos com filme, o que se assemelha aos aumentos pronunciados de AR nos tratamentos com filme em relação aos sem filme no presente trabalho.

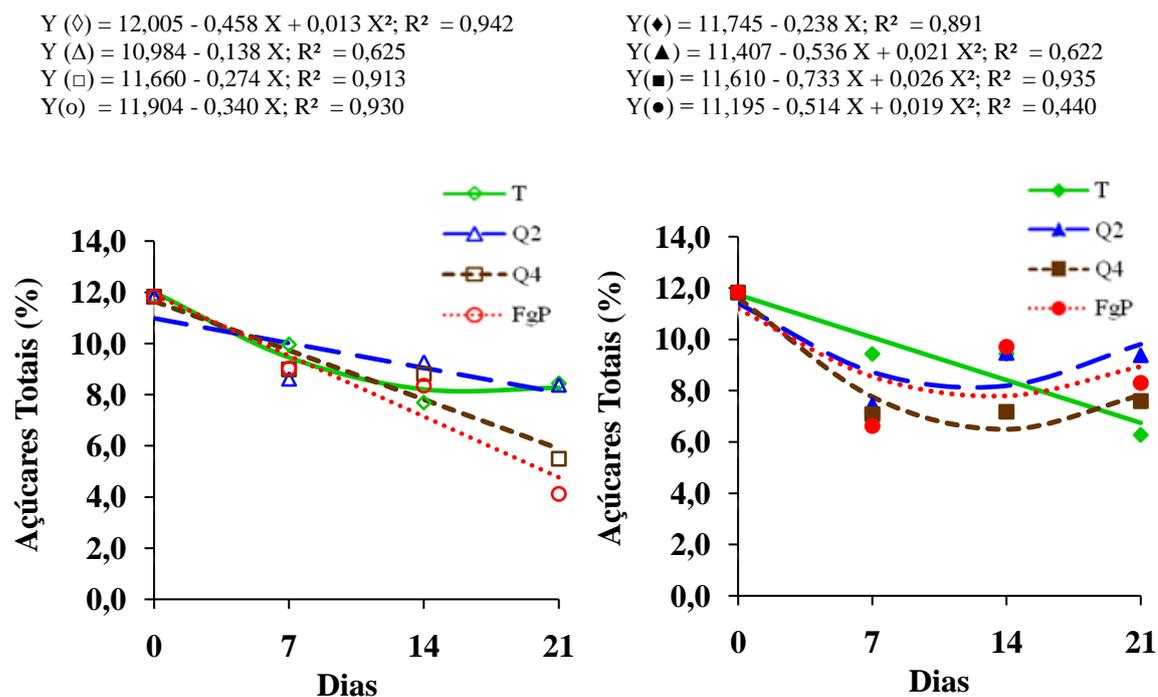
Prill et al. (2012) ao avaliarem a conservação pós-colheita da banana Prata-Anã sob armazenamento refrigerado a 12 °C e UR de 93%, durante 35 dias, verificaram, em comparação com frutos sem embalagem, que os frutos submetidos à embalagem de PEBD apresentaram as menores áreas de lesão na casca, os menores incrementos de acidez titulável e manutenção dos valores de pH, o que, possivelmente, segundo estes autores, proporcionou os maiores teores de açúcares redutores e totais ao final do período experimental.

## **2.6 Açúcares Totais**

Com relação à AT, verifica-se na Figura 10 ter ocorrido redução em todos os tratamentos sem filme ao longo do período de armazenamento, tendo sido menos acentuada nos tratamentos testemunha e quitosana 2%. De acordo com Oshiro et al. (2011), provavelmente a perda de água por transpiração faz com que os açúcares,

principais componentes dos sólidos solúveis, se concentrem na polpa, o que pode mascarar a concentração desse nutriente.

Nos tratamentos com filme de polietileno, verifica-se também ter ocorrido redução de AT em todos os tratamentos até aos 14 dias, quando a partir de então, a exceção da testemunha, houve aumento dos teores de açúcar até o final do armazenamento (Figura 10).



**Figura 10.** Teores de açúcares totais de mamões Formosa “Tainung 1” nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2% (Q2), quitosana 4% (Q4) e fungicida Procloraz (FgP), em diferentes dias de armazenamento a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ . Símbolos vazios (tratamento sem filme); símbolos cheios (tratamentos com filme). Dourados–MS, UFGD, 2014.

As reduções de AT estão associadas às reduções ocorridas com o teor de sólidos solúveis (SS), (Figura 5B), embora a medição destes, segundo Chitarra e Chitarra (2005), não representa o teor exato dos açúcares, pois outras substâncias também se encontram dissolvidas na seiva vacuolar (vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos, etc.); no entanto, entre essas, os açúcares são as mais representativas, chegando a constituir até 85-90% dos SS.

Os resultados obtidos na Figura 10 são complementados na Tabela 10, em que se verifica ter ocorrido diferenças significativas entre os tratamentos sem filme somente aos 21 dias de armazenamento, com médias significativamente menores para os tratamentos quitosana 4% e fungicida em relação aos tratamentos testemunha e quitosana 2%. Observa-se que aos 14 e 21 dias de armazenamento, as reduções de AT foram menos acentuadas nos tratamentos com filme de polietileno, provavelmente em razão da menor atividade metabólica proporcionada pela modificação da atmosfera ao redor dos frutos.

**Tabela 10.** Açúcares totais de mamões Formosa “Tainung 1”, nos tratamentos testemunha (T), quitosana 2 e 4% (Q2% e Q4%) e fungicida Procloraz (FgP), acondicionados com e sem filme de polietileno, aos 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento a 10 °C com UR de 90 ± 5%. Dourados–MS, UFGD, 2014

Tempo de armazenamento (dias)	PEBD	Tratamentos			
		T	Q2%	Q4%	FgP
0	Sem	11,835 a A	11,835 a A	11,835 a A	11,835 a A
	Com	11,835 a A	11,835 a A	11,835 a A	11,835 a A
7	Sem	9,965 a A	8,622 a A	8,985 a A	9,025 a A
	Com	9,430 a A	7,440 a AB	7,090 b AB	6,625 b B
14	Sem	7,695 a A	9,282 a A	8,805 a A	8,352 a A
	Com	9,434 a AB	9,475 a AB	7,175 a B	9,710 a A
21	Sem	8,440 a A	8,385 a A	5,492 b B	4,125 b B
	Com	6,275 b B	9,380 a A	7,595 a AB	8,300 a AB

CV %: 14,394

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

Doll Hojo et al. (2010), ao avaliarem a conservação de pomelos da variedade ‘Henderson’, revestidos com cera Sparcitrus e mantidos a 8°C com UR de 95%, por 40 dias, verificaram que a aplicação da cera nos frutos não influenciou o teor de açúcares totais, que variou apenas em função do período de armazenamento, tendo ocorrido redução dos açúcares totais até o 30º dia e com aumento até o 40º dia. No

entanto, as variações ocorridas ao longo do armazenamento se assemelham as obtidas no presente trabalho com PEBD.

Oshiro et al. (2012), tendo armazenado goiabas ‘Pedro Sato’ a 10 °C com UR de 80%, durante 28 dias, também observou redução de AT para o tratamento testemunha e menores variações para os tratamentos quitosana 1% e PVC.

Prill et al. (2012) ao avaliarem a conservação pós-colheita da banana Prata-Anã sob armazenamento refrigerado a 12 °C com UR de 93%, durante 35 dias, verificaram que os frutos submetidos à embalagem de PEBD apresentaram os maiores teores de açúcares totais ao final do período experimental. Estes autores concluíram que este resultado está em razão da combinação do uso da embalagem de PEBD com os sachês adsorvedores de etileno, que resultou no retardamento do processo de maturação e, consequentemente, na extensão da vida útil dos frutos.

## CONCLUSÕES

O armazenamento de mamão Formosa “Tainung 1” sob refrigeração a 10 °C com UR de  $90 \pm 5\%$ , associado a PEBD, proporcionou maior tempo de conservação da qualidade aparente (por até 7 dias), menores índices de coloração e PMF, como também maior estabilidade de pH em relação a frutos sem PEBD.

A aparência externa dos frutos foi conservada por até 14 dias pelo tratamento PEBD + quitosana 4% e por até 21 dias pelo tratamento PEBD + fungicida Procloraz.

Os tratamento PEBD + fungicida Procloraz e PEBD + quitosana 4% apresentaram similaridade de respostas em relação ao pH e Ácido Ascórbico.

O tratamento PEBD + quitosana 4% associado à refrigeração, demonstrou ser eficiente na manutenção da qualidade dos frutos, sendo uma alternativa viável ao uso de fungicida Procloraz para a conservação pós-coleita de mamão Formosa.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALI, A.; MAHMUD, T.M.M. The potential use of locally prepared chitosan to control in vitro growth of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from papaya fruits. **Acta Horticulturae**, v.804, p.177-181, 2008.

AMARANTE C; BANKS N.H; GANESH S. Relationship between character of skin cover of coated pears and permeance to water vapour and gases. **Postharvest Biology and Technology**, v.21, n.3, p.291-301, 2001.

AN, J.; PAULL, R.E. Storage and ethylene influence on ripening of papaya fruit. **Journal American Society Horticultural Science**, v.115, n. 6, p. 949-953, 1990.

ASSIS, O.B.G.; LEONI, A.M. Biofilmes comestíveis de quitosana: ação biofúngica sobre frutas fatiadas. **Biociência, Ciência e Desenvolvimento**, v.30, p.33-38, 2003.

AZEREDO, H. M. C. de. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. **Boletim do CEPPA**. Curitiba, v. 21, 2003.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. Conjuntura Econômica. **BNB**, Fortaleza, n. 29, 107p., 2011.

CHITARRA M.I.F; CHITARRA AB. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA. 2005. 785p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras : ESAL, 1990. 320p.

CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; BENATO, E.A.; CAMILI, E.C.; SANTOS, C.A. Effects of gamma and UV-C irradiation on the postharvest control of papaya anthracnose. **Postharvest Biology and Technology**, v.43, p.366-373, 2007.

DIAS, T.C.; MOTA, W.F.; OTONI,B.S.; MIZOBUTSI, G.P.; SANTOS, M.G.P. Conservação pós-colheita de mamão formosa Com filme de pvc e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.2, p. 666-670, 2011.

DOLL HOJO, E.T.; HOJO, R.H.; VILAS BOAS, E.V.B.; RODRIGUES, L.J.; PAULA, N.R.F. Armazenamento refrigerado de pomelos variedades Flame e Henderson revestidos com cera. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.5, p.1261-1269, 2010.

FERNANDES, P.L.O.; AROUCHA, E.M.M.; SOUZA, P.A.; ELLEN, A.; SOUSA, 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.

FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U. **Mamão: Pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

FONSECA, M.J.O; LEAL, N.R.; CENCI, S.A.; CECON, P.R.; BRESSAN-SMITH, R.E.; SOARES, A.G. Emissão de etileno e de CO<sub>2</sub> em mamão 'sunrise solo' e 'golden' 1. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 322-324, 2006.

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 1. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.1, p.054-058, 2008.

HEWAJULIGE, I. G.; D. SIVAKUMAR, Y. SULTANBAWA, R. S WIJERATNAM AND R. L. WIJESUNDERA. Effect of chitosan coating on postharvest life of papaya (*Carica Papaya* L) var. Rathna Grown in Sri Lanka. **Eighteenth Annual Congress of the PGIA**, p.16-17, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed. São Paulo, 1985. 533 p. (v. 1)

JACOMINO, A.P. **Fruticultura tropical e subtropical. A cultura do mamão**. USP, Piracicaba, 2013. Disponível em: <<http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv661/Aula%20mamao%20Fruti%20Tropical%20out.2013.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2013.

JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A. BRACKMANN, A.; CASTRO, P.R.C. Amadurecimento do mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agrícola**, v.59, n.2, p.303-308. 2002.

LANE, J.H.; EYNON, L. **Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue indicator**. London: Norman Rodge, 1934, 8p.

MENEZES, J.B.; CHITARRA, M.I.F.; BICALHO. U.O. Caracterização do melão tipo gália durante a maturação. **Horticultura Brasileira**, v.16, n.2, p.123-127, 1998.

MIZOBUTSI, G.P.; SILVA, J.M.; MIZOBUTSI, E.H.; RODRIGUES, M.L.M.; LOPES, R.S.; FERNANDES, M.B.; OLIVEIRA, F.S. Conservação de pinha com uso de atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Ceres**, v.59, n.6, p.751-757, 2012.

MORAES, W.S; ZAMBOLIM, L.; LIMA, J.D. Quimioterapia de banana 'prata anã' no controle de podridões em pós-colheita. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.75, n.1, p.79-84, 2008.

MORAIS, F.A.; ARAÚJO, F.M.M.C.; MACHADO, A.V.; RICARTE, F.D.N.; JUNIOR, R.S. Influência da atmosfera modificada sob a vida útil pós-colheita do mamão 'Formosa'. **Revista Verde**, v.5, n.4, p.01 – 09, 2010.

MOTA, W.F.; MARTINS, A.M.; ARAÚJO, M.W.; MIZOBUTSI, G.P.; LIMA, J.F.; MOREIRA, G.B.L. Utilização da atmosfera modificada com filme de PVC e cera na conservação pós-colheita de banana 'Prata Anã'. **Magistra**, v.24, n.2, p.108-115, 2012.

NERES, C.R.L.; VIEIRA, G.; DINIZ, E.R.; MOTA, W.F.; PUIATTI, M. Conservação do jiló em função da temperatura de armazenamento e do filme de polietileno de baixa densidade. **Bragantia**, v. 63, n. 3, p. 431-438, 2004.

NERY-SILVA, F.A.; MACHADO, J.C.; LIMA, L.C.O.; RESENDE, M.L.V. Controle químico da podridão peduncular de mamão causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.3, p.519-524, 2001.

OSHIRO, A.M.; SCALON, S.P.Q.; ARGANDOÑA, E.J.S.; ZÁRATE, N.A.H. Conservação pós-colheita de goiabas ‘Pedro Sato’ em atmosfera modificada, associada ou não à refrigeração. **Revista Agrarian**, v.4, n.14, p.294-302, 2011.

OSHIRO, A.M.; DRESCH, D.M.; SCALON, S.P.Q. Preservação de goiabas ‘Pedro Sato’ armazenadas sob atmosfera modificada em refrigeração. **Revista de Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.213-221, 2012.

PARK, S.I.; DAESCHEL, M.A.; ZHO, Y. Functional Properties of Antimicrobial Lysozyme – Chitosan Composite Films – **Journal of Food Science**, Chicago, v. 69, n.8, 2004.

PINTO, L.K.A.; MARTINS, M.L.L.; RESENDE, E.D.; ALMEIDA, R.F.; VITORAZI, L.; PEREIRA, S.M.F. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.744-748, 2006.

PRILL, M.A.S.; NEVES, L.T.B.C.; CAMPOS, A.J; SILVA, S.; CHAGAS, E.A.; ARAÚJO, W.F. R. Aplicações de tecnologias pós-colheita para bananas ‘Prata-Anã’ produzidas em Roraima. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.11, p.1237–1242, 2012.

REIS NETO, S.A. **Qualidade pós-colheita do mamão (*Carica papaya*) cv. Golden armazenado sob atmosferas modificadas**. 2006. 76 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

ROCHA, R.H.C.; MENEZES, J.B.; NASCIMENTO, S.R.C.; NUNES, G.H.S. Qualidade do ”Mamão Formosa” submetido a diferentes temperaturas de refrigeração. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.1, p.75-80, jan./mar.2007

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**, v. 27, n. 3, p.386-389, 2005.

SANTOS, A.E.O.; ASSIS, J.S.; BATISTA, P.F.; SANTOS, O.O. Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’. **Revista Semiárido De Visu**, v.1, n.1, p. 10-17, 2011.

SCALON, S.P.Q.; DELL’OLIO, P; FORNASIERI, J.L. Temperatura e embalagens na conservação pós-colheita de uvaia *Eugenia uvalha* Cambess.- Mirtaceae. **Ciência Rural**, v.34, n.6, p.1965-1968, 2004.

SILVA, J.M.; MIZOBUTSI, E.H.; MIZOBUTSI, G.P.; MAIA, V.M.; XAVIER, A. A.; RIBEIRO, R.C.F. Management of anthracnose and evaluation of physico-chemical properties of papaya using chitosan. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.34, n.1, p.1-9, 2009.

SILVA, O.F.; SOARES, A.G. **Recomendações para prevenção de perdas pós-colheita do mamão**. Embrapa Agroindústria de Alimentos. 20p., 2001. (Documentos, 44).

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**, v. 29, n.1, p.52-59, 2005.

VILA, M.T.R.; LIMA, L.C.O.; VILAS BOAS, E.V.B.; DOLL HOJO, E.T.; RODRIGUES, L.J.; PAULA, N.R.F. Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.5, p.1435-1442, 2007.

WILLS, R. B. H.; WIDJANARKO, S.B. Changes in physiology, composition and sensory characteristics of Australian papaya during ripening. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, n. 35, p.1173-1176, 1995.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VENTURA, J.A.; VALE, F.X.R. Controle de doenças pós-colheita de frutas tropicais. In: Zambolim, L. (Ed.). **Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. cap. 12, p.443-511.

## **CAPÍTULO II**

### **CONTROLE ALTERNATIVO *IN VITRO* E *IN VIVO* DE *Colletotrichum gloeosporioides***

## CONTROLE ALTERNATIVO *IN VITRO* E *IN VIVO* DE *Colletotrichum gloeosporioides*

**RESUMO** – O risco da presença de resíduos de fungicidas químicos em mamão (*Carica papaya* L.), resultantes do tratamento fitossanitário em pós-colheita, tem sido motivo de preocupação para com a saúde humana. Diante disto, este trabalho teve por objetivo avaliar, *in vitro* e *in vivo*, a eficácia de produtos naturais no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*. Os experimentos *in vitro* e *in vivo* foram conduzidos no Laboratório de Microbiologia Agrícola e Fitopatologia da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, em Dourados–MS. Os experimentos *in vitro* foram instalados em delineamento inteiramente casualizado, sendo 10 tratamentos com 8 repetições para as avaliações de crescimento micelial e produção de conídios, e 6 tratamentos com 5 repetições para avaliação de germinação de conídios. Os tratamentos utilizados foram: extrato aquoso de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry (cravo-da-índia), *Cinnamomum zeylanicum* Breym (canela) e *Zingiber officinalis* Rox. (gingibre) nas concentrações de 5 e 15%, quitosana 1 e 3%, fungicida Procloraz - Sportak® 450 EC – 0,75 mL/ L de água e testemunha (sem tratamento). Para os experimentos *in vivo* foram utilizados mamões Formosa “Tainung 1”, em delineamento inteiramente casualizado, sendo 6 tratamentos com 4 repetições para a avaliação de severidade de antracnose, causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, e 5 tratamentos com 48 repetições para a análise sensorial dos frutos. Os dados dos experimentos *in vitro* e de severidade foram submetidos à análise de variância e tendo ocorrido significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sanest. Os dados de análise sensorial foram comparados pelos testes F e Dunnett a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Estatística 8.0. Verificou-se que os tratamentos com extrato de cravo 15%, quitosana e fungicida Procloraz controlaram completamente o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* em todas as avaliações dos experimentos *in vitro* e de severidade *in vivo*, a exceção da eficiência ligeiramente menor apresentada pelos tratamentos quitosana no primeiro experimento *in vitro* de crescimento micelial. Os tratamentos com extrato de gengibre foram menos eficientes, não diferindo da testemunha na maioria das avaliações, e os tratamentos com extrato de canela com índices de controle intermediário. Com relação à análise sensorial, não houve diferença significativa entre os tratamentos para o atributo sensorial aroma. Para o atributo sabor, somente o tratamento com extrato de canela 15% diferiu significativamente da testemunha, apresentando-se como ligeiramente melhor. Conclui-se que o extrato aquoso de cravo-da-índia na concentração de 15% é tão eficaz quanto o fungicida Procloraz no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, com perspectivas para a quitosana e extrato aquoso de canela. Os extratos vegetais e a quitosana, nas concentrações utilizadas, não prejudicam o aroma e o sabor dos frutos.

Palavras-chave: *Carica papaya*, pós-colheita, antracnose, extratos vegetais, quitosana.

**ALTERNATIVE CONTROL *IN VITRO* AND *IN VIVO***  
**OF *Colletotrichum gloeosporioides***

**ABSTRACT** The risk of the presence of residues of chemical fungicides on papaya (*Carica papaya* L.), from the phytosanitary treatment in post-harvest, is a concern to the human health. This work evaluated, *in vitro* and *in vivo*, the effectiveness of natural products in the control of *Colletotrichum gloeosporioides*. The experiments *in vitro* and *in vivo* were conducted in the Microbiology and Phytopathology Laboratory of the Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, in Dourados-MS. The experiments *in vitro* were conducted in a completely randomized design, in the 10 treatments and 8 replications for the evaluations of mycelial growth and conidia production, and 6 treatments with 5 repetitions for evaluation of conidia germination. The used treatments were: aqueous extract of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry (clove), *Cinnamomum zeylanicum* Breyer (cinnamon) and *Zingiber officinalis* Rox. (ginger) in the concentrations of 5 and 15%, chitosan 1 and 3%, fungicide Prochloraz - Sportak® 450 EC – 0,75 mL/ L water and control (without treatment). For the *in vivo* experiment was used “Tainung 1” Formosa papayas, in completely randomized design, 6 treatments with 4 repetitions for evaluation of severity of anthracnose, caused by *Colletotrichum gloeosporioides*, and 5 treatments with 48 replications for the sensorial analysis of the fruits. The data of the experiments *in vitro* and of severity they were submitted to the variance analysis and having occurred significance, the averages among the treatments were compared by the test of Tukey to 5% of probability, using the Sanest program. Sensory analysis data were compared by F tests Dunnett and the 5% probability, using the Statística 8.0 program. It was verified that the treatments with extract of clove 15%, chitosan and fungicide controlled the fungi *Colletotrichum gloeosporioides* completely in all of the evaluations of the experiments *in vitro* and of severity *in vivo*, the exception of the slightly smaller efficiency presented by the chitosan treatments in the first experiment *in vitro* mycelial growth. The treatments with ginger extract were less efficient, not differing from the control in most of the evaluations, and the treatments with extract of cinnamon with indexes of intermediate control. Regarding sensory analysis, there was no significant difference between the treatments for sensory attribute aroma. For the flavor attribute, only the treatment with 15% cinnamon extract differed significantly from the witness, presenting itself as slightly better. It is concluded that the aqueous extract of cloves in the concentration of 15% is as effective as the fungicide Prochloraz on *Colletotrichum gloeosporioides* control, with perspectives for Chitosan and water extract of cinnamon. The plant extracts and chitosan, in the concentrations used, not prejudice the aroma and the flavor of fruits.

**Keywords:** *Carica papaya*, post-harvest, anthracnose, vegetable extracts, chitosan.

## INTRODUÇÃO

A antracnose é considerada uma das mais importantes doenças do mamão (*Carica papaya* L.) e é causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz), que é o mais importante agente causal de doenças pós-colheita em frutos. Os frutos atacados tornam-se imprestáveis para a comercialização e o consumo. Ainda que os frutos colhidos não apresentem sintomas da doença, ela se manifesta na fase de embalagem, transporte, amadurecimento e comercialização, causando grandes perdas (CIA e BENATO, 2005).

O controle das doenças pós-colheita em mamão é feito pela imersão dos frutos em água a 48-49 °C/ 20 minutos, seguido de outra imersão a 14 °C/20 minutos. Na sequência, recomenda-se a aplicação de ceras e fungicidas para garantir uma maior sobrevida ao fruto (ZAMBOLIM et al., 2002; FERREGUETTI, 2006).

Embora a utilização de fungicidas seja uma importante estratégia de controle, o uso intensivo em pré-colheita tem levado ao desenvolvimento de raças de patógenos tolerantes que ameaçam a utilização desses produtos em pós-colheita (ZAMBOLIM et al., 2002; MORAES et al., 2008). Além disso, resíduos destes produtos em frutos têm sido motivo de preocupação, em razão dos danos que podem ocasionar à saúde humana e também ao meio ambiente.

Como alternativa a fungicidas, e também para a conservação pós-colheita de diversos frutos, tem sido pesquisado o uso de biofilmes como a quitosana (um polissacarídeo natural, comestível, extraído do exoesqueleto de crustáceos) que tem a capacidade de formar um recobrimento semipermeável, prolongando a vida pós-colheita através da minimização da taxa de respiração e redução da perda de água de frutos (BAUTISTA-BANOS et al., 2006). A quitosana também possui atividade antifúngica e antibacteriana, mostrando seu potencial de utilização sobre as superfícies cortadas ou nos frutos que possuem alta taxa de maturação pós-colheita (ASSIS e LEONI, 2003; PARK et al., 2004).

Trabalhos desenvolvidos com extrato bruto ou óleo essencial, obtidos a partir de plantas medicinais da flora nativa brasileira, têm indicado potencial no controle de fitopatógenos, tanto por sua ação fungitóxica direta, inibindo o crescimento micelial e a germinação de esporos, quanto pela indução de fitoalexinas, indicando a presença de compostos com característica de elicitores (SCHWAN-ESTRADA, 2009).

A inibição da produção e germinação dos esporos é parte fundamental no controle das doenças fúngicas, pois estas estruturas são o ponto de partida para a propagação e sobrevivência dos fungos e necessárias para a ocorrência de ciclos secundários da doença, de forma que os extratos podem vir a influenciar negativamente no ciclo de vida do patógeno a campo, reduzindo a ocorrência de epidemias (ITAKO et al., 2009).

Na literatura, existem vários trabalhos que relatam o efeito “*in vitro*” de extratos vegetais e óleos essenciais sobre diferentes fitopatógenos. No entanto, são poucos os trabalhos que demonstram este efeito “*in vivo*”, se tornando escassos se o objetivo for ainda mais específico.

Segundo Schwan-Estrada (2009), ainda há muito que se pesquisar para entender desde a aplicabilidade quanto ao modo de ação dos extratos vegetais e óleos essenciais, para que os mesmos possam ser utilizados de maneira eficiente no manejo integrado para o controle de doenças de plantas.

Em razão da capacidade antifúngica da quitosana e do potencial no controle de fitopatógenos por extratos vegetais, tem-se por hipótese neste trabalho que estes produtos naturais possam ser tão eficazes como os fungicidas químicos, recomendados para o controle da antracnose em pós-colheita de mamão. Assim, objetivou-se avaliar, *in vitro e in vivo*, o controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose do mamão em pós-colheita, pelo uso de quitosana e extratos vegetais de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry (cravo-da-índia), *Cinnamomum zeylanicum* Breym (canela) e *Zingiber officinalis* Rox. (gengibre).

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Experimentos *In Vitro*

No Laboratório de Microbiologia Agrícola e Fitopatologia da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, em Dourados –MS, foi conduzido o experimento *in vitro* no período de junho a setembro de 2012 e repetido em setembro a dezembro de 2013.

#### 1.1 Sensibilidade micelial de *C. gloeosporioides* a produtos naturais e fungicida

O fungo *C. gloeosporioides* foi isolado a partir de lesões da doença, em frutos de mamão Formosa, sendo cultivado em meio BDA (batata-dextrose-ágar) por seis dias a 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas. Após o crescimento dos isolados, fez-se repicagens consecutivas até a obtenção de culturas puras. A confirmação da identificação do fungo foi realizada com base em suas características morfológicas, por meio de preparo de lâminas e observações em microscópio.

Os experimentos foram instalados em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 10, (períodos de incubação x tratamentos), com 8 repetições. Os tratamentos utilizados foram: **1** – testemunha (sem adição de produto ao meio de cultura); **2** – extrato aquoso de gengibre (*Zingiber officinalis* Rox., Zingiberaceae) 5%; **3** – extrato aquoso de gengibre (*Z. officinalis*) 15%; **4** - extrato aquoso de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breym, Lauraceae) 5%; **5** - extrato aquoso de canela (*C. zeylanicum*) 15%; **6** - extrato aquoso de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L., Merr. & Perry, Myrtaceae) 5%; **7** - extrato aquoso de cravo-da-índia (*S. aromaticum*) 15%; **8** – quitosana 1%; **9** – quitosana 3%; **10** – fungicida Procloraz, (Sportak® 450 EC) na concentração de 100 ppm

Para o preparo dos extratos aquosos foi utilizado o rizoma do gengibre, a casca de canela e o botão floral do cravo-da-índia. Trinta gramas de material vegetal foi triturado em 120 mL de água destilada por um minuto. Após a trituração, o material foi filtrado em peneira, gaze e algodão, acondicionado em erlenmeyer e deixado em banho-maria a 65 °C por 60 minutos, a fim de descontaminar a solução.

As soluções de quitosana 1 e 3%, foram preparadas, segundo El Ghaouth et al. (1991), pela dissolução de 1,0 e 3,0 g de quitosana em 100 mL de água destilada com 2 mL de ácido acético e agitação constante por 24 horas. A solução foi ajustada para pH

5,5, adicionando-se hidróxido de sódio 1N e, ao final, 0,1 mL de Tween 80. A solução de quitosana foi então autoclavada a 15 lb pol.<sup>2</sup> por 15 minutos (BAUTISTA-BAÑOS et al., 2006).

As soluções de extratos, quitosana e fungicida foram adicionados aos meios de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) fundentes, de maneira a se obter as concentrações previamente determinadas. Após a homogeneização dos meios, estes foram vertidos em placas de Petri, previamente identificadas, onde, após a solidificação, fez-se a transferência de discos de 0,5 cm de micélio de *C. gloeosporioides*, provenientes de culturas de 12 dias de incubação. Em seguida, as placas de Petri foram vedadas com filme plástico e incubadas em câmara BOD a uma temperatura de 25° C, com fotoperíodo de 12 horas.

As avaliações foram realizadas a cada dois dias, medindo-se o crescimento do diâmetro micelial em dois sentidos, perpendicularmente, com uma régua graduada em milímetros (mm), durante 8 dias de incubação.

Os dados de crescimento micelial foram submetidos à análise de variância e tendo ocorrido significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey e as médias de períodos de avaliação e sua interação com os outros tratamentos foram ajustadas pela análise de regressão, ambos a 5% de probabilidade.

## **1.2 Produção de conídios de *C. gloeosporioides* sob efeito de produtos naturais e fungicida**

Ao final da avaliação do crescimento micelial, avaliou-se também a esporulação de *C. gloeosporioides*. Em cada repetição dos tratamentos, foi preparada uma suspensão de conídios colocando-se 10 mL de água destilada esterilizada, acrescida de Tween 20 (1 mL/10mL de água) sobre a superfície da placa de Petri com micélio fúngico, raspando-a suavemente com alça de Drigalsky. A suspensão foi filtrada em camada dupla de gaze esterilizada e 1 mL foi coletado para a contagem de conídios em um hemacitômetro.

Os dados da contagem de esporos foram submetidos à análise de variância e tendo ocorrido significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **1.3 Sensibilidade de conídios de *C. gloeosporioides* a produtos naturais e fungicida**

Para a avaliação da inibição da germinação dos esporos, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições. Foram utilizados os seguintes tratamentos: **1** – testemunha (água destilada esterilizada); **2** – extrato aquoso de gengibre (*Z. officinalis*) 15%; **3** – extrato aquoso de canela (*C. zeylanicum*) 15%; **4** - extrato aquoso de cravo-da-índia (*S. aromaticum*) 15%; **5** - quitosana 3%; **6** – fungicida Procloraz, (Sportak® 450 EC) na concentração de 100 ppm

Preparou-se suspensão de conídios de cultura em 12 dias de repicagem, colocando-se 10 mL de água destilada esterilizada, acrescida de Tween 20 (1 mL/10mL de água) sobre a superfície da placa de Petri com micélio fúngico, raspando-a suavemente com alça de Drigalsky. A suspensão foi filtrada em camada dupla de gaze esterilizada e a concentração foi ajustada para  $1,4 \times 10^5$  conídios/mL com auxílio de um hemacitômetro.

O teste adotado foi o da diluição final 1:1 dos tratamentos em água destilada e esterilizada. Para isto, amostras de 30  $\mu$ L da suspensão conidial foram depositadas em lâminas escavadas, previamente identificadas, e, em seguida, 30  $\mu$ L de solução, do respectivo tratamento, foram depositados sobre a suspensão de conídios e misturados. As lâminas escavadas foram colocadas sobre suportes dentro de placas de Petri de 9,0 cm de diâmetro, contendo em seu interior duas folhas de papel filtro previamente umedecidas com água destilada esterilizada e, em seguida, incubadas a 22 °C, durante 12 horas. Cada lâmina escavada constituiu-se em uma parcela. Após este período, retirou-se as lâminas da incubação e adicionou-se ácido láctico à suspensão para inibir a germinação dos esporos. Foram avaliados 100 conídios sob microscópio estereoscópico no aumento de 100x, sendo considerados conídios germinados aqueles que apresentaram tubo germinativo com comprimento de, no mínimo, uma vez o maior tamanho do diâmetro do esporo (TAVARES e SOUZA, 2005).

Os dados da contagem de esporos foram submetidos à análise de variância e tendo ocorrido significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **2. Experimento *In Vivo***

Mamões Formosa “Tainung 1” de uma área de cultivo tradicional, situada no município de Ivinhema – MS, foram colhidos em maio de 2014, considerando-se como ponto de colheita o estágio 2 de maturação, segundo Ferregueti (2006).

Após serem colhidos, os frutos foram envolvidos em papel jornal e acondicionados em caixas plásticas vazadas e em seguida transportados ao Laboratório de Microbiologia Agrícola e Fitopatologia da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, em Dourados–MS, onde foram selecionados, descartando-se aqueles com lesões ou coloração inadequada, a fim de uniformizar o estágio de maturação e o aspecto qualitativo. Os frutos permaneceram em temperatura ambiente até atingirem a percentagem adequada de superfície amarela, conforme o experimento a ser avaliado, quando então foram lavados com água e detergente e secos ao ar, para em seguida serem submetidos aos tratamentos.

## **2.1 Efeito de produtos naturais e de fungicida no controle de *C. gloeosporioides* em pós-colheita de mamão Formosa “Tainung 1”**

Objetivando revigorar o isolado utilizado no ensaio *in vitro*, foi realizada a reinoculação em um fruto de mamão Formosa, previamente lavado com água e detergente e tratado pelo tratamento hidrotérmico, segundo Ferregueti (2006), através da imersão do fruto a  $48 \pm 1$  °C durante 20 minutos, seguido de outra imersão a 14 °C durante 20 minutos.

No quinto dia após a inoculação, o fungo *C. gloeosporioides* foi isolado a partir de lesões da doença, sendo cultivado em meio BDA por seis dias a 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas. Após o crescimento dos isolados, fêz-se repicagens consecutivas até a obtenção de culturas puras. A confirmação da identificação do fungo foi realizada com base em suas características morfológicas, por meio de preparo de lâminas e observações em microscópio.

Por meio de um isolado de *C. gloeosporioides* incubado por 12 dias, foi preparada uma suspensão de conídios colocando-se 10 mL de água destilada esterilizada sobre a superfície da placa de Petri com micélio fúngico, raspando-a suavemente com alça de Drigalsky. A suspensão foi filtrada em camada dupla de gaze esterilizada e, com auxílio de um hemacitômetro, obtêve-se uma concentração de  $1,2 \times 10^5$  conídios/mL.

Foram utilizados mamões Formosa “Tainung 1” previamente preparados conforme item 2., com 50% de superfície amarela, os quais foram submetidos aos seguintes tratamentos por imersão durante 5 minutos, com posterior secagem natural, sendo: **1** – testemunha (água destilada esterilizada); **2** – extrato aquoso de gengibre (*Z. officinalis*) 15%; **3** – extrato aquoso de canela (*C. zeylanicum*) 15%; **4** - extrato aquoso de cravo-da-índia (*S. aromaticum*) 15%; **5** - quitosana 8%; **6** – fungicida Procloraz,

(Sportak® 450 EC) na concentração de 0,75 mL do produto comercial por 1 litro de água, por 2 minutos.

As soluções dos extratos vegetais foram preparadas utilizando-se a metodologia descrita no experimento *in vitro*, item 1.1 A solução de quitosana 8% foi preparada pela dissolução de 800 g de quitosana em 10.000 mL de água destilada, com aquecimento a 100 °C e agitação constante por 5 horas. Durante o preparo, a solução foi ajustada e mantida a pH 5,5 através da adição de ácido acético P.A.

Após o tratamento, os frutos foram acondicionados em copos de isopor, com a região peduncular voltada para cima, envoltos por sacos plásticos, por 24 horas. Ao término deste período, os frutos foram feridos na região peduncular com um perfurador flambado, a uma profundidade de 2 cm, em quatro locais equidistantes. Sobre a superfície de cada área ferida, foi depositada uma gota de suspensão de conídios. Para a testemunha, o procedimento foi repetido utilizando-se água destilada esterilizada. Após a inoculação, a região peduncular de cada fruto foi submetida à câmara úmida, por meio de copos de plásticos descartáveis de 50 ml. Estes foram perfurados na base, na qual foi colocado um pedaço de gaze esterilizado de 5 cm<sup>2</sup>, umedecido com água destilada esterilizada. O copo foi fixado sobre a região do pedúnculo, com auxílio de fita adesiva na superfície do fruto. A câmara úmida foi desfeita após 48 horas da inoculação, sendo os frutos armazenados em uma câmara refrigerada a 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas (NERY-SILVA et al., 2007; NASCIMENTO et al., 2008).

As avaliações foram realizadas aos 2, 4 e 6 dias da inoculação, onde foram atribuídas notas aos sintomas da podridão peduncular, de acordo com a escala de notas de severidade da doença, sugerida por Nery-Silva et al. (2001), em que: 1- Ausência de sintomas da podridão peduncular; 2- Presença de pequenas pontuações (até 3 mm), aquosas superficiais na região do pedúnculo; 3- Presença de lesões aquosas ou mumificadas, não coalescentes, abrangendo maior área em torno do pedúnculo; 4- Presença de lesões coalescentes, com aspecto translúcido ou mumificado, limitando-se à região peduncular; 5- Lesões semelhantes às descritas na escala 4, abrangendo maior extensão na polpa do fruto, podendo chegar até a cavidade das sementes; o tecido dessa região pode apresentar excessivo amaciamento.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado - DIC, com 4 repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e tendo ocorrido significância, as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 2.2 Análise Sensorial de mamão Formosa “Tainung 1” sob tratamento com produtos naturais

Para a realização da análise sensorial dos mamões, estes foram previamente preparados conforme item 2.2. Ao apresentarem 40% de superfície amarela, estágio 3, segundo Ferregueti (2006), os frutos foram submetidos aos seguintes tratamentos por imersão durante 5 minutos, com posterior secagem natural, sendo: **1** – testemunha (água destilada esterilizada); **2** – extrato aquoso de gengibre (*Z. officinalis*) 15%; **3** – extrato aquoso de canela (*C. zeylanicum*) 15%; **4** - extrato aquoso de cravo-da-índia (*S. aromaticum*) 15%; **5** - quitosana 8%.

As soluções dos extratos vegetais foram preparadas utilizando-se a metodologia descrita no experimento *in vitro*, item 2.1.1 e para a solução de quitosana 8% a metodologia descrita no experimento *in vivo*, item 2.2.1. Após o tratamento, os frutos permaneceram em temperatura ambiente por 72 horas, quando atingiram o estágio 5 de maturação, com 90% de superfície amarela, segundo Ferregueti (2006), sendo então transportados ao Laboratório de Análise Sensorial (LANASE) da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, em Dourados –MS, onde foram descascados, retiradas as sementes e a polpa cortada em cubos para as avaliações de análise sensorial.

Participaram da análise 48 julgadores não treinados, de ambos os gêneros, com idade entre 25 e 60 anos, consumidores de mamão, com disponibilidade e interesse em participar, recrutados entre alunos e funcionários da UFGD. O teste sensorial de comparação múltipla (Figura 1) foi realizado para se determinar qual tratamento alternativo poderia ser empregado ao mamão sem que os julgadores percebessem a diferença de aroma e sabor. A cada julgador foram fornecidas quatro amostras de mamão com diferentes tratamentos e uma amostra de mamão sem tratamento (amostra padrão), servidas em pratos plásticos descartáveis codificados individualmente com algarismos de três dígitos de forma casualizada e balanceada, acompanhados de água para realização do branco entre as amostras. Cada julgador identificou se as amostras de mamão apresentavam aroma e sabor melhor, igual ou pior que o mamão padrão, através de uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando da nota 1 (Extremamente pior que a padrão) à nota 9 (Extremamente melhor que a padrão), conforme Dutcoski (2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância e tendo ocorrido significância, as médias entre os tratamentos foram comparadas pelos testes F e Dunnett a 5% de probabilidade.

Nome:.....  
 Data:.....  
 Sexo: F ( ) M ( ) Idade: ( ) < 25 ( ) 25-35 ( ) 36-50 ( ) > 50  
 Você está recebendo uma amostra Padrão (P) e três amostras codificadas. Compare cada amostra com o padrão e identifique se é melhor, igual ou pior que o padrão em relação ao aroma e sabor. Em seguida assinale o grau de diferença de acordo com a escala abaixo:

9. extremamente melhor que o padrão		
8. muito melhor que o padrão		
7. regularmente melhor que o padrão		
6. ligeiramente melhor que o padrão		
5. nenhuma diferença com o padrão		
4. ligeiramente pior que o padrão		
3. regularmente pior que o padrão		
2. muito pior que o padrão		
1. extremamente pior que o padrão		

Amostra	Aroma	Sabor
<b>461</b>		
<b>911</b>		
<b>538</b>		
<b>684</b>		

Comentários  
 .....  
 .....

**Figura 1.** Modelo da ficha utilizada para aplicação do teste sensorial de comparação múltipla. Fonte: Dutkoski (2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

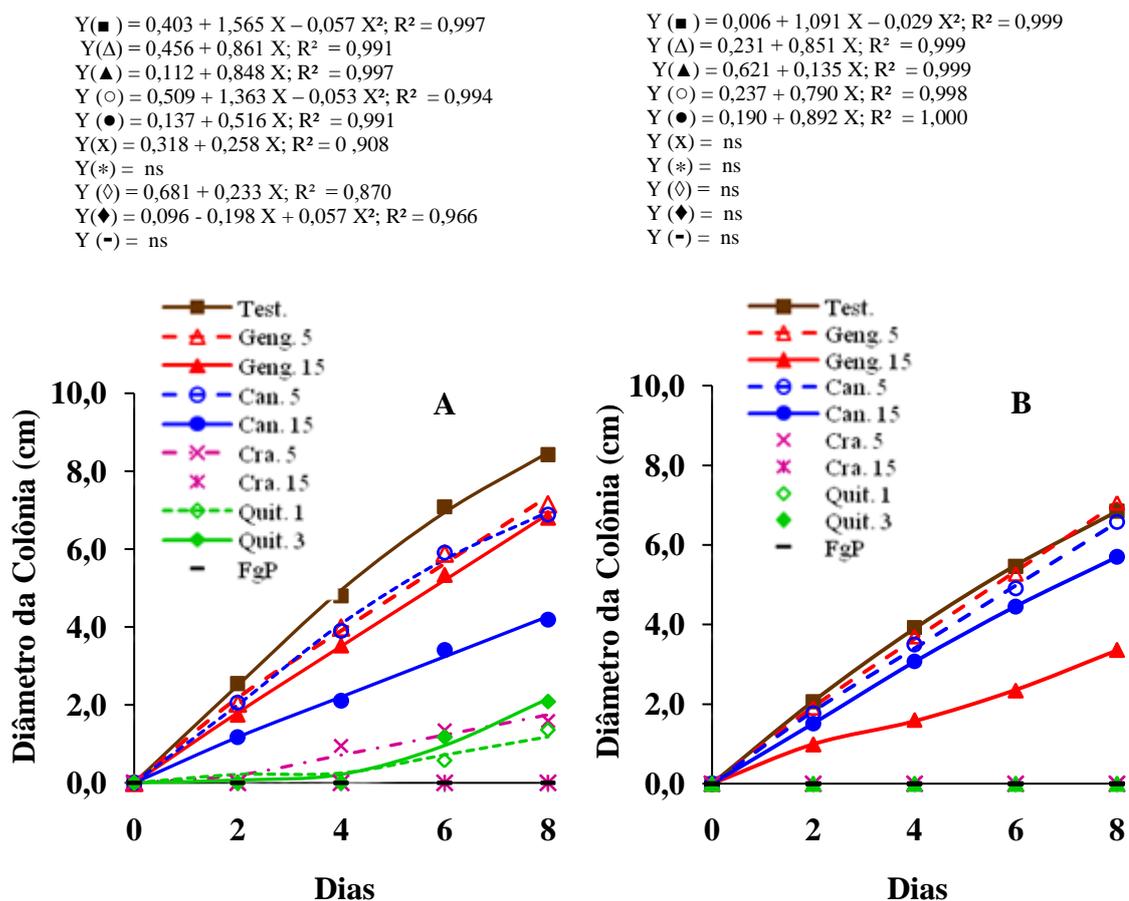
### 1. Sensibilidade micelial de *C. gloeosporioides* a produtos naturais e fungicida

O crescimento micelial de *C. gloeosporioides* no experimento 1 (Figura 2A), foi totalmente inibido pelo fungicida Procloraz e cravo 15%. Verifica-se nos demais tratamentos que ocorreu crescimento micelial, tendo sido superior na testemunha e menores nos tratamentos com cravo 5%, quitosana 1 e 3%, os quais apresentaram controle semelhante ao longo do período de avaliação. Estes resultados são complementados na Tabela 1, em que se verifica que os tratamentos com fungicida Procloraz e cravo 15% foram, significativamente, mais eficientes em relação aos demais tratamentos. Os tratamentos com cravo 5%, quitosana 1 e 3% apresentaram eficiência intermediária, diferindo significativamente em relação aos demais tratamentos. Embora os tratamentos com canela 5% e 15% e gengibre 5 e 15% tenham apresentado menor inibição do crescimento micelial, verifica-se que estes diferiram significativamente da testemunha ao longo do período de avaliação, com superioridade inicial de controle para canela 15% a partir do segundo dia e gengibre 15% a partir do quarto dia de avaliação.

No experimento 2, verifica-se que o crescimento micelial foi completamente inibido pelos tratamentos com *cravo 5 e 15%, quitosana 1 e 3% e fungicida Procloraz, que diferiram dos demais tratamentos*. Dos tratamentos que apresentaram crescimento micelial ao longo do período de avaliação, as maiores médias foram obtidas com os tratamentos testemunha, gengibre 5% e canela 5% (Figura 2B). O tratamento gengibre 5% não diferiu significativamente da testemunha ao longo de período de avaliação. O tratamento com gengibre 15% apresentou resultados semelhantes ao experimento 1, em relação a testemunha. No entanto, o tratamento gengibre 15% foi significativamente superior, em controle, em relação ao tratamento com canela 15% desde a primeira avaliação (Tabela 1).

A inibição micelial apresentada pelo tratamento gengibre 15% foi semelhante a obtida por Rozwalka et al. (2008), ao avaliarem *in vitro* o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*, isolado de goiaba. Estes autores verificaram que o extrato aquoso de gengibre a 10%, resultou um crescimento 50% menor que a testemunha, diferindo significativamente desta. No entanto, Celoto et al. (2008) ao utilizarem extrato aquoso de gengibre na concentração de 20% em meio BDA, verificaram que o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*, isolado de mamão,

apresentou somente 3,6% de inibição. Este resultado pode ser atribuído ao método utilizado para a obtenção do extrato aquoso, por imersão em água fervente, o que resultou em uma solução inicial de concentração menor que a obtida no presente trabalho.



**Figura 2.** Crescimento micelial (cm) de *Colletotrichum gloeosporioides*, sob efeito de tratamentos: testemunha (T); gengibre 5% (Geng. 5); gengibre 15% (Geng. 15%); canela 5% (Can. 5); canela 15% (Can. 15); cravo 5% (Cra. 5%); cravo 15% (Cra. 15); quitosana 1% (Quit. 1); quitosana 3% (Quit. 3) e fungicida Procloraz (FgP). Experimento 1 (A) e experimento 2 (B). Dourados-MS, UFGD, 2014.

**Tabela 1.** Médias (cm) de crescimento micelial de *C. gloeosporioides*, *in vitro*, sob diferentes tratamentos: testemunha (Test.); gengibre 5% (Geng. 5); gengibre 15% (Geng. 15); canela 5% (Can. 5); canela 15% (Can. 15); cravo 5% (Cra. 5); cravo 15% (Cra. 15); quitosana 1% (Quit. 1); quitosana 3% (Quit. 3) e fungicida Procloraz (FgP). Dourados-MS, UFGD, 2014

<b>Experimento 1</b>										
<b>Dias</b>	<b>Tratamentos</b>									
	<b>Test.</b>	<b>Geng. 5</b>	<b>Geng. 15</b>	<b>Can. 5</b>	<b>Can. 15</b>	<b>Cra. 5</b>	<b>Cra. 15</b>	<b>Quit. 1</b>	<b>Quit. 3</b>	<b>FgP</b>
2	2,5 a	2,0ab	1,7ab	2,0ab	1,8b	0,0c	0,0c	0,0c	0,0c	0,0c
4	4,8a	3,9ab	3,5b	3,9ab	2,1c	0,9d	0,0e	0,0e	0,0e	0,0e
6	7,0a	5,8b	5,3b	5,9b	3,4c	1,3d	0,0e	0,5de	1,1d	0,0e
8	8,4a	7,1b	6,8b	6,8b	4,1c	1,5d	0,0e	1,3d	2,0d	0,0e
CV% = 24,585										
<b>Experimento 2</b>										
<b>Dias</b>	<b>Tratamento</b>									
	<b>Test.</b>	<b>Geng. 5</b>	<b>Geng. 15</b>	<b>Can. 5</b>	<b>Can. 15</b>	<b>Cra. 5</b>	<b>Cra. 15</b>	<b>Quit. 1</b>	<b>Quit. 3</b>	<b>FgP</b>
2	2,0a	1,9a	0,9c	1,7ab	1,5b	0,0d	0,0d	0,0d	0,0d	0,0d
4	3,9a	3,7ab	1,6d	3,5b	3,0c	0,0e	0,0e	0,0e	0,0e	0,0e
6	5,4a	5,2a	2,3d	4,9b	4,4c	0,0e	0,0e	0,0e	0,0e	0,0e
8	6,8ab	7,0a	3,3d	6,5b	5,7c	0,0e	0,0e	0,0e	0,0e	0,0e
CV% = 10,189										

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

A utilização de extrato de canela demonstrou ser promissora, uma vez que na concentração de 15% houve maior inibição do crescimento micelial. No entanto, Carli et al. (2010) não constataram efeito do extrato aquoso de canela nas concentrações de 20, 40 e 80%, sobre o desenvolvimento de *C. gloeosporioides* e *Penicillium* sp. *in vitro*. Este resultado pode estar relacionado à baixa concentração da solução inicial, a qual foi obtida através do processo de infusão. Venturoso (2009), ao avaliar *in vitro* o crescimento micelial de fungos fitopatogênicos, verificou que o extrato de canela teve sua eficiência influenciada pelas diferentes metodologias utilizadas. Resultados semelhantes a do presente trabalho foram obtidos por Venturoso et al. (2011b), ao

verificarem *in vitro* maior atividade antifúngica nas maiores concentrações de extrato aquoso de canela (10 e 20%), sem, no entanto, ocorrer total inibição sobre os fungos fitopatogênicos estudados, entre eles *Colletotrichum* sp.

Os resultados obtidos com o tratamento fungicida Prochloraz estão de acordo com os resultados obtidos por Tavares e Souza (2005). Estes autores constataram *in vitro*, que a partir de 10 ppm do fungicida Prochloraz houve 100% de inibição do crescimento micelial de *C. gloeosporioides*. Esta eficácia de controle foi também obtida por Rondon et al. (2006), ao terem verificado *in vitro*, que o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*, isolado de manga, foi inibido em 100% pelo fungicida Prochloraz nas concentrações de 100 e 1000 ppm.

Verifica-se, nos dois experimentos, que houve diferença de comportamento de *C. gloeosporioides* aos tratamentos quitosana 1 e 3%, tendo sido totalmente inibido o crescimento micelial no experimento 2. Esta diferença de resposta, pode ser atribuída ao isolado do fungo, uma vez que não foi o mesmo utilizado em ambos os experimentos. Esta possibilidade foi constatada por Alves (2008), ao verificar influência de isolados de *C. gloeosporioides* na eficiência de controle da antracnose do pimentão pelos extratos aquosos de alho, gengibre e malva.

Ali e Mahmud (2008), verificaram, *in vitro*, 100% de inibição do crescimento micelial de *C. gloeosporioides* em quitosana 2%. Também observaram que a morfologia de hifas e tubos germinativos mostraram má formações, considerando que as paredes das hifas e tubos germinativos (normais) do controle estavam lisos, sem inchaços ou vacuolização.

De maneira semelhante, Felipini e Di Piero (2009) verificaram *in vitro*, que a quitosana afetou negativamente o crescimento micelial de *Colletotrichum acutatum*, isolado de maçã, tendo a concentração de 4 g L<sup>-1</sup> reduzido o diâmetro da colônia em 41%. Resultados ainda melhores foram obtidos por Cia et al. (2010), ao verificarem, em meio BDA, que a quitosana, a partir de 0,5%, apresentou completa inibição do crescimento micelial de *Rhizopus stolonifer*, isolado de caqui.

Os resultados obtidos com cravo 15%, no experimento 1, foram confirmados no experimento 2. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Venturoso et al. (2011b), que constataram que o uso do extrato de cravo-da-índia proporcionou maior eficácia no controle *in vitro* dos fitopatógenos testados, sendo observada atividade fungistática nas concentrações de 5, 10 e 20% sobre *Phomopsis* sp., e apenas nas maiores concentrações sobre *Colletotrichum* sp. e *Fusarium solani*.

Viana et al. (2012) verificaram *in vitro* que o tratamento com cravo-da-índia foi equivalente ao tratamento com o fungicida Carbendazin (100 mL p.c./ 100 L de água), tendo inibido em 100% o crescimento micelial de *C. musae* em todas as concentrações testadas a partir de 5%. Silva et al. (2012) também constataram *in vitro*, que o extrato aquoso de cravo-da-índia, na concentração de 20%, inibiu em 100% o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*, como também de *Fusarium oxysporum* f. sp *vasinfectum* e *Pyricularia oryzae*.

## 2. Produção de conídios de *C. gloeosporioides* sob efeito de produtos naturais e fungicida

Com relação à produção de conídios (Tabela 2), verifica-se no experimento 1 que, a exceção da testemunha, não houve diferença significativa entre os tratamentos. No experimento 2, embora não tenha ocorrido esporulação nos tratamentos com cravo 5 e 15%, quitosana 1 e 3% e fungicida Procloraz, estes não diferiram dos tratamentos canela 15% e testemunha. Esta equivalência estatística se deu em razão dos tratamentos gengibre 15% e canela 5% terem apresentado média elevada, significativamente superior à testemunha, tendo o tratamento gengibre 5% apresentado média intermediária.

**Tabela 2.** Esporulação, expressa pelo número de conídios de *C. gloeosporioides* ( $\times 10^4$  conídios/mL) sob diferentes tratamentos: testemunha (Test.); gengibre 5% (Geng. 5); gengibre 15% (Geng. 15); canela 5% (Can. 5); canela 15% (Can. 15); cravo 5% (Cra. 5); cravo 15% (Cra. 15); quitosana 1% (Quit. 1); quitosana 3% (Quit. 3) e fungicida Procloraz (FgP). Dourados-MS, UFGD, 2014

Exp.	Tratamentos									
	Test.	Geng. 5	Geng. 15	Can. 5	Can. 15	Cra. 5	Cra. 15	Quit. 1	Quit. 3	FgP
1 <sup>1</sup>	16,1a*	0,2b	0,2b	0,0b	0,1b	0,1b	0,0b	0,7b	2,4b	0,0b
2 <sup>2</sup>	26,8b	69,1ab	185,2a	195,0a	17,5b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
<sup>1</sup> CV%:112,341		<sup>2</sup> CV%: 98,319								

<sup>1</sup> Experimento 1 \_ <sup>2</sup>experimento 2

\*Médias transformadas segundo raiz ( $x + 0,5$ )

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

A equivalência entre os tratamentos de extrato aquoso de gengibre e canela, como também médias significativamente maiores em relação à testemunha, obtidas no experimento 2, se assemelham aos resultados obtidos por Rodrigues et al. (2006) ao avaliarem a produção de conídios de *Helminthosporium* sp. Estes autores verificaram *in vitro*, que o extrato aquoso de gengibre nas concentrações 1, 5 e 10% apresentaram menor produção de conídios em relação à testemunha, diferindo significativamente desta. No entanto, não diferiram nas concentrações de 20 e 40%.

Araujo et al. (2009) verificaram que o extrato aquoso de gengibre 10%, em meio BDA, não inibiu a esporulação de *Penicillium roqueforti* e *R. stolonifer* e, ainda, foi significativamente superior à testemunha com *Aspergillus ochraceus*. No entanto, ao utilizarem extrato alcoólico a 10%, verificaram completa inibição da esporulação dos fungos avaliados.

Carli et al. (2010) não verificaram inibição da esporulação de *Penicillium* sp e *C. gloeosporioides* com extrato aquoso de canela nas concentrações de 20, 40, e 80%. Neste caso, segundo os autores, o método de infusão utilizado não favorece uma eficiente extração do princípio ativo, quando comparada ao método de extração por hidrodestilação. No entanto, resultados contrários foram obtidos por Mamprim et al. (2013), ao verificarem *in vitro* que o extrato aquoso de canela, na concentração de 10%, proporcionou inibição da esporulação de *Metarhizium anisopliae*, diferindo significativamente da testemunha.

Segundo Venturoso et al. (2011a), observam-se divergências nos trabalhos que visam avaliar a atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o crescimento de fitopatógenos, mesmo àqueles que estudam a mesma planta. A diferença nestes resultados pode estar associada às condições edafoclimáticas em que as plantas foram cultivadas, ou ainda, à época do ano em que a mesma foi coletada. Esta hipótese pode justificar a divergência de resultados obtidos com extrato de gengibre e canela, separadamente, nos dois experimentos deste trabalho. Além disso, deve-se também levar em consideração a diferença de isolado em cada experimento.

Os resultados obtidos com o extrato de cravo, nos dois experimentos, se equivalem aos obtidos com o fungicida, demonstrando ser uma alternativa promissora no controle de fungos fitopatogênicos. Resultados semelhantes foram obtidos por Araujo et al. (2009) ao verificarem, em meio BDA, completa inibição da esporulação de *P. roqueforti*, *A. ochraceus* e *R. stolonifer* sob efeito de extrato alcoólico de cravo 10%. Estes autores também verificaram inibição completa de *R. stolonifer* com extrato

aquoso de cravo 10%, no entanto, com inibição parcial para *A. ochraceus* e *P. roqueforti*, mas com médias significativamente inferiores a testemunha. Resultados semelhantes aos do tratamento fungicida foram obtidos por Rondón et al. (2006), ao verificarem *in vitro* que o fungicida Procloraz, nas concentrações de 1000 e 100 ppm, inibiu em mais de 90% a esporulação de *C. gloeosporioides*.

Resultados contrários aos do presente trabalho, com o tratamento quitosana 1 e 3%, foram obtidos por Carré et al. (2006). Estes autores, ao utilizarem quitosana nas concentrações de 10 a 400 µg/mL, em meio BDA, verificaram não ter ocorrido inibição da esporulação de *C. musae*, tendo havido inclusive estímulo em algumas concentrações. Estes resultados podem estar em razão da utilização de concentrações muito baixas, não tendo sido suficientes para proporcionar atividade fungicida.

### **3. Sensibilidade de conídios de *C. gloeosporioides* a produtos naturais e fungicida**

Em relação à germinação de esporos de *C. gloeosporioides*, verifica-se que este fungo apresentou alta sensibilidade aos tratamentos com cravo 15%, quitosana 3% e fungicida Procloraz, tendo estes apresentado médias significativamente inferiores aos demais tratamentos. Embora o tratamento com extrato de canela 15% tenha apresentado média menor que o extrato de gengibre 15%, não houve diferença significativa entre estes. O extrato de canela 15% foi significativamente menor à testemunha (Tabela 3).

A eficácia do tratamento fungicida, se assemelha ao resultado obtido por Tavares e Souza (2005), ao verificarem que o fungicida Procloraz na concentração de 100 ppm, proporcionou 100% de inibição da germinação de esporos de *C. gloeosporioides*. Também o resultado obtido com quitosana 3% se assemelha ao obtido por Maia (2009) que, tendo utilizado quitosana na dose de 160 mg L<sup>-1</sup>, verificou que este tratamento reduziu a germinação de esporos de *Elsinoe ampelina* em 98%, em 12 e 24 horas após a incubação, não deferindo dos tratamentos com Mancozeb e calda bordalesa.

A sensibilidade verificada com o tratamento com cravo 15% é semelhante ao resultado obtido por Lucas (2012), ao constatarem, *in vitro*, completa inibição da germinação de conídios de *Alternaria solani*, sob efeito do óleo essencial de cravo-da-índia. Silva et al. (2009) também verificaram completa inibição da germinação de esporos de *C.gloeosporioede*, sob efeito de óleos essenciais como de alecrim de vargem, alecrim pimenta e alfavaca cravo. No entanto, os extratos aquosos não apresentaram este efeito, não diferindo da testemunha. Segundo estes autores, isso pode

ser decorrente da baixa concentração dos princípios ativos nos extratos aquosos em relação à concentração dos mesmos no óleo essencial, ou à falta de algum(s) princípio(s) ativo(s) que não seja solúvel em água. Deve-se considerar também que a metodologia utilizada por estes autores, para o preparo dos extratos, foi a de infusão, diferente da utilizada no presente trabalho.

**Tabela 3.** Germinação de esporos (%), *in vitro*, de *C. gloeosporioides* sob diferentes tratamentos: testemunha (Test.); gengibre 7,5% (Geng. 7,5); canela 7,5% (Can. 7,5); cravo 7,5% (Cra. 7,5); quitosana 1,5% (Quit. 1,5) e fungicida Procloraz 50 ppm (FgP). Dourados–MS, UFGD, 2014

Tratamentos	Germinação (%)
Test.	15,3a
Geng. 7,5	12,0ab
Can. 7,5	7,9b
Cra. 7,5	0,5c
Quit. 1,5	0,0c
FgP	0,0c

CV%: 30,796

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento com extrato aquoso de canela 15% apresentou resultado semelhante ao obtido por Mamprim et al. (2013) com *M. anisopliae*. Estes autores, ao pulverizarem extrato aquoso de canela 10% sobre o fungo inoculado previamente em meio de cultura BDA, verificaram que a germinação de conídios foi inibida em 24%. No entanto, Lucas (2012) constataram, *in vitro*, completa inibição da germinação de conídios de *Alternaria solani*, sob efeito do óleo essencial de canela.

O resultado obtido com extrato de gengibre 15% foi semelhante ao constatado por Celoto et al. (2008), ao verificarem *in vitro* que o extrato aquoso de gengibre 20% não inibiu a germinação de *C. gloeosporioides*. No entanto, com extrato de gengibre hidroetanólico houve 92% de inibição da germinação dos conídios, o que significa, segundo estes autores, que o etanol apresentou maior eficiência para extrair substância antifúngica a *C. gloeosporioides*.

#### 4. Efeito de produtos naturais e de fungicida no controle de *C. gloeosporioides* em pós-colheita de mamão Formosa “Tainung 1”

As avaliações *in vivo* demonstraram não ter havido diferenças significativas entre os tratamentos no segundo dia de avaliação. No entanto, verifica-se maior controle ao *C. gloeosporioides* pelos tratamentos com cravo 15%, quitosana 8% e Procloraz ao quarto e sexto dia de avaliação, com médias significativamente inferiores à testemunha. O tratamento com canela 15% apresentou controle intermediário, embora com médias superiores, não diferiu significativamente dos melhores tratamentos durante o período de avaliação, tendo, no entanto, diferido da testemunha ao sexto dia. Já o tratamento com gengibre 15% não diferiu da testemunha ao quarto e sexto dia de avaliação (Tabela 4).

**Tabela 4.** Severidade de *C. gloeosporioides* em frutos de mamão Formosa “Tainung 1” sob diferentes tratamentos: testemunha (Test.); gengibre 15% (Geng. 15); canela 15% (Can. 15); cravo 15% (Cra. 15); quitosana 3% (Quit. 3) e fungicida Procloraz (FgP). Dourados–MS, UFGD, 2014

Tratamento	Severidade		
	2º dia	4º dia <sup>1</sup>	6º dia <sup>2</sup>
Test.	0,0a	3,5a*	4,0a*
Geng. 15	0,0a	3,5a	3,7ab
Can. 15	0,0a	2,5ab	3,2bc
Cra. 15	0,0a	1,5b	3,0c
Quit. 8	0,0a	1,5b	3,0c
FgP	0,0a	1,5b	3,0c

<sup>1</sup>CV%: 24,744

<sup>2</sup>CV%: 8,660

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Tukey a 5% de probabilidade.

A menor eficiência do tratamento com extrato de gengibre 15% confirma os índices de controle verificados nos experimentos *in vitro* em relação aos demais tratamentos. No entanto, resultados diferentes foram obtidos por Alves (2008) ao avaliarem o efeito de extrato aquoso de gengibre, na concentração de 6%, em frutos de pimentão previamente inoculados com sete isolados de *C. gloeosporioides*. Este autor verificou que a eficiência do extrato aquoso de gengibre variou de 48,1 a 91,1%,

indicando a possibilidade de existência de variabilidade entre os isolados do patógeno. No entanto, resultados semelhantes aos do presente trabalho foram obtidos por Rodrigues (2012), ao utilizarem óleo essencial de gengibre no tratamento de frutos de bananeira “Prata Anã”, previamente inoculados com *C. musae*. Este autor verificou que nos frutos tratados a severidade não reduziu, como também não diferiu significativamente em relação à testemunha.

O controle intermediário obtido com extrato de canela 15% é semelhante ao obtido por Lucas (2012), ao verificar que o óleo essencial de canela ( $1000 \mu\text{L L}^{-1}$ ) reduziu parcialmente a severidade de *A. solani* em plantas de tomateiro, com eficiência de 20 a 60% dependendo da época de aplicação. Resultados semelhantes também foram obtidos por Ribeiro et al. (2013), ao verificarem que o óleo essencial de canela na concentração de  $1,0 \text{ mL L}^{-1}$  reduziu em 68,07% a severidade de oídio (*Oidiopsis taurica*) em pimentão. No entanto, resultados mais eficientes de controle foram obtidos por Martinez e Gonzalez (2012), ao verificaram que o óleo essencial de canela, na concentração de  $500 \mu\text{L L}^{-1}$ , foi tão efetivo quanto o fungicida Imazalil no controle da severidade de *Penicillium digitatum* e *P. italicum* em limão. O tratamento com 75% da dose comercial de Imazalil combinada com a menor dose de óleo de canela ( $200 \mu\text{L L}^{-1}$ ) foi mais efetivo, reduzindo mais eficientemente (por 10%) que Imazalil isoladamente.

A eficácia de controle de *C. gloeosporioides* com o fungicida Procloraz se assemelha a resultados de outros trabalhos, como os obtidos por Tozze Junior (2012), que ao tratar por imersão abacates “Hass” em solução fungicida de Procloraz ( $1000 \mu\text{L L}^{-1}/30 \text{ seg.}$ ), verificou ausência de sintomas de antracnose até o oitavo dia de armazenamento, comparado a 13,3 % de incidência na testemunha. Oliveira Junior et al. (2013), ao tratarem por imersão mamões Solo “Golden” com o fungicida Procloraz (0,025% /3 minutos), verificaram completo controle da incidência e severidade de *C. gloeosporioides*.

A inibição do crescimento das lesões de *C. gloeosporioides* pelo tratamento com quitosana 8% está de acordo com os resultados obtidos por Cia (2005). Este autor verificou que as concentrações de 1, 2 e 4% de quitosana reduziram significativamente a severidade de *C. gloeosporioides* em mamões “Golden”. A 4%, a quitosana foi eficiente em reduzir a incidência da podridão, e concentrações acima de 0,25% suprimiram a esporulação nas lesões. Cia et al. (2010), ao avaliarem o controle da podridão mole em caqui “Rama Forte”, causado por *R. stolonifer*, verificaram que a

quitosana na concentração de 1,5% reduziu o índice de doença em aproximadamente 75% e 50% no segundo e quinto dia de armazenamento, respectivamente, e em 75% a incidência da podridão mole. Yan et al. (2012), ao terem tratado pêssegos em solução de quitosana a 2% e armazenado a 4°C por 20 dias, verificaram que os frutos tratados apresentaram 20% de incidência de *Monilinia fructicola*, diferindo significativamente da testemunha que apresentou 45% e o tratamento com PVC com 55%.

Apesar de comprovada a atividade antifúngica da quitosana em pós-colheita de frutos, verifica-se na literatura diferenças de resultados com as mesmas concentrações, no entanto com fungos e frutos de diferentes espécies. A difusão de compostos antimicrobianos por meio de películas comestíveis é influenciada por vários fatores, entre os quais o tipo de película, as características do alimento (composição química, pH, atividade de água), as condições de estocagem (umidade relativa, composição gasosa do ambiente, temperatura, tempo) e as características do soluto (polaridade, massa molecular (CUQ et al., 1995; AZEREDO et al., 2012).

O controle obtido com extrato de cravo 15%, no presente trabalho, foi maior em relação ao obtido por Alves (2008), ao ter verificado que o extrato aquoso de cravo-da-índia na concentração de 20% proporcionou redução da severidade de 30,5 % da antracnose em pimentão. No entanto, há de se considerar a diferença de fruto como também de isolado.

A eficácia de extrato e óleo essencial de cravo-da-índia, *in vivo*, no controle de fitopatógenos em diferentes espécies vegetais, também foi constatada em outros trabalhos, tais como o controle de *Rhizoctonia solani* em ervilha (AL-ASKAR e RASHAD, 2010); *Oidium* sp. em plantas de Zinnia (HEGAZI e EL-KOT, 2010); *Penicillium italicum* em cítrus (ANJUM e AKHTAR, 2012); *Aspergillus flavus* em amendoim (ALAMENE E ROSSALL, 2013); *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. e *Rhizopus* sp. em tomate (TEJESWINI et al., 2014).

Entretanto, ao ter tratado laranjas “Valência” com óleo de cravo-da-índia na concentração de 5,0 mL L<sup>-1</sup> de água, após a inoculação com *P. digitatum*, Maro (2010) verificou que a incidência e severidade nos frutos tratados não diferiram do tratamento testemunha, durante os sete dias de avaliação. Resultados semelhantes também foram obtidos por Negreiros et al. (2013), ao verificarem que o óleo de cravo-da-índia, na concentração de 5 mL L<sup>-1</sup>, não proporcionou redução significativa da incidência e severidade de *C. musae* em pós-colheita de bananas ‘Prata’. A ineficiência do óleo de cravo-da-índia nestes trabalhos pode estar em razão da baixa concentração (0,5%), se

comparada à utilizada no presente trabalho com 15%. Embora, neste caso, se trata de um extrato aquoso, mas, proporcionalmente, deve ter apresentado um maior teor de “eugenol” que possibilitou maior eficiência antifúngica.

### 5. Análise Sensorial de mamão Formosa “Tainung 1” sob tratamento com produtos naturais

Verifica-se, na Tabela 5, não ter ocorrido diferença significativa entre os tratamentos para o atributo sensorial aroma. Para o atributo sabor, observa-se que somente o tratamento com extrato de canela 15% diferiu significativamente da testemunha, apresentando-se como ligeiramente melhor.

De um modo geral, os resultados demonstram que os julgadores consideraram os mamões tratados semelhantes ao padrão, no que se refere aos atributos aroma e sabor, sendo que nenhuma amostra foi pior que o padrão, podendo, ainda, com o extrato de canela 15% melhorar a palatabilidade e a aceitabilidade dos consumidores.

**Tabela 5.** Valores médios obtidos no teste de comparação múltipla para amostras de mamão Formosa “Tainung 1” tratados com extratos aquosos de gengibre, canela e cravo e solução de quitosana quanto aos atributos aroma e sabor. Dourados–MS, UFGD, 2014

Tratamento	Aroma <sup>1</sup>	Sabor <sup>2</sup>
<b>Test.</b>	5,00 a	5,00 a
<b>Geng. 15</b>	5,34 a	5,5 a
<b>Can. 15</b>	5,46 a	6,2 b
<b>Cra. 15</b>	5,32 a	5,46 a
<b>Quit. 8</b>	5,34 a	5,38 a

<sup>1</sup>CV: 21,98%      <sup>2</sup>CV: 26,86%

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelos testes F e Dunnett a 5% de probabilidade.

Ao utilizarem diferentes produtos químicos em mamões minimamente processados, Lima et al. (2005) constataram que os frutos tratados com sorbato de potássio a 0,75% (p/v) não apresentaram diferenças significativas dos parâmetros

sensoriais (sabor, aroma e textura) quando comparados aos frutos sem adição de produto químico e daqueles recém-processados.

Resultados semelhantes aos obtidos com quitosana neste trabalho, foram verificados por Besinela Júnior et al. (2010) ao avaliarem o efeito de diferentes biopolímeros (0,5%) no revestimento de mamão minimamente processado. Estes autores verificaram que além da quitosana, o alginato e a carboximetilcelulose não influenciaram o aroma, sabor, textura e aparência dos pedaços de mamões até o quarto dia de armazenamento a  $12 \pm 1^\circ\text{C}$ . No entanto, as propriedades sensoriais foram insatisfatórias aos oito dias de armazenamento, com diferenças significativas em relação ao padrão no atributo sabor. Já o atributo aroma não apresentou diferença significativa entre os grupos avaliados.

Trigo et al. (2012), ao avaliarem os efeitos de revestimentos comestíveis (amido de arroz – 3%, alginato de sódio – 0,5% e carboximetilcelulose – 0,25%) na conservação de mamões a  $5^\circ\text{C}$  com 90% de UR, observaram que os atributos sabor e aroma foram pouco influenciados pelos tratamentos e bem aceitos pelos julgadores. Já, Castricini et al. (2012) verificaram sabor menos característico e gosto amargo em mamões Papaya revestidos por fécula de mandioca e carboximetilamido 5% no 12º dia de armazenamento em temperatura ambiente.

Oliveira Junior et al. (2006) verificaram que é possível armazenar mamões Golden por um período de 12 dias, à temperatura ambiente, através do uso do filme PEBD. No entanto, é necessário utilizar absorvedor de etileno para manter as características físicas, químicas e sensoriais.

Constata-se pelos resultados obtidos neste trabalho, que o extrato de cravo e a quitosana foram eficazes em controlar o fungo *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* e *in vivo*, sem ainda prejudicar o sabor e aroma dos frutos. Estes resultados demonstram a viabilidade da utilização destes produtos como alternativa ao uso do fungicida Procloraz em pós-colheita de mamão Formosa, além da vantagem de não oferecer riscos a saúde do consumidor.

## CONCLUSÕES

De maneira geral, nas condições avaliadas, pode-se concluir em relação ao controle de *C. gloeosporioides* que:

O extrato aquoso de gengibre não apresenta controle;

O extrato aquoso de canela apresenta potencial de controle, devendo continuar a ser avaliado a fim de que se obtenha resultados ainda melhores;

A quitosana apresenta eficiência de controle, porém deve ser melhor avaliada em razão dos resultados de crescimento micelial *in vitro* do experimento1 (Tabela 1);

O extrato aquoso de cravo, quitosana e fungicida Procloraz foram mais eficazes entre os tratamentos testados;

O extrato aquoso de cravo-da-índia, nas concentrações de 15 e 5% *in vitro* e 15% *in vivo*, é tão eficaz quanto o fungicida Procloraz. No entanto, torna-se necessário ser mais avaliado para que seja recomendado como alternativa a fungicidas químicos em pós-colheita de mamão;

Não foi observado efeito fitotóxico em nenhum dos tratamentos testados;

Os extratos vegetais e a quitosana, nas concentrações de 15 e 8%, respectivamente, quando aplicados aos frutos não prejudicam o aroma e o sabor.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALAMENE, A.; ROSSALL, S. Effect of plant essential oils and biocontrol agents on infection of groundnut by *Aspergillus flavus*. **IOBC/WPRS, Bulletin**, n.86, p.235-240, 2013.

AL-ASKAR, A.A.; RASHAD, Y.M. Efficacy of some plant extracts against *Rhizoctonia solani* on pea. **Journal of Plant Protection Research**, v.50, n.3, 2010.

ALI, A.; MAHMUD, T.M.M. The potential use of locally prepared chitosan to control *in vitro* growth of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from papaya fruits. **Acta Horticulturae**, 804, p.177-181, 2008.

ALVES, K. F. **Controle alternativo da antracnose do pimentão com extratos vegetais**. 2008. 47 f. Dissertação (mestrado em Fitopatologia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE.

ANJUM, T; AKHTAR, N. Antifungal activity of essential oils extracted from clove, cumin and cinnamon against blue mold disease on citrus fruit. **ISALS**, v.10, n.12, p.321-326, 2012.

ARAÚJO, R.C.Z.; CHALFOUN, S.M.; ANGÉLICO, C.M.; ARAÚJO, J.B.S.; PEREIRA, M.C. Avaliação *in vitro* da atividade fungitóxica de extratos de condimentos na inibição de fungos isolados de pães artesanais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.3, n.2, p.545-551, 2009.

ASSIS, O.B.G.; LEONI, A.M. Biofilmes comestíveis de quitosana: ação biofungicida sobre frutas fatiadas. **Biociência, Ciência e Desenvolvimento**, v.30, p.33-38, 2003.

AZEREDO, H.M.C.; PINTO, G.A.S.; BRITO, E.S.; AZEREDO, R.M.C. Alterações microbiológicas em alimentos durante a estocagem. In: AZEREDO, H.M.C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2012. 326p.

BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNÁNDEZ-LAUZARDO, A. N.; VELÁZQUEZ-DELVALLE, M. G.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; BARKA, E. A.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; WILSON, C. L. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. **Crop Protection**, Guildford, v. 25, p. 108-118, 2006.

BESINELA JÚNIOR, E.; MONARIM, M.M.S.; CAMARGO, M.; MAHL, C.R.A.; SIMÕES, M.R.; SILVA, C.F. Efeito de diferentes biopolímeros no revestimento de mamão (*carica Papaya l*) minimamente processado. **Varia Scientia Agrárias**, v.1, n.1, p.131-142, 2010.

CARLI, M.; FARIA, C.M.D.R.; BALDIN, I.; FARIA, M.V.; RESENDE, J.T.V. Extrato de canela no controle *in vitro* de patógenos pós-colheita. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.2, p.1091-1093, 2010.

CARRÉ, V.; STANGARLIN, J.R.; BECKER, A.; ZANELLA, A.L.; GONÇALVES JR., A.C.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; FRANZENER, G.; CRUZ, M.E.S. Controle pós-colheita de *Colletotrichum musae* em banana (*Musa* sp) por cânfora (*Artemisia camphorata*) e quitosana. **Scientia Agrária Paranaensis**, v.5, n.1, p. 57-66, 2006.

CASTRICINI, A.; CONEGLIAN, R.C.C.; DELIZA, R. Revestimento de mamão papaia por películas de amido: efeito nas características sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.32, n.1, p.84-92, 2012.

CELOTO, M.I.B.; PAPA, M.F.S.; SACRAMENTO, L.V.S.; CELOTO, F.J. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.1, p.1-5, 2008.

CIA, P. **Avaliação de agentes bióticos e abióticos na indução de resistência e no controle pós-colheita da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mamão (*Carica papaya*)**. 2005. 197 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiros’, Piracicaba-SP.

CIA, P.; BENATO, E.A. Doenças do mamão. **Informe Agropecuário Brasileiro**, v.26, n.167, p.25-29, 2005.

CIA, P.; BENATO, E.A.; PASCHOLATI, S.F.; GARCIA, E.O. Quitosana no controle pós-colheita da podridão mole em caqui ‘Rama Forte’. **Bragantia**, v.69, n.3, p.745-752, 2010.

CUQ, B.; GONTARD, N.; GUILBERT, S. Edible films and coatings as active layers. In: ROONEY, M.L. (Ed.) **Active food packaging**. London: Blackie Academic & Professional, 1995. p.111-142.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat. 2011. 427p.

EL GHAOUTH, J.; PONNAMPALAM, R.; BOULET, M. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. **Journal of Food Science**, v.56, p.1618-1620, 1991.

FELIPINI, R.B.; DI PIERO, R.M. Redução da severidade da podridão-amarga de maçã em pós-colheita pela imersão de frutos em quitosana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.12, p.1591-1597, 2009.

FERREGUETTI, G. **Produção de mamão para o mercado externo e interno**. Campo Grande: Caliman Agrícola SA, 2006. 1CD-ROM.

HEGAZI, M.A.; EL-KOT, G.A.N. Efficacy of some essential oils on controlling powdery mildew on Zinnia (*Zinnia elegans*, L.). **Journal of Agricultural Science**, v.2, n.4, p.63-74, 2010.

ITAKO A.T.; SCHWAN-ESTRADA K.R.F.; STANGARLIN J.R.; TOLENTINO JUNIOR J.B.; CRUZ M.E.S. Controle de *Cladosporium fulvum* em Tomateiro por extratos de plantas medicinais. **Arquivo do Instituto Biológico**, v.76, n.1, p.75-83, 2009.

LIMA, A.S.; RAMOS, A.L.D.; MARCELINI, P.S.; BATISTA, R.A.; FARAONI, A.S. Adição de agentes antiescurecimento, antimicrobiano e utilização de diferentes filmes plásticos, em mamão minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p.149-152, 2005.

LUCAS, G.C. **Óleos essenciais no controle da pinta preta do tomateiro**. 2012. 92 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

MAIA, A.J. **Efeito da quitosana no controle de doenças e no Desenvolvimento de plântulas de videira (*Vitis vinifera*)**. 2009. 56 f. Dissertação (mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava-PR.

MAMPRIM, A.P.; ALVES, L.F.A.; PINTO, F.G.S.; FORMENTINI, M.A.; MARTINS, C.C.; BONINI, A.K. Efeito de defensivos agrícolas naturais e extratos vegetais sobre parâmetros biológicos de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. **Semina**, v.34, n.4, p.1451-1466, 2013.

MARO, L.A.C. **Controle do bolor verde em citros com produtos alternativos aos agroquímicos**. 2010. 68 f. Dissertação (mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

MARTINEZ, J.A.; GONZALEZ, R. Control of green and blue molds of citrus by essential oils of clove and cinnamon. **Levante Agrícola**, v.51, n.411, p.202-209, 2012.

MORAES, W.S; ZAMBOLIM, L.; LIMA, J.D. Quimioterapia de banana ‘Prata Anã’ no controle de podridões em pós-colheita. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.75, n.1, p.79-84, 2008.

NASCIMENTO, L.C.; NERY, A.R.; RODRIGUES, L.N. Controle de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamoeiro, utilizando extratos vegetais, indutores de resistência e fungicida. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.3, p.313-319, 2008.

NEGREIROS, R.J.Z.; SALOMÃO, L.C.C.; PEREIRA, O.L.; CECOM, P.R.; SIQUEIRA, D.L. Controle da antracnose na pós-colheita de Bananas-‘Prata’ com produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.1, p.051-058, 2013.

NERY-SILVA, F.A; MACHADO, J.C; LIMA, L.C.O.; RESENDE, M.L.V. Controle químico da podridão peduncular de mamão causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.3, p.519-524, 2001.

NERY-SILVA, F.A.; MACHADO, J.C.; RESENDE, M.L.V.; LIMA, L.C.O. Metodologia de inoculação de fungos causadores da Podridão peduncular em mamão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.5, p. 1374-1379, 2007.

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

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; SANTOS, R.B.; REIS, F.O.; MATSUMOTO, S.T.; BISPO, W.M.S.; MACHADO, L.P.; OLIVEIRA, L.F.M. Efeito fungitóxico do óleo essencial de aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius* RADDI) sobre *Colletotrichum gloeosporioides*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.15, n.1, p.150-157, 2013.

PARK, S.I.; DAESCHEL, M.A.; ZHO, Y. Functional Properties of Antimicrobial Lysozyme – Chitosan Composite Films – **Journal of Food Science**, v.69, n.8, 2004.

POSTE, L.M.; MACKIE, D.A.; BUTLER, G.; LARMOND, E. Laboratory methods for sensory analysis of food. Ottawa: **Agriculture Canada**, 90 p., 1991.

RIBEIRO, M.C.V.; PEREIRA, T.S.; PEREIRA, R.B.; VIDAL, M.C.; PINHEIRO, J.B. Óleos essenciais no controle do oídio em pimentão. In: III Jornada Científica da Embrapa Hortaliças, Brasília. 10 e 11 de junho, **Embrapa Hortaliças**, 2013.

RODRIGUES, E.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S; TUTIDA-FIORI, A.C.G. Avaliação da atividade antifúngica de extratos de gengibre e eucalipto *in vitro* e em fibras de bananeira infectadas com *Helminthosporium* sp. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.28, n.1, p.123-127, 2006.

RODRIGUES, M.L.M. **Métodos de aplicação de óleos essenciais no controle da antracnose em frutos de bananeira “Prata Anã”**. 2012. 86 f. Dissertação (mestrado em Produção vegetal), Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG.

RONDÓN, O.; ALBARRACÍN, N.S.; RONDÓN, A. Respuesta *in vitro* a la acción de fungicidas para el control de antracnosis, *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, en frutos de mango. **Agronomia Tropical**, v.56, n.2, p.219-235, 2006.

ROZWALKA, L.C.; LIMA, M.L.R.Z.C.; MIO, L.L.M.; NAKASHIMA, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.301-307, 2008.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F. Extratos vegetais e de cogumelos no controle de doenças de plantas, **Horticultura Brasileira**, v.27, n.2, 2009.

SILVA, A.C.; SALES, N.L.P.; ARAÚJO, A.V.; CALDEIRA JUNIOR, C.F. Efeito *in vitro* de compostos de plantas sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* penz. Isolado do maracujazeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, Edição Especial, p.1853 - 1860, 2009.

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 fitopatógenos. **Revista Verde**, v.7, n.1, p. 80-86, 2012.

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**, v.29, n.1, p.52-59, 2005.

TEJESWINI, M.G.; SOWMYA, H.V.; SWARNALATHA, S.P.; NEGI, P.S. Antifungal activity of essential oils and their combinations in *in vitro* and in vivo conditions. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v.47, n.5, p.564-570, 2014.

TOZZE JUNIOR, H.J. **Antracnose do abacateiro: danos pós-colheita, caracterização do agente causal, quantificação de agente causal, quantificação de parâmetro da pré-penetração e monocíclicos e controle químico**. 2012. 124 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiros’, Piracicaba-SP.

TRIGO, J.M.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M.H.F; SARMENTO, S.B.S.; LAI REYES, A.E.; SARRIÉS, G.A. Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados. **Brazilian Journal of Food Technology** v.15, n.2, p.125-133, 2012.

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

VENTUROSO, L.R.; BACCHI, L.M.A.; GAVASSONI, W.L.; CONUS, L.A.; PONTIM, B.C.A; SOUZA, F.R. Inibição do crescimento *in vitro* de fitopatógenos sob Diferentes concentrações de extratos de plantas medicinais. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.78, n.1, p.89-95, 2011b.

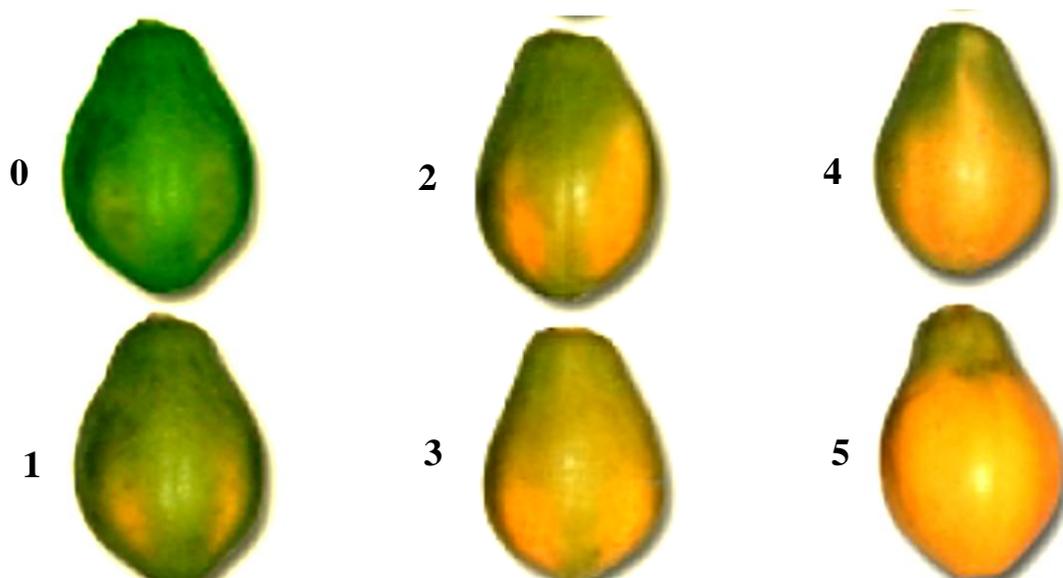
VENTUROSO, L.R. **Extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos à soja**. 2009. 99 f. Dissertação (mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

VIANA, F.M.P.; OLIVEIRA, E.S.; PESSOA, M.N.G.; MARTINS, M.V.V. **Inibição *in vitro* de *Colletotrichum musae*, agente da antracnose da banana, por meio de agentes vegetais, biológicos e químicos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. 30 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).

YAN, C.; GE, XIZHEN; TIAN, P. Disease control during peach preservation with a berberine-chitosan composite membrane. **Fruits**, v.67, n.4, p.277-284, 2012.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VENTURA, J.A.; VALE, F.X.R. **Controle de doenças pós-colheita de frutas tropicais**. In: Zambolim, L. (Ed.). **Manejo integrado: fruteiras tropicais – doenças e pragas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. cap. 12, p.443-511.

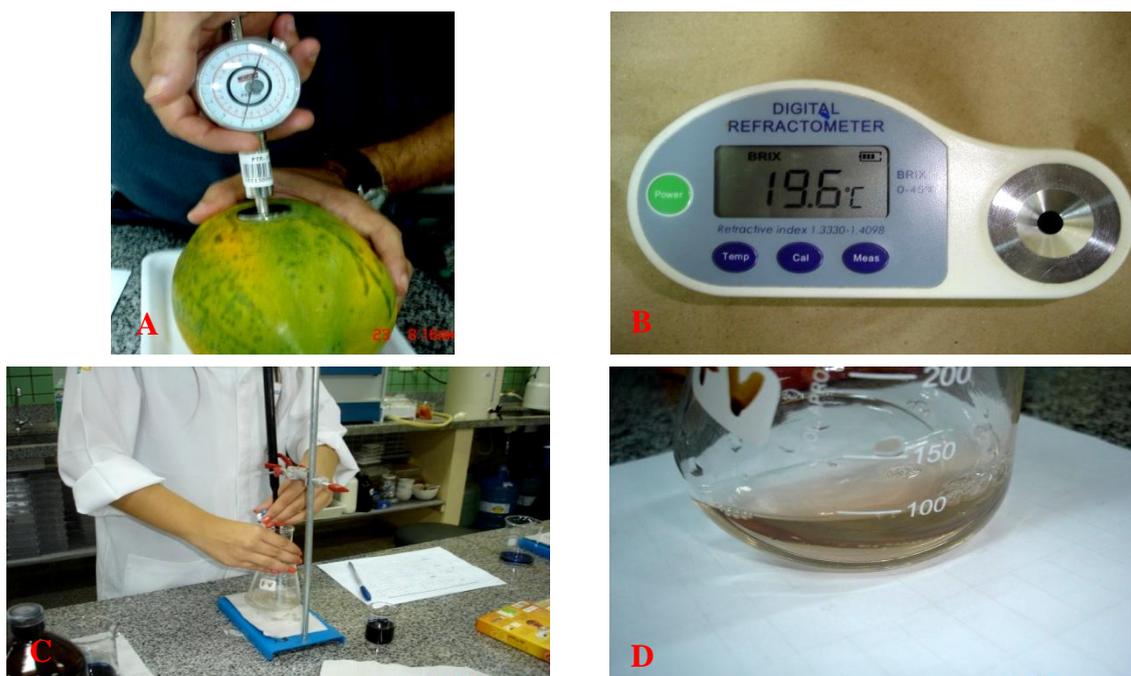
**APÊNDICE I**



**Figura 1.** Escala de cores utilizada para a colheita de mamão: **0** – fruto crescido e desenvolvido (100% verde); **1** – até 15% da sup. amarela; **2** – até 25% da sup. amarela; **3** – até 50% da sup. amarela; **4** - 50 a 75% da sup. amarela; **5** - 75 a 100% da sup. amarela. Fonte: Ferregueti (2006).



**Figura 2.** Tratamento fitossanitário por imersão de mamões Formosa: A - em solução de quitosana 4% e B - em calda fungicida; C - Frutos envolvidos em filme plástico (FPBD); D - Armazenamento em câmara fria. Fonte: Dourados–MS, UFGD, 2014.



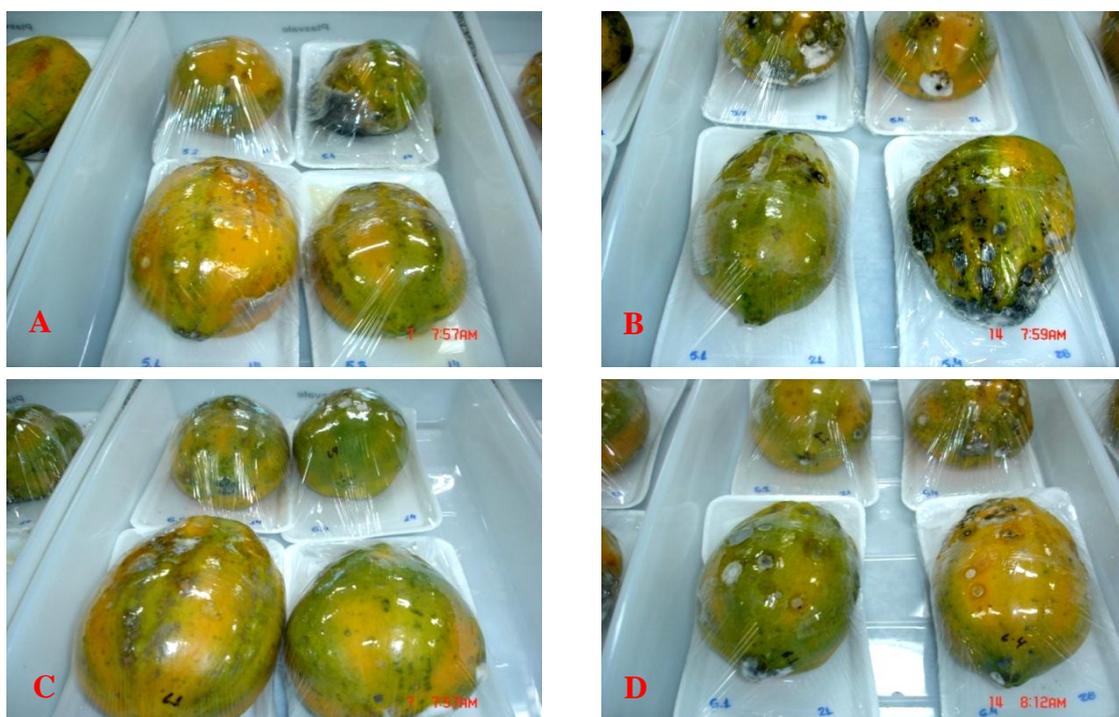
**Figura 3.** Determinação da textura da casca de mamões Formosa com uso de penetrômetro - A; Determinação de SST por meio de refratômetro digital - B. Determinação da Vitamina C: Titulação da amostra com DCFI - C; Detalhe da cor obtida em cada titulação - D. Fonte: Dourados-MS, UFGD,



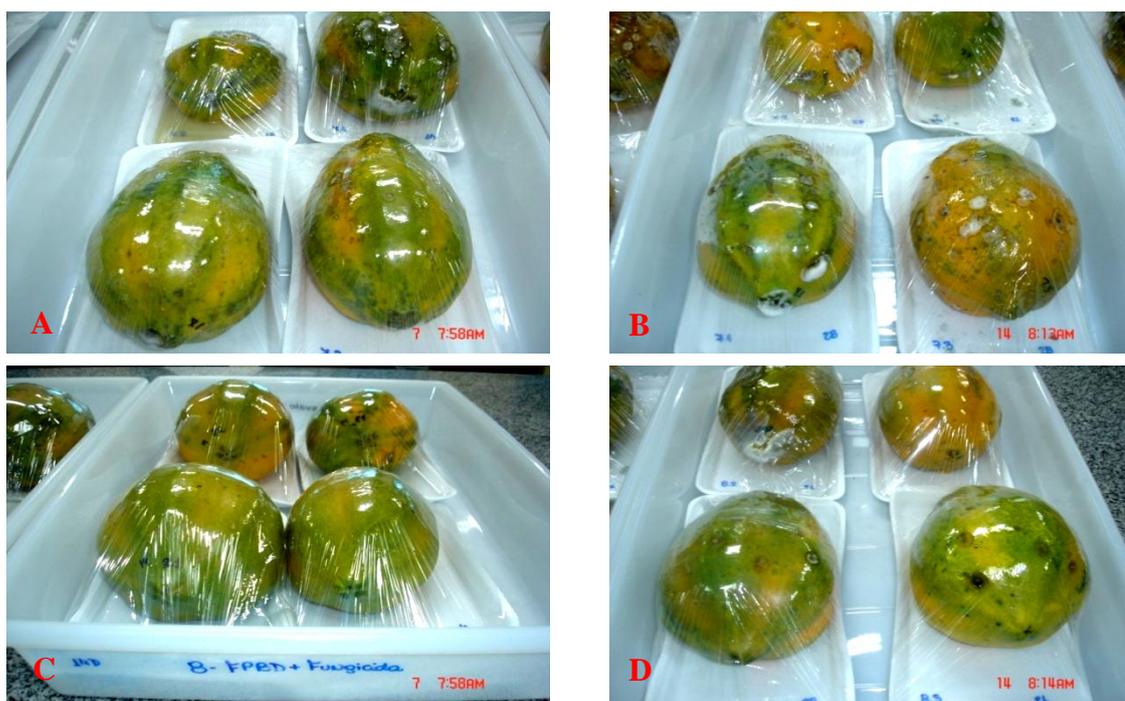
**Figura 4.** Aparência de mamões de acordo com o tratamento. Testemunha: A - aos 14 dias, B - aos 21 dias. Quitosana 2%: C - aos 14 dias, D - aos 21 dias de armazenamento. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014.



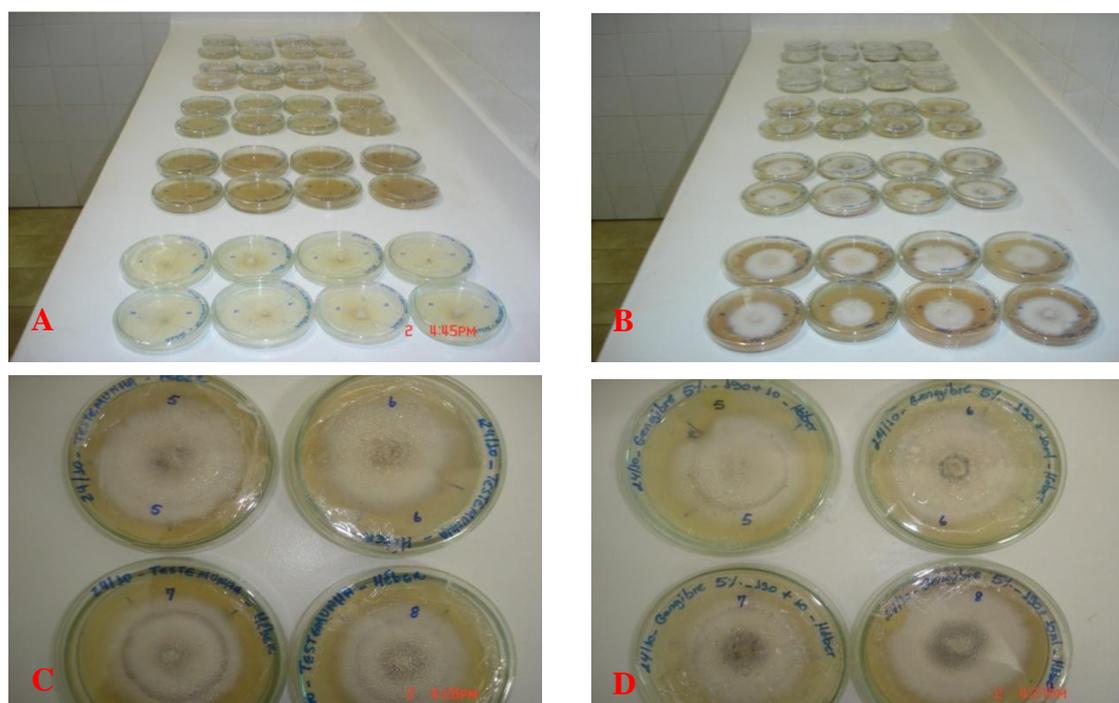
**Figura 5.** Aparência de mamões de acordo com o tratamento. Quitosana 4%: A - aos 14 dias, B - aos 21 dias de armazenamento. Fungicida: C - aos 14 dias, D - aos 21 dias de armazenamento. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014.



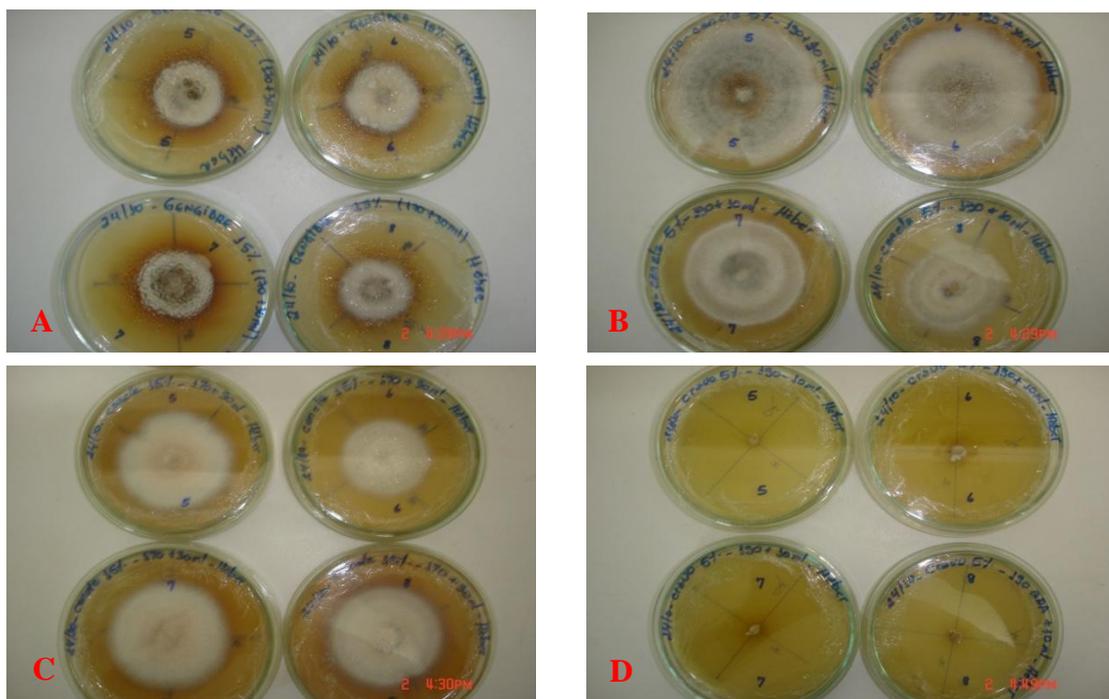
**Figura 6.** Aparência de mamões de acordo com o tratamento. FPBD: A - aos 14 dias, B - aos 21 dias de armazenamento. Quitosana 2% + FPBD: C - aos 14 dias, D - aos 21 dias de armazenamento. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014.



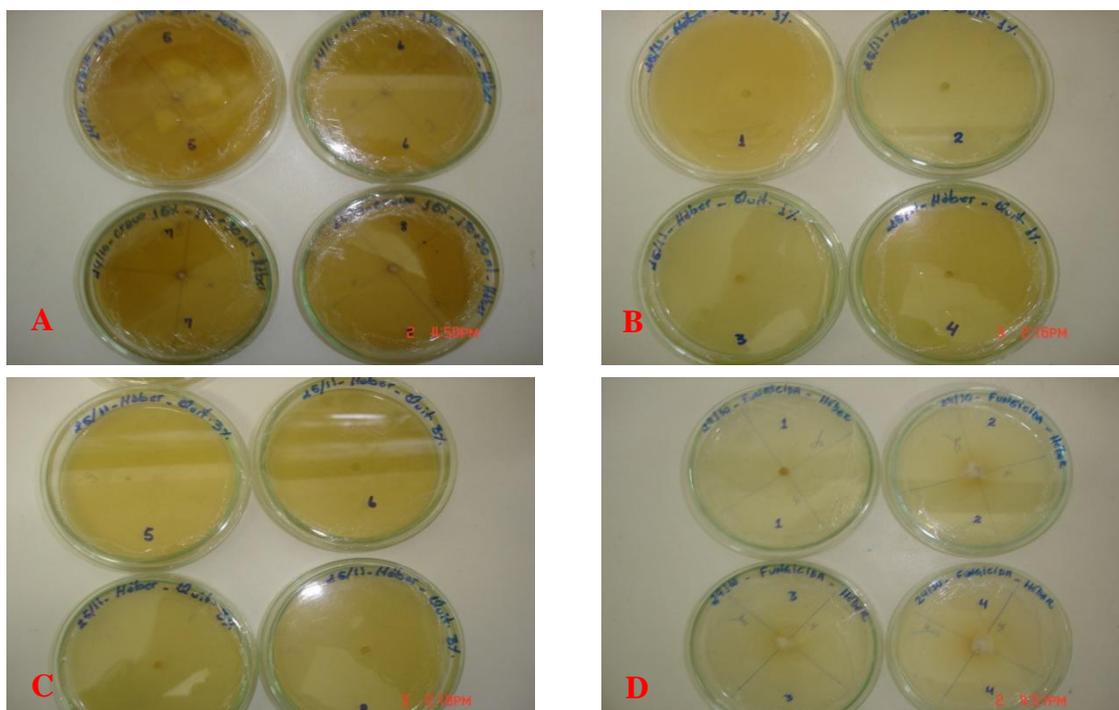
**Figura 7.** Aparência de mamões de acordo com o tratamento. Quitosana 4% + FPBD: A - aos 14 dias, B – aos 21 dias. Fungicida + FPBD: C – aos 14 dias, D – aos 21 dias de armazenamento. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014.



**Figura 8.** Vista geral do ensaio *in vitro* de crescimento micelial de *C. gloeosporioides* – A e B; Colônias do trat. testemunha - C; Colônias do trat. gengibre 5% - D. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014.



**Figura 9.** Colônias de *C. gloeosporioides* de acordo com o tratamento: Gengibre 15% – A; Canela 5% - B; Canela 15% - C; Cravo 5% - D. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014.



**Figura 10.** Colônias de *C. gloeosporioides* de acordo com o tratamento: Cravo 15% – A; Quitosana 1% - B; Quitosana 3% - C; Fungicida - D. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014.



**Figura 11.** Tratamento hidrotérmico: a 48 °C/20min - A.; a 10 °C/20 min. – B; Detalhe das perfurações em pedúnculo de mamão para inoculação de *C. gloeosporioides* - C; Detalhe de câmara úmida no pedúnculo – D. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014.



**Figura 12.** Ensaio de Análise Sensorial. Vista geral dos frutos após os tratamentos - A; Preparo e organização do ensaio - B; Detalhes das amostras - C; Coleta de dados - D. Fonte: Dourados-MS, UFGD, 2014.

**APÊNDICE II**

**Quadro 1.** Resumo das análises de variância, do experimento 1 de conservação pós-colheita, para coloração (Cor), aparência externa (AE), perda de massa (PM), textura (T), sólidos solúveis (SS), acidez (pH), acidez titulável (AT) e ácido ascórbico (AA) de mamões Formosa “Tainung 1”. Dourados–MS, UFGD, 2014

<b>Quadrados Médios</b>									
<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>Cor</b>	<b>AE</b>	<b>PM</b>	<b>T</b>	<b>SS</b>	<b>pH</b>	<b>AT</b>	<b>AA</b>
<b>Período</b>	3	9,25**	35,05**	209,65**	30,61**	3,42*	0,44**	1748,63**	3190,64**
<b>Filme</b>	1	2,25**	0,50ns	301,11**	5,04ns	7,83**	4,8**	627,76**	10,27ns
<b>Trat.</b>	3	0,19*	3,67**	1,96*	2,20ns	1,03ns	1,27**	34,22*	51,61ns
<b>Per.+Filme</b>	3	0,59**	0,39ns	66,21**	3,20ns	2,96*	0,63**	438,71**	225,08**
<b>Per.+Trat.</b>	9	0,09ns	1,03**	2,53**	1,79ns	0,64ns	0,21**	42,60**	88,28**
<b>Filme+Trat.</b>	3	0,23*	0,60*	2,55**	0,88ns	2,41*	0,59**	152,11**	361,53**
<b>Per.+Filme+Trat.</b>	9	0,12ns	0,38*	1,75*	1,67ns	0,56ns	0,47**	78,22**	81,73**
<b>CV (%)</b>		9,89	20,24	21,32	24,17	6,76	5,89	11,97	10,73
<b>Média Geral</b>		2,67	1,98	3,40	7,17	13,67	4,57	29,32	49,98

\*\* significativo, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; \* significativo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns não significativo.

**Quadro 2.** Resumo das análises de variância, do experimento 2 de conservação pós-colheita, para coloração (Cor), aparência externa (AE), perda de massa (PM), textura (T), sólidos solúveis (SS), acidez (pH), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), açúcares redutores (AR) e açúcares totais (AT) de mamões Formosa “Tainung 1”. Dourados–MS, UFGD, 2014

<b>Quadrados Médios</b>											
<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>Cor</b>	<b>AE</b>	<b>PM</b>	<b>T</b>	<b>SS</b>	<b>pH</b>	<b>AT</b>	<b>AA</b>	<b>AR</b>	<b>AT</b>
<b>Período</b>	3	3,73**	28,02**	39,48**	67,46**	14,09**	1,38**	329,77**	309,25**	122,88**	7,86**
<b>Filme</b>	1	2,82**	6,12**	136,61**	0,66ns	0,94ns	0,23**	31,15**	9,51ns	0,07ns	4,89**
<b>Trat.</b>	3	0,86**	4,58**	6,70**	0,99ns	1,47ns	0,07**	30,10**	56,51**	6,79*	1,32**
<b>Per.+Filme</b>	3	0,32ns	0,81ns	18,54**	20,83**	0,16ns	0,06**	57,22**	4,48ns	10,80**	4,98**
<b>Per.+Trat.</b>	9	0,12ns	1,15*	2,03**	4,73ns	1,16ns	0,02ns	8,42**	22,04*	4,50**	2,92**
<b>Filme+Trat.</b>	3	0,82*	0,54ns	6,31**	4,44ns	0,90ns	0,06**	3,28ns	29,03*	2,10ns	0,21ns
<b>Per.+Filme+Trat.</b>	9	0,09ns	0,95*	2,25**	4,73ns	0,51ns	0,02ns	5,13ns	13,77ns	5,93**	2,54**
<b>CV (%)</b>		14,10	32,21	40,59	34,68	14,05	2,29	14,72	9,50	14,39	7,13
<b>Média Geral</b>		2,96	2,12	1,48	6,00	9,69	5,48	11,12	32,42	9,05	7,32

\*\* significativo, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; \* significativo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns não significativo.

**Quadro 3.** Resumo das análises de variância de experimentos *in vitro* para crescimento micelial (CM), esporulação (ESP.) e germinação (GERM.). Dourados–MS, UFGD, 2014

Quadrados Médios								
F.V.	Experimento 1			Experimento 2			Experimento 3	
	GL	CM 1	ESP.1	GL	CM 2	ESP.2	GL	GERM.
<b>Trat.</b>	9	161,66**	143,50**	9	8,82**	230,19**	5	497,76**
<b>Período</b>	3	129,22**	66,37**					
<b>Per. +trat.</b>	27	7,72**	8,20**					
<b>CV (%)</b>		24,58	10,18		112,34	98,31		30,79
<b>Média Geral</b>		2,45	1,90		1,21	4,89		11,06

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

**Quadro 4.** Resumo das análises de variância de experimentos *in vivo* para avaliação da severidade (SEV.) de *Colletotrichum gloeosporioides* e análise sensorial para sabor e aroma em mamões Formosa “Tainung 1”. Dourados–MS, UFGD, 2014

Quadrados Médios						
F.V.	Av. de Severidade			Análise Sensorial		
	GL	SEV.4	SEV.6	GL	SABOR	AROMA
<b>Trat.</b>	5	3,86*	0,76*	4	9,45**	1,49**
<b>CV (%)</b>		24,74	8,66		26,86	21,98
<b>Média Geral</b>		2,33	3,33		5,63	5,36

\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.