

Acompanhamento macroscópico de deterioração e crescimento microbiano em mamão ‘Formosa’: observação em ambiente doméstico como práticas do ensino remoto

Macroscopic monitoring of rotting and microbial growth in papaya 'Formosa': observation in the home environment as remote teaching practices

Monitoreo macroscópico del crecimiento microbiano y degradación en papaya 'Formosa': observación en el ambiente del hogar como prácticas de enseñanza remota

Recebido: 07/01/2022 | Revisado: 12/01/2022 | Aceito: 15/01/2022 | Publicado: 17/01/2022

Beatriz Lopes da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0482-2832>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
beatriz.lope12@aluno.ifce.edu.br

Magnólia Carneiro de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3741-0076>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: magnoliacarneirooliveira@gmail.com

Luis Felipe de Medeiros Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2159-156X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: felipe.gomes08@aluno.ifce.edu.br

Pedro Abreu da Silva Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6916-8712>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: pabreunet@gmail.com

Mayara Salgado Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8739-836X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: silvams@ifce.edu.br

Resumo

Os frutos do mamoeiro apresentam rápido amadurecimento e degradação pós-colheita. O acompanhamento de processos de deterioração por contaminantes e a determinação de microrganismos por quantificação é uma prática recorrente nas Instituições de Ensino Superior (IES) do setor de Alimentos. No entanto, devido à Pandemia de Covid-19, fez-se necessário a aplicação de outros métodos de ensino. Assim, o objetivo do presente trabalho foi validar um método de acompanhamento macroscópico do crescimento microbiano no mamão ‘Formosa’, armazenado, em meio doméstico, sob duas condições de temperaturas estimadas: ambiente à 26±6°C e refrigerada 10±2 ° C. Os frutos de mamão ‘Formosa’ foram obtidos apresentando o mínimo de 75% da casca amarelada e transportados para ambiente doméstico, onde foram realizadas avaliações da perda de massa e avanço de crescimento fúngico nos frutos mediante a observação do desenvolvimento de micélios (estimados por medição). Ao final, percebeu-se que a perda de massa foi elevada ao último tempo de armazenamento (13 dias), com 73,7% para os frutos armazenados a temperatura ambiente e 39% para os refrigerados. Houve crescimento de estruturas fúngicas e necroses de até 5,5 cm na polpa e 4,3 cm casca no último tempo de avaliação (312h). Concluiu-se que a validação do método de acompanhamento do crescimento microbiano nos frutos foi viável, houve um nível de deterioração elevada nos frutos em temperatura ambiente em comparação aos refrigerados e foram notadas diferenças consideráveis para a perda de massa dos frutos em condição ambiente.

Palavras-chave: Método; Avaliação; Mamão; Degradação; Refrigeração.

Abstract

The papaya present rapid ripening and postharvest degradation. The monitoring of deterioration processes by contaminants and determination of microorganisms by quantification is a recurrent practice in higher education institutions. However, due to the Covid-19 Pandemic, it was necessary to apply other teaching methods. Thus, the objective of this resource was to validate a macroscopic accompaniment method of rotting and microbial growth in 'Formosa' papaya, stored in domestic environment, under two conditions of estimated temperatures: environment at 26±6°C and refrigerated 10±2 ° C. The fruits of papaya 'Formosa' were obtained with a minimum of 75% of the

yellow peel and transported to the domestic environment, where evaluations of the loss of mass and fungal growth in the fruits were performed by observing the development of mycelium. At the end, it was noticed that the mass loss was high at the last storage time (13 days), with 73.7% for fruits stored at room temperature and 39% for refrigerated fruits. There was growth of fungal structures and necrosis of up to 5.5 cm in the pulp and 4.3 cm peel in the last evaluation time (312h). It was concluded that the validation of the monitoring microbial growth method in fruits was feasible, there was a high level of deterioration in fruits at room temperature compared to refrigerated fruits and considerable differences were noticed for the loss of fruit mass in ambient conditions.

Keywords: Method; Evaluation; Papaya; Degradation; Refrigeration.

Resumen

Las frutas de papaya presentan una rápida maduración y degradación postcosecha. El monitoreo de procesos de deterioro por contaminantes y la determinación de microorganismos por cuantificación es una práctica recurrente en las instituciones de educación superior (IES) del sector Alimentario. Sin embargo, debido a la pandemia de Covid-19, fue necesario aplicar otros métodos de enseñanza. Así, el objetivo de este trabajo fue validar un método de seguimiento macroscópico del crecimiento microbiano en papaya 'Formosa', almacenada en ambiente doméstico bajo dos condiciones de temperaturas estimadas: ambiente a $26\pm 6^{\circ}\text{C}$ y refrigerada a $10\pm 2^{\circ}\text{C}$. Los frutos de papaya 'Formosa' se obtuvieron con un mínimo del 75% de la cáscara amarillenta y se transportaron al ambiente doméstico, donde se realizaron evaluaciones de la pérdida de masa y crecimiento fúngico en los frutos observando el desarrollo del micelio (estimado por medición). Al final, se notó que la pérdida de masa se elevó al último tiempo de almacenamiento (13 días), con un 73,7% para las frutas almacenadas a temperatura ambiente y un 39% para las frutas refrigeradas. Hubo crecimiento de estructuras fúngicas y necrosis de hasta 5,5 cm en la pulpa y 4,3 cm de peeling en el último tiempo de evaluación (312h). Se concluyó que la validación del método de monitoreo del crecimiento microbiano en las frutas era factible, hubo un alto nivel de deterioro en las frutas a temperatura ambiente en comparación con las frutas refrigeradas y se observaron diferencias considerables para la pérdida de masa de fruta en condiciones ambientales.

Palabras clave: Método; Evaluación; Papaya; Degradación; Refrigeración.

1. Introdução

Os frutos do mamoeiro apresentam rápido crescimento e pertencem à família Caricaceae, sendo popularmente conhecidos no Brasil. O país foi considerado como um dos maiores no setor produtivo de mamão, chegando a ocupar o segundo lugar em 2018, com cerca de 1.488.240 ton produzidas (Galang et al., 2016; Vieira et al., 2020; Madani et al., 2016).

Estes frutos são caracterizados por casca fina e polpa macia e apresentam um padrão climatérico que consiste no amadurecimento acelerado após a colheita. Além disso, o desenvolvimento do fruto pós-colheita é marcado pelo rápido amolecimento e mudança de cor do verde para o amarelo, bem como susceptibilidade a danos mecânicos como compressão, abrasão e cortes (Cunha et al., 2018; Salomão et al., 2016; Wu et al., 2019).

Por ser um fruto tipicamente climatérico, ocorrem modificações metabólicas, organolépticas e fisiológicas nos mamões, tais como na taxa de respiração que aumenta com o amadurecimento e na taxa de transpiração, onde ocorre eliminação de água e conseqüentemente a perda de massa (Maringgal et al., 2020; Barbosa et al., 2018).

Perdas pós-colheita desses frutos ocorrem principalmente pela frequência respiratória elevada, produção de etileno que estimula o amadurecimento e deterioração fúngica. Os danos ocorrem por fatores fisiológicos, patológicos e a transpiração ocasiona o murchamento do fruto, acelerando o processo de degradação (Andrade & Vieira, 2016; Martins & Siqueira, 2017)

Outro fator que aumenta a incidência de perdas consiste nas doenças pós-colheita, ou seja, além da degradação decorrente do metabolismo interno, os frutos também passam por deterioração microbiana (Dantas et al., 2018; Freitas et al., 2018).

A redução da temperatura de armazenamento mediante a refrigeração constitui um meio para desacelerar o amadurecimento, promovendo maior vida útil. No entanto, injúrias pelo frio podem ocorrer do fruto em temperaturas menores que 7°C (WU et al., 2019).

A determinação de microrganismos por quantificação e o acompanhamento de processos de deterioração por contaminantes é uma prática recorrente em diversos setores, em especial no setor de Alimentos e pelas Instituições de

Educação Superior (IES) que disseminam conhecimento por meio do ensino e práticas. No entanto, em decorrência da pandemia de Covid-19 foi necessário a aplicação de outros métodos de ensino, bem como sua diversificação. Então, para realização de experimentos foram desenvolvidas técnicas que pudessem ser empregadas em ambientes não controlados. Assim, o objetivo do presente trabalho foi validar um método de acompanhamento de deterioração do mamão ‘Formosa’, armazenado sob duas condições de temperatura (ambiente e refrigerada) em meio doméstico que poderá ser utilizado como proposta para educação à distância (EAD).

2. Metodologia

A pesquisa foi de natureza quali-quantitativa, de caráter experimental (Pereira, D. M Shitsuka, R. Parreira, & Shitsuka, 2018)

O experimento foi realizado no mês de setembro de 2021, os frutos de mamão ‘Formosa’ foram obtidos em estágio de comercialização com o mínimo de 75% da casca amarela (Marinho, D. E. Klein, & C. L. Siqueira, 2018), firmes e com ausência de danos no comércio local do município de Currais Novos - RN e transportados para ambiente doméstico (Figura 1).

Figura 1. Frutos obtidos no comércio local, Currais Novos-RN, 2021.



Fonte: Aatoria Própria (2021).

O estudo foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições por tratamento. Cada repetição correspondia a um quarto dos mamões adquiridos, obtendo-se um total de 6 amostras.

Para obtenção das amostras, foram adquiridos o total de 2 frutos que posteriormente foram submetidos a aplicação de álcool 70% para sanitização das cascas, em seguida, os mesmos foram quarteados e as sementes foram removidas. As fatias de mamão selecionadas foram dispostas de forma uniforme em bandejas de isopor (Figura 2).

Figura 2. Obtenção dos frutos, Currais Novos-RN, 2021.



Fonte: Aatoria Própria (2021).

As avaliações ocorreram diariamente a cada 12h nos mamões que estavam armazenados sob duas condições de temperatura: Refrigerada ($10\pm 2^{\circ}\text{C}$) ou Ambiente ($26\pm 6^{\circ}\text{C}$).

Os tempos mais significativos foram selecionados para apresentação dos resultados e expressos em dias de armazenamento, nomeadamente 0, 3, 5, 9, 11 e 13 dias que corresponderam às seguintes horas: 0h, 72h, 120h, 216h, 264h e 312h.

Para o acompanhamento da perda de massa, os frutos armazenados foram submetidos à pesagem com uso de Balança

Digital de Cozinha, da marca SF-400, para cada tempo de avaliação. O cálculo para obtenção da perda de massa dos frutos foi realizado de acordo com a metodologia de A. C. F. Vieira et al. 2020 (com adaptações), pela seguinte equação:

$$\text{Equação 1: } M(\%) = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100.$$

Em que, M_i corresponde ao peso (g) inicial (0h) e M_f ao peso final obtido a cada 12h.

Para o acompanhamento de desenvolvimento fúngico, realizou-se a contagem de colônias bem como a mensuração de seus diâmetros (cm) em dois sentidos (longitudinal e transversal), observando o avanço da degradação ao decorrer do tempo de armazenamento a cada 12h, utilizando a metodologia de Amaral, Monteiro, Silva, Lins e Oliveira (2017) com modificações.

Com os dados longitudinais e transversais, fez-se o cálculo da área das colônias dos fungos considerando um formato elipsóide mediante a fórmula algébrica tradicional pela seguinte equação:

$$\text{Equação 2: } \text{Área} = A \times B \times \pi$$

Onde A= diâmetro longitudinal (cm) dividido por 2; B = diâmetro transversal (cm) dividido por 2; e π (pi)= 3,14

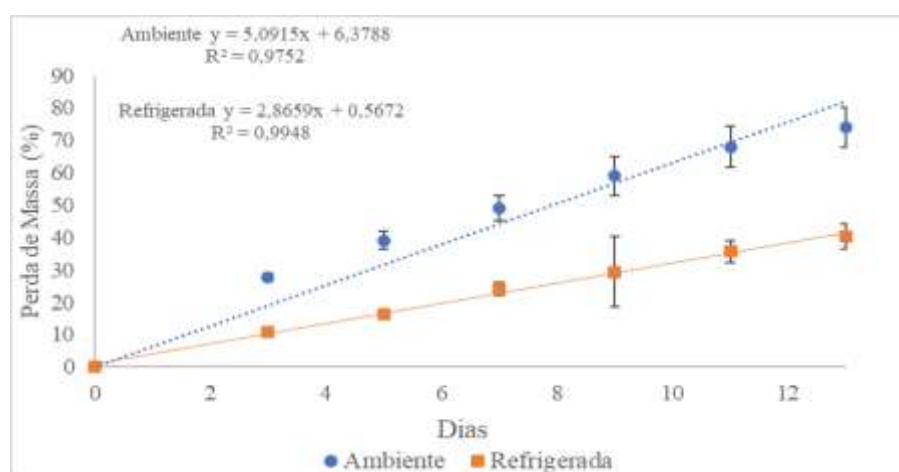
Com os resultados obtidos, calculou-se a média e o desvio padrão com auxílio do programa Excel para apresentação dos dados na forma de gráficos e quadros.

3. Resultados e Discussão

3.1 Acompanhamento da Perda de Massa dos Frutos

No tempo inicial (0h) as amostras em armazenamento ambiente e refrigerado foram pesadas e apresentavam em média $413,33\text{g} \pm 11,37$ e $420,3\text{g} \pm 41,68$, respectivamente. Foi observado uma perda de massa elevada em todos os tratamentos durante os tempos de armazenamento como pode ser observado no Gráfico 1.

Gráfico 1. Perda de massa dos frutos ao decorrer de 13 dias de armazenamento, Currais Novos-RN, 2021.



Fonte: Autoria Própria (2021).

Com os resultados adquiridos no Gráfico 1, pode-se observar que ao terceiro dia (72h), a perda de massa obtida para o ambiente foi de 27,52% (113,66g), enquanto o refrigerado apresentou uma perda de 10,98% (45,63g). Com 13 dias (312h) a perda de massa observada para o ambiente e refrigerado foi de 73,87% (305g) e 40,3% (196,97g), respectivamente.













Os frutos apresentaram um alto índice de perda de massa, esse fator foi influenciado pela temperatura elevada e ambientes de armazenamento não controlados, aumentando a taxa de transpiração que, por sua vez, promoveu perda de água e trocas gasosas com o meio externo. A forma de processamento (cortes) também afetou a redução nas duas condições de

armazenamento (Holsbach et al., 2019). No estudo de Roos, Trevisol e C. Klein (2019), com mamão ‘Formosa’ minimamente processado com cortes de diferentes tamanhos sob armazenamento refrigerado, foi notado que porções maiores dos frutos tiveram maior perda de massa. Na pesquisa de Holsbach et al. (2019), com mamão minimamente processado sob refrigeração a 4°C ao final de 15 dias, os frutos apresentaram perda de massa de 7,92%, e no presente estudo com 13 dias (312h) de refrigeração a perda obtida foi de 40,3%. Este maior valor pode ser justificado pela maior temperatura de armazenamento neste estudo.

3.2 Aspectos do Crescimento Microbiano nos Frutos

A aparência dos frutos ao decorrer do armazenamento por 13 dias (de 0h a 312h) podem ser observados nas imagens de registro (Quadro 1).

Quadro 1. Aparência e Processo de degradação ao decorrer dos tempos de armazenamento avaliados, Currais Novos-RN, 2021.

Tempo (h)	Temperatura ambiente	Refrigeração	Observações
0h			Aparência do mamão logo após o preparo.
72h			Desenvolvimento de porção cinza e depressão na casca dos mamões a temperatura ambiente.
120h			Aparecimento de micélios de fungos nos mamões armazenados a temperatura ambiente.
216h			Evolução de fungos nos frutos armazenados em condições ambientes.
264h			Aparecimento de fungos também nos frutos refrigerados.
312h			Avanço de degradação e ressecamento nos dois tratamentos.

Fonte: Autoria Própria (2021).

A partir dos dados obtidos em relação ao processo de degradação e aparência (Quadro 1), observou-se o amolecimento dos frutos nos dois tratamentos, porém, de maneira superficial para os refrigerados em comparação ao armazenamento ambiente. No estudo de Wu et al. (2019), sobre metabólitos nos frutos do mamoeiro em condição refrigeração a 4°C e sob filme de polietileno, foi observado perda de firmeza com 30 dias, no atual estudo o amolecimento passou a ser observado ao 5º dia (120h), esse comportamento pode ser justificado pelas diferenças no acondicionamento, visto que não foi utilizado nenhum revestimento ou embalagem para conservação do fruto.

O aroma frutado das amostras nas duas condições reduziu ao 3º dia (72h), permanecendo de forma leve nas amostras armazenadas a frio. No 5º dia (120h) frutos armazenados a temperatura ambiente perderam o aroma frutado. Além disso, notou-se que houve ressecamento intenso para frutos em condição ambiente em relação aos refrigerados. De acordo com Wu et al. (2019), a redução do aroma em frutos sob baixas temperaturas está associado a mudança do perfil de compostos voláteis.

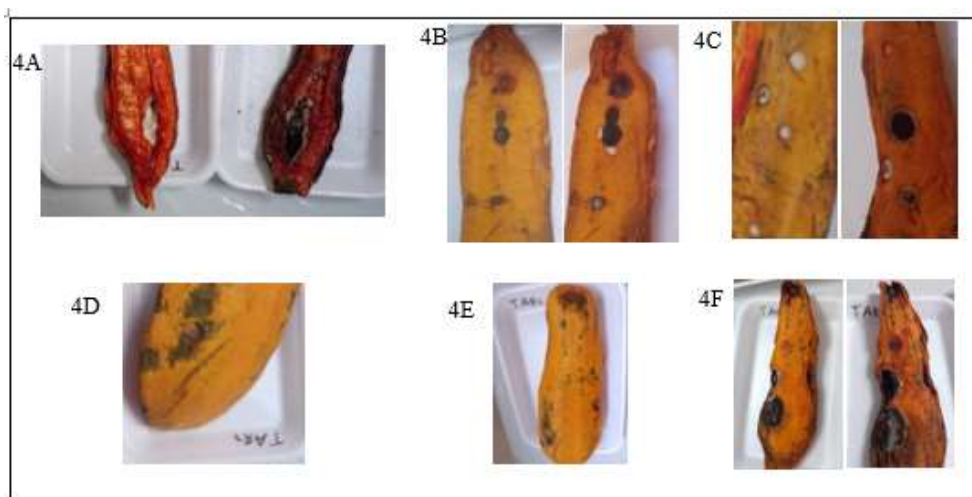
Com o tempo a aparência atrativa dos frutos decaiu e deu lugar a degradação dos mesmos, o início da deterioração foi perceptível entre o 3º (72h) e o 5º dia (120h), posteriormente ocorreu avanço das lesões e os mamões armazenados a temperatura ambiente apresentaram entre o 11º e o 13º dia (264h e 312h), um odor forte e ardente proveniente das regiões deterioradas.

O estudo foi encerrado no 13º dia (312h) quando observou-se a presença de insetos que inviabilizariam qualquer comparativo posterior.

Em uma observação macroscópica é possível associar as colônias observadas com espécies de *Penicillium* spp. É visto que o fungo *Penicillium* spp produz bolores verdes em frutas cítricas, os esporos espalham-se pelo ar e quando os frutos são contaminados começam a apresentar incidência de danos por porções amolecidas, aquosas e posteriormente são desenvolvidas estruturas fúngicas brancas com esporos verdes (Benato et al., 2018)

Na presente pesquisa, esse comportamento corrobora com o 5º dia (120h) de avaliação, onde ocorreu desenvolvimento de micélio branco e pontos verdes polpa, foi observado anteriormente que os mamões armazenados a temperatura ambiente estavam susceptíveis ao ataque de insetos (moscas) o que provavelmente levou a contaminação cruzada nos frutos, gerando essas estruturas e ao final do estudo o crescimento completo desses elementos podem ser observados (Figura 4A).

Figura 4. Exemplares de colônias de fungos observados nos frutos armazenados a temperatura ambiente, Currais Novos-RN, 2021.



Fonte: A autoria Própria (2021).

Com as representações visuais dos frutos na Figura 4 é possível observar diferentes aspectos de crescimento fúngico. Nos frutos, as características do desenvolvimento dos contaminantes podem ocorrer pelo aparecimento de porções amolecidas, úmidas com partes de conídios (massas de coloração alaranjada), bem como lesões escuras ou cinzas (Rojo- Báez et al., 2017). No presente estudo, notou-se um padrão de geração das colônias de quatro maneiras diferentes na casca, descritas a seguir.

A primeira observação por formação de depressões (Figura 4D) com aspecto circular, mudança de cor (inicialmente com característica da casca) para cinza, evoluindo para marrom escuro ou preto (Figura 4D, 4E e 4F). Houve produção de porções alaranjadas, redondas e côncavas, bem como estruturas brancas, fundas que posteriormente formaram porções pretas (Figura 4C e 4F).

Além disso, observou-se que duas formas arredondadas verdes presentes na casca desde o início do estudo passaram a aumentar, escurecer, com posterior união e desenvolveram estruturas brancas (Figura 4B).

Amaral et al. (2017), avaliando a frequência de fungos quiescentes na podridão peduncular do mamão ‘Sunrise’ por 10 dias (em condições ambientes), observou incidência do gênero *Cladosporium*, que causa podridão verde-preta na superfície (casca) dos frutos, além disso, foi notado a ocorrência de espécies do gênero *Corynespora*, que gera porções esféricas nos frutos (mesmo quando verdes), as partes circulares desenvolvem-se rapidamente e os danos obtidos formam depressões com estruturas fúngicas pretas na região central, de formato irregular (cobrindo parte significativa do fruto), com crescimento chegando a uma união, formando uma só estrutura. No presente estudo, comportamento semelhante ao anteriormente descrito foi obtido nas amostras em condição ambiente (Figura 4B e 4F).

No estudo de Vieira et al. (2020), inoculando *C. gloeosporioides* no mamão, observou-se que aos 10 dias de armazenamento a 20°C, frutos não tratados com o recobrimento apresentaram desenvolvimento do fungo (contaminação aparente no pedúnculo por escurecimento da lesão). Na presente pesquisa também foi observado o comportamento de escurecimento da lesão (Figura 4B, 4C e 4F).

3.3 Acompanhamento do Crescimento Microbiano

No presente estudo foi observado que as estruturas fúngicas desenvolvidas apresentavam um formato aproximadamente elipsóide, então para facilitar a compreensão do leitor, a seguir na Quadro 2, serão apresentados os dados referentes à área das colônias:

Quadro 2. Valores médios e desvio padrão da área elipsoidal das colônias formadas no decorrer de 13 Dias (312h) de armazenamento, Currais Novos-RN, 2021.

Localização das colônias	Tempos (h)					
	0h	72h	120h	216h	264h	312h
Polpa do fruto na temperatura ambiente	-	-	0,43±0,49	2,15±2,73	3,10±3,38	3,38±3,28
Casca de fruto ambiente	0,12±0	0,46±0,5	1,24±1,12	2,01±1,96	2,12±2,09	4,38±5,55
Polpa de fruto refrigerado	-	-	-	-	-	-
Casca de fruto refrigerados	-	-	0,05±0	0,05±0	0,36±0,38	0,36±0,38

Fonte: Autoria Própria (2021).

Como pode ser observado na Quadro 2, a área das colônias e dos micélios aumentam progressivamente ao decorrer dos tempos. O desvio padrão foi maior em algumas amostras devido à grande dispersão dos dados (tamanhos variados).

Em geral os tempos mais significativos no presente estudo foram a 216h e 264h (intervalos onde ocorreu maior crescimento desenvolvimento fúngico), bem como o tempo de 312h, onde algumas estruturas não evoluíram mais.

Considerando que as colônias de fungos possuem comportamento próprio, também foi realizada a compilação dos dados referentes ao diâmetro longitudinal e transversal das 11 colônias identificadas conforme o Quadro 3.

Quadro 3: Acompanhamento do crescimento das colônias de fungos identificadas no decorrer dos 13 dias (312 h) de armazenamento.

Amostra	Característica do fungo	Diâmetro	0h	72h	120h	216h	264h	312h
AP1	Micélio Verde	L	-	-	0,17	4,0	5,5	5,5
		T	-	-	0,6	1,3	1,7	1,7
AP2	Micélio Branco	L	-	-	1,1	4,5	5,5	5,5
		T	-	-	0,9	1,7	1,7	1,7
AP3	Micélio Branco	L	-	-	-	2,9	3,4	3,9
		T	-	-	-	0,7	0,8	1,1
AP4	Micélio Verde	L	-	-	-	0,13	0,13	0,13
		T	-	-	-	0,13	0,13	0,13
AP5	Micélio Branco	L	-	-	-	0,5	1,2	1,6
		T	-	-	-	0,4	0,6	0,8
AC1	Micélio cinza	L	-	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
		T	-	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
AC2	Micélio branco e preto	L	-	-	-	0,5	1,0	1,23
		T	-	-	-	0,3	0,83	1,03
AC3	Micélio verde e branco	L	0,4	0,4	0,6	1,4	1,53	1,93 1,5
		T	0,4	0,4	0,6	1,2	1,36	
AC4	Micélio laranja, cinza, preto e branco	L	-	1,2	1,6	2,57	2,7 1,7	4,3 2,14
		T	-	1,1	1,46	1,7		
RC1	Micélio Branco	L	-	-	0,3	0,3	0,5	0,5 0,24
		T	-	-	0,2	0,2	0,24	
RC2	Micélio Branco	L	-	-	-	-	0,9 0,9	0,9 0,9
		T	-	-	-	-		

A = Ambiente; R = Refrigerado; P = Polpa; C = Casca; L = Diâmetro longitudinal (cm); T = diâmetro transversal (cm); *Nota:* - ausência de crescimento. Fonte: Autoria Própria (2021).

De acordo com os dados obtidos no Quadro 3, de maneira geral, a menor incidência de micélios foi observada nas amostras refrigeradas e apenas na casca (RC1 e RC2) com crescimento longitudinal de 0,5 e 0,9 cm respectivamente ao final dos 13 dias (312 h).

Nos mamões armazenados a temperatura ambiente, o número de micélios foi bem maior, atingindo o montante de 9, sendo 5 na polpa (AP1, AP2, AP3, AP4 e AP5) e quatro na casca (AC1, AC2, AC3 e AC4). Na polpa, o máximo crescimento longitudinal alcançado foi de 5,5 cm (AP5) e na casca, o máximo observado foi de 4,3 cm (AC4).

Fernandes, Dias, Aguiar, Morenz, e Oliveira (2016), trabalharam com o controle da antracnose dos frutos do mamão com uso de óleo essencial, realizando inoculação do fungo na superfície (casca), observou-se que a lesão dos frutos controle (sem aplicação de óleo) cresceram 2,33 cm em 7 dias (168 h) de armazenamento ambiente. Na ocasião não foi identificado se o diâmetro seria longitudinal ou transversal. Na atual pesquisa, valor semelhante foi encontrado no diâmetro longitudinal de uma micéli localizado nas cascas de mamões armazenados a temperatura ambiente (AC4) após 9 dias de armazenamento (216h). A pesquisa de Amaral et al. (2017), sobre fungos nos frutos do mamoeiro e manejo com uso de fosfitos e atmosfera modificada, observou ocorrência de crescimento da lesão para frutos testemunha (sem aplicação de tratamentos), obtendo-se 3,37 cm em temperatura ambiente. No presente estudo, o micélio AC4 apresentou resultados semelhantes ao 13º dia (312h) de acompanhamento, chegando a 2,7 e 1,7 cm.

Os comparativos apresentados apontam a semelhança das medições do desenvolvimento dos micélios em ambiente doméstico com o auxílio de régua, comprovando dessa forma a efetividade do acompanhamento para fins didáticos.

4. Conclusão

Portanto, o acompanhamento do processo de deterioração do mamão em meio doméstico foi positivo, levando-se em consideração que o experimento não ocorreu em local controlado. A validação do método de acompanhamento do crescimento microbiano nos frutos foi viável pela medição e cálculo das áreas das estruturas desenvolvidas ao longo do armazenamento, também foi notado um estado de deterioração elevada nos frutos em temperatura ambiente (com maior desenvolvimento dos micélios pretos) em comparação aos refrigerados. Além disso, foram notadas diferenças consideráveis para a perda de massa dos frutos em condição ambiente (que apresentou uma perda elevada) em relação aos refrigerados.

Sugere-se para pesquisas futuras a utilização do presente estudo como modelo a fim de desenvolver novos métodos voltados para o acompanhamento de crescimento microbiano na área de alimentos, como proposta didática para educação à distância (EAD).

Referências

- Amaral, D. D., Monteiro, A. L. R., Silva, E. I. da., Lins., S. R. de O. & Oliveira, S. M. A. de. (2017). Frequency of Quiescent Fungi and Post-harvest Alternative Management of Stem end Rot in Papaya. *Revista Caatinga*, 30(3), 786-93. <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n327rc>.
- Andrade, W. P. & Vieira, G. H. C. (2016). Efeito dos óleos essenciais sobre a antracnose in vitro e em frutos de mamoeiro. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 18, 367-72. https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_089.
- Barbosa, N. C., Vieira, R. A. M. & Resende, E. D de. A. (2018). Modeling the respiration rate of Golden papayas stored under different atmosphere conditions at room temperature. *Postharvest Biology and Technology*. 136, 152–60. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomac.2020.07.130>.
- Benato, E. A., Belletti, T. C., Terao, D. & Franco, D. A. de S. (2018). Essential oils and thermal treatment in the postharvest control of green mold in orange. *Summa Phytopathologica*. 44(1), 65-71. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/175659>.
- Cunha, C. M. C da., Passos, F. R., Mendes, F. Q., Eufrásio, M de C. E., P., Araújo, E. A. & Carvalho, A. M. X de. (2018). Propolis extract in postharvest conservation Solo papaya cv. 'Golden'. *Acta Scientiarum*. 40(1). <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v40i1.31074>.
- Dantas, A. M de M., Nascimento, S. R de C., Cruz, B. L. S da., Silva, F. H. A da., Ambrósio, M. M de Q. & Ferreira, R., S. (2018). Alternative control of post-harvest diseases in Tainung 1 papaya. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 48, 29-35. <https://doi.org/10.1590/1983-40632018v48n01p029>.
- Fernandes, M. do C. de A., Dias, P. P., Aguiar, L. A. de., Morenz, E. F. & Oliveira, L. A. A. de (2016). Tratamentos Pós-Colheita de Frutos do Mamoeiro (*Carica Papaya* L.) com Óleo Essencial de Capim Limão (*Cymbopogon Citratus*) para Controle da Antracnose (*Colletotrichum Gloeosporioides*). *Pesagro-Rio*, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Freitas, R. V. da S., Souza, P. A., Ferreira, R., S., Moura, C. F. H. & Costa, F. B. da. (2018). Post-Harvest Storage of Papaya Fruits Coated with E Extracts of Leaves and Fruits of Neem. *Revista Caatinga*. 31(2), 290-96. <https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n204rc>.
- Galang, M. G. B., Macabeo, WC. C., Isobe, M. & Aguinaldo, M. A. M. (2016). Glucosides from the unripe fruit juice of *Carica papaya* Linn. (*Caricaceae*) cultivar 'Red Lady' with antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*, 22, 358–62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2016.01.024>.
- Holsbach, F. M. S., Pizato, S., Fonteles, N. T., Souza, P. D. de., Pinedo, R. A. & Cortez-Vega, W. R. (2019). Avaliação da vida útil de mamão 'Formosa' (*Carica papaya* L.) minimamente processado utilizando coberturas de amido de mandioca e óleo essencial de cravo. *Journal of bioenergy and food science*. 6(4), 78-96. [10.18067/jbfs.v6i4.269](https://doi.org/10.18067/jbfs.v6i4.269).
- Madani, B., Mirshekari, A. & Yahia, E. (2016). Effect of calcium chloride treatments on calcium content, anthracnose severity and antioxidant activity in papaya fruit during ambient storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 96, 2963–68. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7462>.
- Maringal, B., Hashim, N., Tawakkal, I. S. M. A., Mohamed, M. T. M., Hamzah, M.H. & Ali, M. M. (2021). Effect of Kelulut Honey Nanoparticles Coating on the Changes of Respiration Rate, Ascorbic Acid, and Total Phenolic Content of Papaya (*Carica papaya* L.) during Cold Storage. *Foods*. 10. 10.3390 / foods10020432.
- Marinho, G. J. P., Klein, D. E., Resende, D. E., & Siqueira, C. L., Jr., (2018). Avaliação de extrato foliar de saboeiro (*Sapindus saponária*) L.) contra antracnose em frutos de mamoeiro. *Summa Phytopathologica*. 44(2), 127-31. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/175605>.
- Martins, J. A. B. & Siqueira, C. L., Jr., (2017). Potential control of anthracnose in papaya (*Carica papaya*) by treatment with plant extracts. *Revista Biociências*. 23(1), 61-68.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM. 2018
- Rojo- Báez, I. R., García- Estrada, R. S., Sañudo- Barajás, A. J., León-Felix, J. & Allende-Molar, R. (2017). Proceso de Infección de Antracnosis por *Colletotrichum truncatum* en Papaya Maradol. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 39. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452017379>
- Roos, A. H., Trevisol., G. & Klein, C. (2019). Mamão minimamente processado em diferentes cortes. *Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc São Miguel do Oeste*. 4.

Salomão, L. C. C., Cecon, P. R., Aquino, C. R., & Lins, L. C. R. de. (2016). Chemical and Physical Characteristics of 'Improved Sunrise Solo Line 72-12' Papaya Fruits Submitted to Different Mechanical Damage. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 38,(4). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452016095>.

Vieira, A. C. F., Fonseca, J de, M., Menezes, N. M. C., Monteiro, A. R. & Valencia, G. A. (2020) Active coatings based on hydroxypropyl methylcellulose and silver nanoparticles to extend the papaya (*Carica papaya* L.) shelf life. *International Journal of Biological Macromolecules*. 164, 489-98. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.07.130>.

Wu, Q., Li, Z., Chen, X., Yun, Z., Li, T., & Jianga, Y. (2019). Comparative metabolites profiling of harvested papaya (*Carica papaya* L.) peel in response to chilling stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 99(15), 6868-81. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9972>.