



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

ANA PAULA DE MOURA

**TERMOTERAPIA NO MANEJO DA PODRIDÃO EM MELÃO GÁLIA  
CAUSADA POR ESPÉCIES DE *Fusarium***

MOSSORÓ

2022

ANA PAULA DE MOURA

**TERMOTERAPIA NO MANEJO DA PODRIDÃO EM MELÃO GÁLIA  
CAUSADA POR ESPÉCIES DE *Fusarium***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Fitopatologia

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio

Coorientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Andréia Mitsa Paiva Negreiros

MOSSORÓ

2022

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)  
Setor de Informação e Referência (SIR)

MM929 t                      Moura, Ana Paula de .  
Termoterapia no manejo da podridão em melão  
Gália causada por espécies de *Fusarium* / Ana  
Paula de Moura. - 2022.  
41 f. : il.

Orientadora: Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio. Coorientadora: Andréia Mitsa Paiva Negreiros. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, 2022.

1. *Fusarium falciforme*. 2. *Fusarium sulawesiense*. 3. *Cucumis melo* L. 4. Doenças pós-colheita. I. Ambrósio, Márcia Michelle de Queiroz, orient. II. Negreiros, Andréia Mitsa Paiva, coorient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/12

ANA PAULA DE MOURA

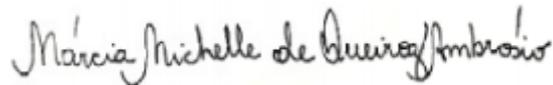
**TERMOTERAPIA NO MANEJO DA PODRIDÃO EM MELÃO GÁLIA  
CAUSADA POR ESPÉCIES DE *Fusarium***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Fitopatologia

Defendida em: 28 / 07 / 2022.

**BANCA EXAMINADORA**



Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, Profa. Dra. (UFERSA)  
Presidente



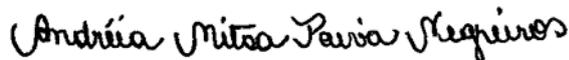
Leilson Costa Grangeiro, Prof. Dr. (UFERSA)  
Membro Examinador



Gardênia Silvana de Oliveira Rodrigues, Dra.  
Membro Examinador



Elizângela Cabral dos Santos, Profa. Dra. (UFERSA)  
Membro Examinador



Andréia Mitsa Paiva Negreiros, Profa. Dra. (UFERSA)  
Membro Examinador

*Ofereço à minha mãe, Maria Antônia de Moura,  
e à minha namorada, Alana Lays Silva de Araújo,  
que são as pessoas que mais amo no mundo.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, pois nada seria possível sem a ordem e querer dele. Agradeço pelo seu cuidado, amor incondicional e pelo discernimento em momentos difíceis.

À minha mãe, Maria Antônia de Moura, por ser meu exemplo de força, amor e fé. Por todo o cuidado e suporte nessa caminhada e por sempre acreditar que eu poderia ser tudo que me dedicasse a ser.

À minha namorada, Alana Lays, pela paciência, cuidado, por ser minha calmaria nos momentos difíceis e por estar ao meu lado em todos os momentos.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), por tantas oportunidades cedidas, pela estrutura e pelo acolhimento durante tantos anos. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa e ao programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFERSA por toda a assistência.

À minha orientadora, Profa. Dr<sup>a</sup> Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, por todo o apoio e conhecimento repassado, por ser, além de uma profissional excepcional, um ser humano maravilhoso.

À minha coorientadora, Profa. Dr<sup>a</sup>. Andréia Mitsa Paiva Negreiros, pela disponibilidade para ajudar durante todo esse período.

Aos membros da banca examinadora, pelas sugestões e contribuições.

À empresa Brazil Melon, por disponibilizar os frutos e as instalações para o desenvolvimento da pesquisa, em especial a Francilane Costa, pelo apoio e empenho em ajudar na pesquisa.

Aos amigos do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da UFERSA, em especial a Naama Melo, Alisson, Carla Sonale, e à Profa. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Ligia Dantas de Moraes, por disponibilizar as instalações e aparelhos necessários à realização das análises enzimáticas e por todo o apoio e suporte oferecidos.

Agradeço também aos amigos Jarlan Lucas, Tatianne Rayanne, Janderson, Ana Santana, Romário Figueiredo, Afonso Luiz, Igor Vinícius, Michelangelo Fernandes, Louise Medeiros, Diogo e Luiz Fernando, pela amizade, pelas risadas e por todo apoio no desenvolver do trabalho.

Obrigada!

**É preciso força para sonhar e perceber  
que a estrada vai além do que se vê.**

**Los Hermanos**

## RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores de melão do mundo, com destaque para a região nordeste, que contribui com cerca de 96% da produção do país. Entretanto, a qualidade dos frutos tem sido afetada por podridões, recentemente associadas a diferentes espécies de *Fusarium*, tais como *Fusarium falciforme* e *Fusarium sulawesiense*, o que se reflete em significativas perdas. A sociedade está cada vez mais exigente em segurança alimentar e ambiental, aumentando a busca por métodos alternativos aos produtos químicos utilizados na pós-colheita. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da termoterapia no manejo da podridão peduncular causada por espécies de *Fusarium* em Melão do tipo Gália. Durante a pesquisa foram conduzidos dois experimentos idênticos para cada espécie avaliada. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo seis tempos de imersão dos frutos em água quente a 58 °C (0, 30, 60, 90, 120 e 150 segundos) e um tratamento químico (fungicida Imazalil) para cada espécie de *Fusarium* avaliada (*F. falciforme* e *F. sulawesiense*), com cinco repetições, sendo um fruto por repetição. Foram avaliadas as variáveis epidemiológicas (severidade e redução da severidade da doença) aos 30 dias de armazenamento, variáveis pós-colheita (sólidos solúveis, firmeza e pH) e atividade enzimática (Peroxidase e Polifenoloxidase). Foi observado que a partir de 90 segundos não houve diferença estatística na redução da severidade da doença causada pelo *F. falciforme* e *F. sulawesiense* quando comparado ao tratamento químico. A termoterapia aumentou a firmeza dos frutos inoculados com *F. sulawesiense* até 90 segundos de imersão. Para as duas espécies, não houve efeito significativo entre os tratamentos nas variáveis de pH e sólidos solúveis. A termoterapia promoveu aumento da atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase. Dessa forma, a termoterapia pode ser indicada para o manejo da podridão em melão.

**Palavras-chave:** *Fusarium falciforme*. *Fusarium sulawesiense*. *Cucumis melo* L. Doenças pós-colheita

## ABSTRACT

Brazil is one of the largest melon producers in the world, with emphasis on the northeast region, which contributes about 96% of the country's production. However, fruit quality has been affected by rot, recently associated with different *Fusarium* species, such as *Fusarium falciforme* and *Fusarium sulawesiense*, resulting in significant losses. Society is increasingly demanding in food and environmental safety, increasing the search for alternative methods to chemical products used in post-harvest. The objective of this research was to evaluate the effect of thermotherapy in the management of stem rot caused by *Fusarium* species in Gaul type Melon. During the research, two identical experiments were carried out for each species evaluated. The experimental design used was completely randomized (DIC), with six immersion times of the fruits in hot water at 58 °C (0, 30, 60, 90, 120 and 150 seconds) and a chemical treatment (Imazalil fungicide) for each species of *Fusarium* evaluated (*F. falciforme* and *F. sulawesiense*), with five repetitions, being one fruit per repetition. Epidemiological variables (severity and reduction of disease severity) at 30 days of storage, post-harvest variables (soluble solids, firmness and pH) and enzymatic activity (Peroxidase and Polyphenoloxidase) were evaluated. It was observed that after 90 seconds there was no statistical difference in the reduction of the severity of the disease caused by *F. falciforme* and *F. sulawesiense* when compared to chemical treatment. Thermotherapy increased the firmness of fruits inoculated with *F. sulawesiense* up to 90 seconds of immersion. For the two species, there was no significant effect among treatments on pH and soluble solids variables. Thermotherapy promoted an increase in the activity of peroxidase and polyphenoloxidase enzymes. Thus, thermotherapy can be indicated for the management of melon rot.

**Keywords:** *Fusarium falciforme*. *Fusarium sulawesiense*. *Cucumis melo* L. Post-harvest diseases.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Severidade da doença (A e B); Redução da severidade (C e D) causada pelos fungos *F. falciforme* e *F. sulawesiense*, respectivamente, e firmeza de melão Gália inoculado com *F. sulawesiense* (E), em função dos tempos de imersão dos frutos em água a 58°C..... 24
- Figura 2** Atividade da Peroxidase (A e B *F. falciforme* e *F. sulawesiense*, respectivamente) e Polifenoloxidase (C e D *F. falciforme* e *F. sulawesiense*, respectivamente), em melão Gália, em função dos tempos de imersão dos frutos em água a 58°C..... 26

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Severidade, redução da doença, firmeza da polpa e atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase em melão Gália inoculados com <i>F. falciforme</i> e <i>F. sulawesiense</i> , sob influência de diferentes tempos de imersão dos frutos em água a 58°C, comparados individualmente ao tratamento químico (Imazalil).....	<b>27</b>
-----------------	--	-----------

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1	ASPECTOS GERAIS E ECONÔMICOS DA CULTURA DO MELOEIRO.....	14
2.2	DOENÇAS PÓS-COLHEITA.....	16
2.3	PODRIDÃO EM MELÃO CAUSADA POR <i>FUSARIUM</i> SPP.....	17
2.4	MÉTODOS DE CONTROLE DE DOENÇAS PÓS-COLHEITA.	18
2.4.1	TERMOTERAPIA.....	19
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL E PROCEDÊNCIA DOS FRUTOS.....	20
3.2	OBTENÇÃO, MANUTENÇÃO E PREPARAÇÃO DO INÓCULO.....	20
3.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	20
3.4	INOCULAÇÃO E APLICAÇÃO DE TRATAMENTOS.....	21
3.5	AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES EPIDEMIOLÓGICOS.....	21
3.6	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA.....	22
3.7	ANÁLISES ENZIMÁTICAS.....	22
3.8	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	23
4	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
5	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
6	<b>CONCLUSÕES. ....</b>	<b>30</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>31</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>38</b>

## 1 1 INTRODUÇÃO

2  
3 O melão (*Cucumis melo* L.) é uma hortaliça de grande importância econômica para o  
4 Brasil, devido ao seu valor agregado e elevada demanda pelo mercado internacional  
5 (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI E FRUTI, 2022). É uma cultura que requer condições  
6 climáticas específicas para o seu bom desempenho em campo, se adaptando bem às condições  
7 edafoclimáticas do Brasil, especialmente na região Nordeste (ALVES et al., 2018).

8 O ranking mundial da produção de melão é liderado pela China, com cerca de 53% da  
9 produção mundial (FAO, 2022). Em 2020, o Brasil produziu 613,933 mil toneladas do fruto,  
10 ocupando a nona posição do ranking mundial de produção. A região Nordeste é responsável  
11 por aproximadamente 96% da produção nacional, com destaque para o estado do Rio Grande  
12 do Norte (375.574 t) (ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL, 2022; IBGE, 2022).

13 Apesar da alta produtividade, fatores como a baixa conservação pós-colheita,  
14 principalmente dos melões nobres, limitam a comercialização do melão brasileiro,  
15 dificultando a exportação (TERAO et al., 2014). Além do amadurecimento rápido, outros  
16 problemas, como a susceptibilidade dos frutos a alguns patógenos causadores de lesões,  
17 reduzem ainda mais sua vida útil. A podridão pós-colheita é considerada uma das doenças  
18 mais importantes na comercialização do melão (INTANA et al., 2021).

19 No Brasil, há um crescente interesse na produção e comercialização de melões nobres.  
20 Estes melões possuem vida útil pós-colheita reduzido, sendo o problema agravado pelo longo  
21 período de deslocamento do fruto ao consumidor final. Tendo em vista que a exportação do  
22 melão é realizada, principalmente, para o continente europeu, o transporte podendo demorar  
23 até trinta dias (VENDRUSCOLO et al., 2016; OSTER et al., 2018).

24 Dentre os gêneros fúngicos capazes de causar a podridão no fruto, o gênero *Fusarium*  
25 se destaca entre os de maior importância econômica (LIMA et al., 2021). O ataque destes  
26 patógenos pode causar alterações na aparência, sabor, cheiro e textura do fruto, além de  
27 reduzir seus componentes nutricionais, levando à depreciação do seu valor comercial  
28 (KFOURY et al., 2016).

29 Várias espécies de *Fusarium*, pertencentes a diferentes complexos, como *F.*  
30 *incarnatum-equiseti* (FIESC), *F. solani* (FSSC), *F. oxysporum* (FOSC) e *F. fujikuroi* (FFSC),  
31 já foram relatadas no mundo causando podridão no fruto. Recentemente, cinco espécies de  
32 *Fusarium* foram relatadas como agentes causais da podridão em melão no Brasil: *F.*  
33 *falciforme* (FSSC), *F. sulawesiense*, *F. pernambucanum* (FIESC), *F. kalimantanense* (FOSC)

34 e *Fusarium* sp. (FFSC) (MAHDIKHANI & DAVOODI, 2016; ARAÚJO et al., 2021; LIMA  
35 et al., 2021).

36 Estes patógenos possuem a capacidade de se estabelecer no fruto imaturo em estado  
37 latente até que as condições se tornem favoráveis ao seu desenvolvimento. Os sintomas  
38 causados pelo *Fusarium* aparecem com o decorrer do amadurecimento dos frutos, sendo  
39 observados apenas quando os frutos chegam ao país importador, gerando, dessa forma, um  
40 dispêndio de mais de 15% dos frutos, cerca de US\$ 22 milhões por temporada (NERYSILVA  
41 et al., 2001).

42 Métodos de controle de doenças pós-colheita que sejam eficientes e economicamente  
43 viáveis são escassos. Atualmente ainda é permitida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e  
44 Abastecimento (MAPA) a utilização de produtos contendo o princípio ativo imazalil como  
45 fungicida. Porém, há uma discussão acerca da suspensão do uso do imazalil pela Europa, a  
46 fim de evitar problemas residuais (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY et al., 2018).  
47 Dessa forma, tornam-se necessários o desenvolvimento e aprimoramento de métodos  
48 alternativos que reduzam as doenças pós-colheita e corroborem com a qualidade dos frutos,  
49 de forma sustentável.

50 Dentre as técnicas utilizadas de forma alternativa no controle de doenças pós-colheita,  
51 destacam-se os tratamentos físicos, como, por exemplo, a termoterapia. Esse método baseia-se  
52 na relação tempo/temperatura à qual os frutos são expostos (USALL et al., 2016).

53 O tratamento térmico utilizando a água quente tem ação direta sobre os fungos que  
54 colonizam a superfície externa dos frutos, reduzindo a germinação dos esporos, promovendo  
55 o fechamento de fissuras naturais que são vias de infecção e ativando as respostas de defesa  
56 dos frutos (SCHIRRA et al., 2011; SUI et al., 2014). Além disso, a termoterapia é uma  
57 alternativa totalmente livre de resíduos químicos, proporcionando maior segurança alimentar  
58 e sem efeitos danosos ao meio ambiente (SIVAKUMAR; FALLIK, 2013).

59 Desta forma, o presente estudo teve como objetivo verificar a eficiência de diferentes  
60 tempos da termoterapia no manejo da podridão pós-colheita, causada por espécies de  
61 *Fusarium* em frutos de melão Gália.

62

## 63 **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

64

### 65 **2.1 ASPECTOS GERAIS E ECONÔMICOS DA CULTURA DO MELOEIRO**

66

67 O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma hortaliça originária da África e Ásia, pertencente  
68 à família *Cucurbitaceae* (LEIDA et al., 2015). No Brasil, o meloeiro é conhecido desde o  
69 século XVI, quando foi trazido, provavelmente, pelos escravos. No século XIX, houve  
70 também a introdução por imigrantes europeus, chegando por volta de 1960 ao Nordeste do  
71 país (FONTES; PUIATII, 2005).

72 Os frutos do meloeiro são bagas carnudas que apresentam tamanhos, formatos e  
73 colorações variadas. A colheita dos frutos pode ocorrer entre 60 e 70 dias após o plantio  
74 (SALVINO et al., 2017). A espessura da polpa é variável e influencia na comercialização e  
75 aceitação dos frutos pelo mercado (VENDRUSCOLO et al., 2016). Além disso, o melão é  
76 rico em vitaminas e sais minerais, podendo ser consumido *in natura* na forma de ingrediente  
77 em saladas com frutas ou outras hortaliças, como também na forma de sucos (MULLER et al.,  
78 2013).

79 A China é o maior produtor mundial de melão, representando cerca de 53% da  
80 produção mundial, sendo também o país que apresenta a maior área cultivada (490.327 ha)  
81 (FAO, 2022). O Brasil é considerado um dos maiores produtores de melão do mundo, que é  
82 uma das hortaliças mais exportadas do país, gerando receita de US\$ 165,079. Em 2021, o  
83 Brasil exportou 257,902 mil toneladas do fruto, sendo 60% destes destinados a países da  
84 Europa, Ásia e Oriente Médio (ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL, 2022).

85 A região Nordeste destaca-se no cenário nacional com cerca de 95% da produção total.  
86 Esta expressividade se dá em virtude das boas condições edafoclimáticas existentes, sendo as  
87 altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e alta luminosidade durante boa parte do ano  
88 favoráveis ao cultivo dessa cucurbitácea (DEUS et al., 2015). O estado do Rio Grande do  
89 Norte é o maior produtor de melão do Brasil, contribuindo com cerca de 375,574 mil  
90 toneladas da produção nacional, seguido pelo Ceará (73.838), Bahia (65.675), Pernambuco  
91 (43.649) e Piauí (32.181) (ANUÁRIO HORTIFRUTI BRASIL, 2022).

92 Além da importância econômica no mercado brasileiro, por ser uma cultura de  
93 destaque no mercado de exportações (DALASTRA et al., 2016), o meloeiro desempenha  
94 papel social muito importante para o país, podendo gerar cerca de 60 mil empregos diretos e  
95 indiretos nessa atividade (SANTOS et al., 2021).

96 Os melões nobres produzidos comercialmente no Brasil pertencem ao grupo botânico  
97 *cantalupensis* Naud, caracterizado pela produção de melões Cantaloupe e Gália, bastante  
98 requisitados pelo exigente mercado internacional. Isso se dá por serem frutos com aroma e  
99 sabor acentuados, além de elevados valores nutricionais, apresentando frutos de tamanho  
100 médio, com superfície reticulada, verrugosa ou escamosa, porém com baixa conservação pós-

101 colheita, sendo esse um dos entraves à sua comercialização (BRITO, 2017; VERÁS et al.,  
102 2019).

103

## 104 2.2 DOENÇAS PÓS-COLHEITA

105

106 O clima semiárido da região Nordeste oferece condições ideais para o cultivo do  
107 meloeiro, porém, essas condições podem favorecer o surgimento de problemas fitossanitários.  
108 As condições de elevada temperatura e umidade do solo dentro do *mulching* são favoráveis  
109 para o desenvolvimento de patógenos, acarretando a redução da produtividade e qualidade pós-  
110 colheita dos frutos. A incidência de doenças pós-colheita vem aumentando ao passar dos anos,  
111 principalmente durante o seu transporte na fase de exportação (MANGOLIN et al., 2019).

112 A expansão das áreas de cultivo e os cultivos sucessivos contribuem para o aumento  
113 dessas doenças no campo e, conseqüentemente, na pós-colheita, causando nos últimos anos  
114 uma perda em torno de 15% do melão exportado, o que acarreta prejuízos econômicos para os  
115 produtores (OSTER et al., 2018).

116 Durante todas as fases fenológicas do meloeiro, as condições ambientais favorecem a  
117 germinação de patógenos fúngicos, que ameaçam o bem-estar da planta e, por consequência,  
118 o desenvolvimento e qualidade dos frutos. A infecção dos patógenos pode ocorrer enquanto o  
119 fruto está em campo, durante a colheita ou mesmo nos procedimentos pós-colheita. No  
120 entanto, os sintomas são evidenciados somente após a chegada dos frutos aos países  
121 importadores, o que pode levar até 30 dias quando são exportados para países europeus  
122 (TOMAZ et al., 2009; OSTER et al., 2018).

123 Vários patógenos têm sido associados às podridões em frutos de melão; estes agentes  
124 costumam penetrar por ferimentos, aberturas naturais ou mesmo diretamente pela cutícula  
125 intacta (SNOWDON, 1990; HUANG et al., 2000; PRUSKY & LICHTER, 2008). Como  
126 característica, possuem a capacidade de permanecerem quiescentes nos frutos, sem causar  
127 sintomas, até que haja condições ideais para ativar a patogenicidade do microrganismo e o  
128 desenvolvimento da doença (NERY-SILVA et al., 2001).

129 Infecções causadas por estes agentes provocam alterações na aparência, odor, sabor,  
130 textura e reduzem os valores nutricionais, além de levar à depreciação do valor comercial dos  
131 frutos (TERÃO et al., 2006; KFOURY et al., 2016). As micotoxinas são produzidas por  
132 alguns fungos fitopatogênicos causadores de podridões em frutos. Estas substâncias são  
133 metabólitos secundários com elevada toxicidade, que provocam a deterioração de alimentos,  
134 tornando os frutos impróprios ao consumo, podendo ocasionar mutagênese e carcinogênese

135 em células humanas, levando os frutos ao descarte (RICHARD; PAYNE, 2002; GADELHA  
136 et al., 2002). Diante disso, os prejuízos provocados pela ocorrência de doenças fúngicas pós-  
137 colheita afetam de forma negativa a economia mundial, na medida em que a maioria dos  
138 países só permite a importação de frutos com alto controle fitossanitário (FILHO et al., 2020).

139

### 140 2.3 PODRIDÃO EM MELÃO CAUSADA POR *Fusarium* spp.

141

142 Uma das mais preocupantes doenças observadas no melão após a colheita é a podridão  
143 peduncular, tendo como agente causal algumas espécies de fungos do gênero *Fusarium*  
144 (ARAÚJO et al., 2021).

145 O *Fusarium* pertence ao filo Ascomycete, é um gênero fúngico cosmopolita e  
146 comumente observado como habitante natural do solo em regiões tropicais, subtropicais e de  
147 climas mediterrâneos (LESLIE; SUMMERELL, 2006). Frequentemente, é isolado de plantas  
148 com doenças vasculares e radiculares, além de ser conhecido por suas micotoxinas  
149 (ZACCARDELLI et al., 2006; MAHDIKHANI; DAVOODI, 2016). Algumas micotoxinas  
150 relacionadas ao *Fusarium*, como os tricotecenos, podem ser muito tóxicas para os seres  
151 humanos (HE et al., 2010).

152 O contato direto do fruto de meloeiro com o solo é o principal disseminador de  
153 patógenos como o *Fusarium*, além disso a disseminação pode ocorrer pela poeira dispersa  
154 durante o manejo da cultura no campo, pelos conídios que são disseminados pelo vento, água,  
155 carregados pelo maquinário, instrumentos de trabalho e pelos trabalhadores (DIAS; TERÃO,  
156 2006). Na ausência de um hospedeiro, este patógeno produz estruturas de resistência  
157 chamadas de clamidósporos, o que permite sua sobrevivência sob condições adversas,  
158 dificultado a adoção de medidas de controle, muitas vezes ineficientes (OLIVEIRA;  
159 SANTOS; SANTOS 2018).

160 No Rio Grande do Norte, o primeiro relato de podridão dos frutos do meloeiro ocorreu  
161 no ano 2000, quando a presença do fungo *F. incarnatum* (Desm.) Sacc. (sin. *Fusarium*  
162 *pallidoroseum* (Cooke) Sacc) foi identificada como agente etiológico (GADELHA, 2002).  
163 Com o auxílio das ferramentas moleculares, diversas espécies do gênero *Fusarium* que estão  
164 associadas à podridão em frutos de meloeiro foram identificadas. Essas espécies pertenciam a  
165 diferentes complexos, como *F. incarnatum-equiseti* (FIESC), *F. solani* (FSSC), *F. oxysporum*  
166 (FOSC) e *F. fujikuroi* (FFSC). Recentemente, cinco espécies de *Fusarium* foram relatadas  
167 como agentes causais da podridão em melão no Brasil, sendo eles: *F. falciforme*, *F.*

168 *sulawesiense*, *F. pernambucanum*, *F. kalimantanense* e *Fusarium* sp. (ARAÚJO et al., 2021)  
169 (LIMA et al., 2021).

170 Os sintomas de podridão podem ocorrer na região externa ou interna do fruto, sendo  
171 mais evidenciados na região peduncular, iniciando-se por uma pequena lesão encharcada  
172 escura, acompanhado por intenso crescimento micelial cotonoso branco (TERÃO et al.,  
173 2009). A associação de condições desfavoráveis de armazenamento, com elevada umidade  
174 relativa do ar e temperaturas por volta de 30 °C, contribui para a evolução no tamanho da  
175 lesão, surgindo fissuras que se tornam porta de entrada para saprófitas oportunistas, que  
176 colonizam os frutos rapidamente, destruindo-os completamente e resultando em sérios  
177 prejuízos aos produtores (DIAS; TERÃO, 2006).

178

#### 179 2.4 MÉTODOS DE CONTROLE DE DOENÇAS PÓS-COLHEITA

180

181 A curta vida pós-colheita dos frutos, decorrente da maturação natural e de ataque de  
182 patógenos, é o principal entrave à comercialização. Essa dificuldade na comercialização é  
183 ampliada quando os frutos são destinados ao mercado externo, devido à necessidade de  
184 longos períodos de deslocamento (OSTER et al., 2018).

185 Dentre as tecnologias existentes para minimizar as perdas pós-colheita, estão os  
186 métodos de controle químico, físico e biológico. O controle químico é o método mais  
187 utilizado na cultura do meloeiro, sendo realizado com o uso de fungicidas contendo o  
188 princípio ativo Imazalil, recomendado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e  
189 Abastecimento (MAPA). Na União Europeia, principal destino do melão brasileiro, o uso  
190 deste produto é liberado, porém com muitas restrições, havendo até discussões acerca da sua  
191 suspensão (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY et al., 2018).

192 É notória também a preferência dos consumidores por alimentos com uma quantidade  
193 mínima, ou até mesmo livre de resíduos químicos, demandando maior segurança alimentar.  
194 Esses fatores, somados à resistência dos patógenos a fungicidas, vêm gerando uma demanda  
195 por tecnologias alternativas (NEGREIROS et al., 2013, TERÃO et al., 2021).

196 No contexto atual, a utilização de produtos biológicos (patógenos/metabólitos  
197 antagonistas), compostos antimicrobianos naturais (extratos vegetais e óleos essenciais) e  
198 controle físico (tratamento térmico e radiação UV-C), tem possibilitado bons resultados no  
199 controle das podridões pós-colheita (ARAÚJO, 2020; INTANA et al., 2021).

200 Dentre estes, os métodos físicos se destacam por apresentarem a vantagem de não  
201 gerar resíduos químicos prejudiciais à saúde dos consumidores (RAMOS et al., 2013) e serem

202 eficientes no controle de doenças pós-colheita (TERÃO et al., 2015). O método físico mais  
203 utilizado na conservação pós-colheita de frutos é a refrigeração. No entanto, apenas a  
204 refrigeração não é suficiente para manter a qualidade dos frutos por longos períodos de  
205 tempos. Outros métodos físicos podem ser associados a este, como a termoterapia, resultando  
206 em um melhor controle (USALL et al., 2016; MANGOLIN et al., 2018).

207

#### 208 2.4.1 Termoterapia

209

210 Dentre os diferentes métodos para controle de doenças pós-colheita, uma das  
211 alternativas mais atrativas ambientalmente, e que vem se mostrando bastante eficiente, é o  
212 controle por meio de temperatura (ARAÚJO, 2020; TERÃO et al., 2021). A termoterapia é  
213 um método bastante estudado em frutas como a laranja, goiaba, manga e melão, com grande  
214 potencial para controle de podridões (NASCIMENTO et al., 2014; SUI et al., 2014;  
215 BENATO et al., 2018; FISCHER et al., 2016). Ela pode ser aplicada por meio de imersão do  
216 fruto em água quente, lavagens e escovação, ou por aplicação de vapor, por curtos períodos de  
217 tempo após a colheita (SUI et al., 2014; TERÃO et al., 2021).

218 A termoterapia apresenta como modo de ação a desinfestação. Assim, o micélio e os  
219 esporos do patógeno são removidos ou destruídos nas camadas superficiais do produto. Além  
220 disso, podem agir como indutores de resistência a futuras infecções, podendo induzir a síntese  
221 de compostos antifúngicos, como fitoalexinas ou proteínas relacionadas à patogênese,  
222 prolongando a vida útil dos frutos (SCHIRRA et al., 2000; PORAT & BEN-YEHOSHUA,  
223 2005).

224 A termoterapia vem sendo explorada por empresas israelenses, com o intuito de  
225 reduzir as podridões em frutas de melão causadas por *Fusarium* e *Alternaria*, prevenindo a  
226 infecção destes patógenos que ficam presentes na camada superficial dos frutos (USALL et  
227 al., 2016). No Brasil, esta não é uma prática comumente adotada, porém sua eficiência já vem  
228 sendo relatada na literatura. Em estudos, observou-se que a imersão do melão em água a 45°C  
229 por 10 a 25 minutos tem eficiência no controle de *Fusarium oxysporum* (SUI et al., 2014);  
230 em melões do tipo Gália, por sua vez, a imersão em água a 58°C por 15 segundos também foi  
231 eficiente no controle da fusariose (SIVAKUMAR; FALLIK, 2013).

232 O uso desta técnica é uma alternativa eficiente no manejo de podridões de frutos pós-  
233 colheita, sendo que a duração do tratamento, assim como a temperatura adequada, dependerá  
234 de atributos como tamanho, peso e estágio de maturação do fruto, para assim manter as  
235 qualidades e características desejáveis ao consumidor (ARAÚJO, 2020). Outro fator crucial

236 no controle de doenças é o monitoramento da temperatura. A refrigeração é o processo mais  
237 indicado para o prolongamento da vida pós-colheita dos frutos, desacelerando o metabolismo  
238 dos patógenos e, desse modo, suprimindo o desenvolvimento da podridão (BENATO; CIA;  
239 SOUZA 2001; TERÃO et al., 2009).

240

### 241 **3 MATERIAL E MÉTODOS**

242

#### 243 3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL E PROCEDÊNCIA DOS FRUTOS

244

245 Os melões do tipo Gália (cultivar NUN 67007) foram colhidos em uma fazenda  
246 comercial localizada na zona rural do município de Mossoró, Rio Grande do Norte, Nordeste  
247 do Brasil (04 ° 56 ' 09 " S, 37 ° 28 ' 08 " W), posteriormente foram selecionados quanto ao  
248 tamanho e uniformidade de maturação, sem lesões físicas ou sintomas aparentes. Os  
249 experimentos foram conduzidos em condições de câmara fria.

250

#### 251 3.2 OBTENÇÃO, MANUTENÇÃO E PREPARAÇÃO DO INÓCULO

252

253 Os isolados de *F. falciforme* e *F. sulawesiense* foram obtidos da micoteca do  
254 laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
255 (UFERSA), tendo sido identificados, respectivamente, como 17C e 03A. Estes isolados estão  
256 depositados na coleção micológica de Lavras (CML) (Universidade Federal de Lavras -  
257 UFLA, Brasil), sendo identificados pelo sequenciamento das regiões gênicas EF1-1 $\alpha$  e RPB2  
258 (Número de acesso GenBank MT476611/MT461687 para o *F. falciforme* e  
259 MT476613/MT461677 para o *F. sulawesiense*, respectivamente). Os isolados foram obtidos  
260 em frutos de meloeiro cultivados no oeste potiguar (ARAÚJO et al., 2021).

261 Os isolados foram cultivados em placas de Petri com o meio de cultura Batata-  
262 Dextrose-Ágar (BDA), contendo 0,05 g/L de tetraciclina, e incubados por dez dias em estufa  
263 tipo B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*) a  $28 \pm 2$  °C com 12 h de fotoperíodo. Com o  
264 auxílio de um hemocitômetro, foram preparadas suspensões de esporos dos isolados na  
265 concentração de  $1 \times 10^6$  conídios/mL (YUSHU et al., 2017).

266

#### 267 3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

268

269 O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com sete  
270 tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos pelos seis tempos de  
271 imersão dos frutos em água (0, 30, 60, 90, 120 e 150 segundos) sob temperatura de 58 °C,  
272 mais o controle com o fungicida Imazalil, para as duas espécies de *Fusarium*. Cada repetição  
273 foi composta por um fruto. Para cada espécie, foram realizados dois experimentos idênticos,  
274 totalizando quatro ensaios.

275

#### 276 3.4 INOCULAÇÃO E APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS

277

278 A superfície dos frutos foi desinfestada por aspersão de álcool 70% e hipoclorito de  
279 sódio 0,1% (60 segundos). Os frutos foram então enxaguados com água destilada esterilizada  
280 e secos ao ar em temperatura ambiente ( $23 \pm 2$  °C).

281 Os frutos foram perfurados com um conjunto de três agulhas (0,5 mm de diâmetro)  
282 previamente desinfestadas, em quatro pontos equidistantes na base do pedúnculo. Ao todo,  
283 foram realizados 12 ferimentos de aproximadamente 3 mm de profundidade, onde foram  
284 inoculados 20 µL da suspensão de esporos dos isolados de *F. falciforme* e *F. sulawesiense* ( $1$   
285  $\times 10^6$  esporos/mL). Logo após a inoculação, os frutos foram mantidos em temperatura  
286 ambiente por 12 horas, para que houvesse o estabelecimento do patógeno antes da aplicação  
287 dos tratamentos (adaptada de OLIVEIRA et al., 2014).

288 O tratamento térmico consistiu em imergir, ao mesmo tempo, cinco frutos em água  
289 quente (58°C) durante os tempos predefinidos nos tratamentos. Para os controles químicos,  
290 uma solução contendo o fungicida Imazalil (100 g ia/100L) foi aplicada embebendo um  
291 chumaço de algodão e aplicando na região peduncular do fruto. Imediatamente após a  
292 aplicação dos tratamentos térmicos, os melões foram imersos em água fria ( $20 \pm 2$  °C) por  
293 dois minutos e, posteriormente, secos ao ar, embalados em caixas de papelão e armazenados  
294 em câmara fria a  $9^\circ\text{C} \pm 2$  por 30 dias (TERÃO et al., 2021).

295

#### 296 3.5 AVALIAÇÕES DOS COMPONENTES EPIDEMIOLÓGICOS

297

298 A severidade (SEV) foi avaliada de acordo com o tamanho das lesões aos 30 dias de  
299 armazenamento. As lesões foram medidas com o auxílio de um paquímetro digital no sentido  
300 transversal e longitudinal do pedúnculo e os dados foram expressos em milímetros. A redução  
301 da severidade da doença foi estimada pela fórmula  $\text{RED}\% = [(\text{SEVT} - \text{SEVTr}) / \text{SEVT}] \times 100$ ,

302 onde SEVT = Severidade da testemunha (tempo zero de termoterapia) e SEVTr = Severidade  
303 do tratamento.

304

### 305 3.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE PÓS-COLHEITA

306

307 As variáveis pós-colheita (sólidos solúveis, firmeza e pH) foram analisadas aos trinta  
308 dias de armazenamento, no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Universidade  
309 Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

310 O teste de Firmeza da polpa (FIRM) foi realizado com um penetrômetro manual, onde  
311 os melões foram cortados longitudinalmente, e dois pontos de cada lado dos frutos foram  
312 amostrados para avaliação da firmeza. Os resultados foram obtidos em libras e convertidos  
313 em Newton (N), multiplicando-os pelo fator de conversão 4,45. Para mensuração dos sólidos  
314 solúveis, utilizou-se refratômetro digital de bancada portátil, onde o suco concentrado da  
315 polpa foi colocado no prisma do refratômetro, e os resultados foram expressos em  
316 porcentagem de ° Brix (%). Para a avaliação do pH, foi utilizado um pHmetro de Bancada.

317

### 318 3.7 ANÁLISES ENZIMÁTICAS

319

320 Para as análises enzimáticas, amostras de casca de melão foram coletadas no final do  
321 experimento. Estas amostras foram congeladas com nitrogênio líquido e armazenadas em  
322 freezer (-80 °C) para posterior análise (TERÃO et al., 2021).

323 As amostras de cascas (0,5 g) foram colocadas em almofariz, acrescentando-se 25 mg  
324 de polivinilpirrolidone (PVP) e nitrogênio líquido. Em seguida, foram maceradas com pistilo,  
325 e imediatamente acrescentado 2,5 mL de tampão acetato de sódio 100 mM (pH 5,0) e 0,5 mL  
326 de EDTA (1 mM). O homogenato ficou durante 10 minutos na temperatura de 4 °C na  
327 centrífuga a 10.000 g, e o sobrenadante obtido foi considerado como extrato enzimático  
328 (BEZERRA NETO & BARRETO, 2011). As enzimas analisadas foram a peroxidase (POX) e  
329 polifenoloxidase (PPO).

330 A atividade da POX foi estimada com base na diferença de absorbância produzida com  
331 a oxidação do guaiacol e conjunto com a redução do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Para tanto, 25 µL de guaiacol (0,2  
332 M) foram misturados com 250 µL de peróxido de hidrogênio (0,38 M) e 1 mL do tampão  
333 fosfato de sódio (0,2 M pH 6,0). A mistura foi agitada suavemente, e a reação foi iniciada  
334 com adição de 25 µL do extrato proteico. As leituras foram efetuadas a 470 nm, a cada 10  
335 segundos, durante um minuto. A atividade enzimática foi estimada com base na diferença de

336 absorvância por minuto e por peso de amostra fresca. Para o branco, o extrato proteico foi  
337 substituído por água destilada (BEZERRA NETO & BARRETO, 2011).

338 Para a determinação espectrofotométrica da atividade da PPO, transferiu-se para tubos  
339 criogênicos 1,8 mL do tampão fosfato de potássio (0,05 M pH 6,0). Em seguida, foram  
340 acrescentados 50 µL do extrato proteico e 50 µL de Catecol (0,1 M). A mistura foi agitada em  
341 vortex por 15 segundos e incubada por 30 minutos a 30 °C. Após a incubação, os tubos foram  
342 transferidos para banho de gelo e adicionados 100 µL de ácido perclórico (1,4%), os quais  
343 foram agitados novamente em vortex e deixados em repouso por 10 minutos. Para o branco, o  
344 extrato proteico foi substituído por água destilada. As leituras foram realizadas a 396 nm, e os  
345 resultados foram expressos em unidade enzimática (U.E) por grama de amostra fresca  
346 (CAMPOS et al., 2004).

347

### 348 3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

349

350 Uma análise de variância (ANOVA) preliminar foi realizada para determinar se havia  
351 diferenças significativas entre os experimentos e suas respectivas repetições, e se os dados  
352 poderiam ser combinados. Ao constatar que não houve diferença entre os experimentos, outra  
353 ANOVA foi realizada e os dados foram analisados em conjunto. Para os dados quantitativos  
354 (tempos), foi realizada análise de regressão polinomial e para comparar as médias dos tempos  
355 com os controles positivos (Imazalil) foi realizado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade.  
356 O *software* utilizado foi o R (R CORE TEAM, 2020).

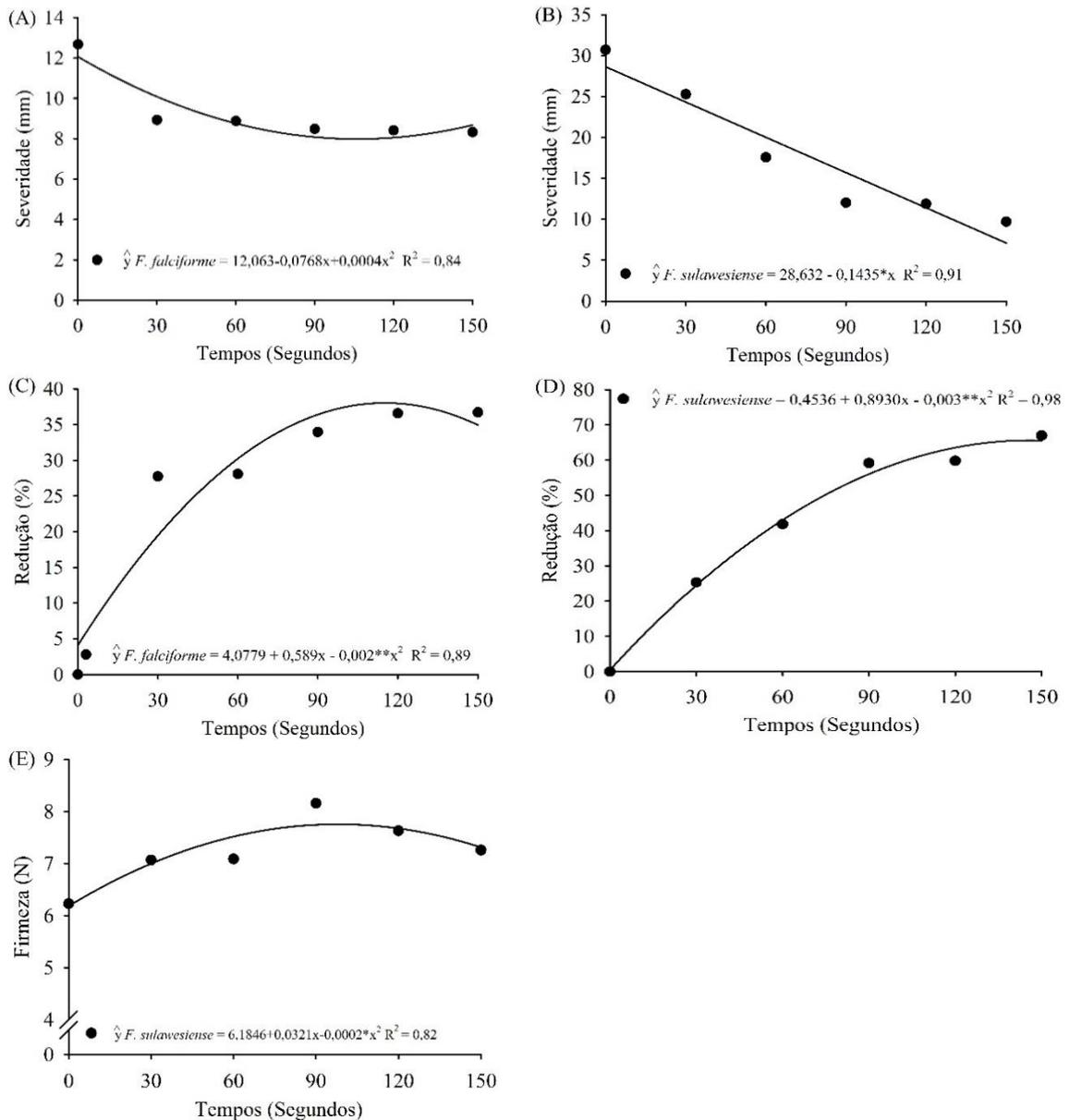
357

## 358 4 RESULTADOS

359

360 Para o *F. falciforme*, a severidade apresentou linha de tendência com comportamento  
361 quadrático (Figura 1A). A menor severidade foi estimada no tempo de 96 segundos, com  
362 8,37mm. Para a espécie de *F. sulawesiense*, os dados de severidade apresentaram  
363 comportamento linear decrescente em função do aumento do tempo de imersão (Figura 1B).  
364 As lesões nos frutos inoculados com *F. falciforme* apresentaram tamanho médio entre  
365 12,68mm (testemunha) e 8,33mm (150 segundos), por sua vez o *F. sulawesiense* causou  
366 lesões com tamanhos médios de 30,71mm (testemunha) e 9,71mm (150 segundos) (Figura  
367 1B). A linha de tendência para a figura 1B apresentou comportamento linear acentuado,  
368 demonstrando maior controle com o passar dos tempos da termoterapia, tendo o tempo de 150  
369 segundos apresentado menor média de lesão dentre os tempos avaliados.

370



371

372 **Figura 1.** Severidade da doença (A e B); Redução da severidade (C e D) causada pelos  
 373 fungos *F. falciforme* e *F. sulawesiense*, respectivamente, e firmeza de melão Gália inoculado  
 374 com *F. sulawesiense* (E), em função dos tempos de imersão dos frutos em água a 58°C.

375

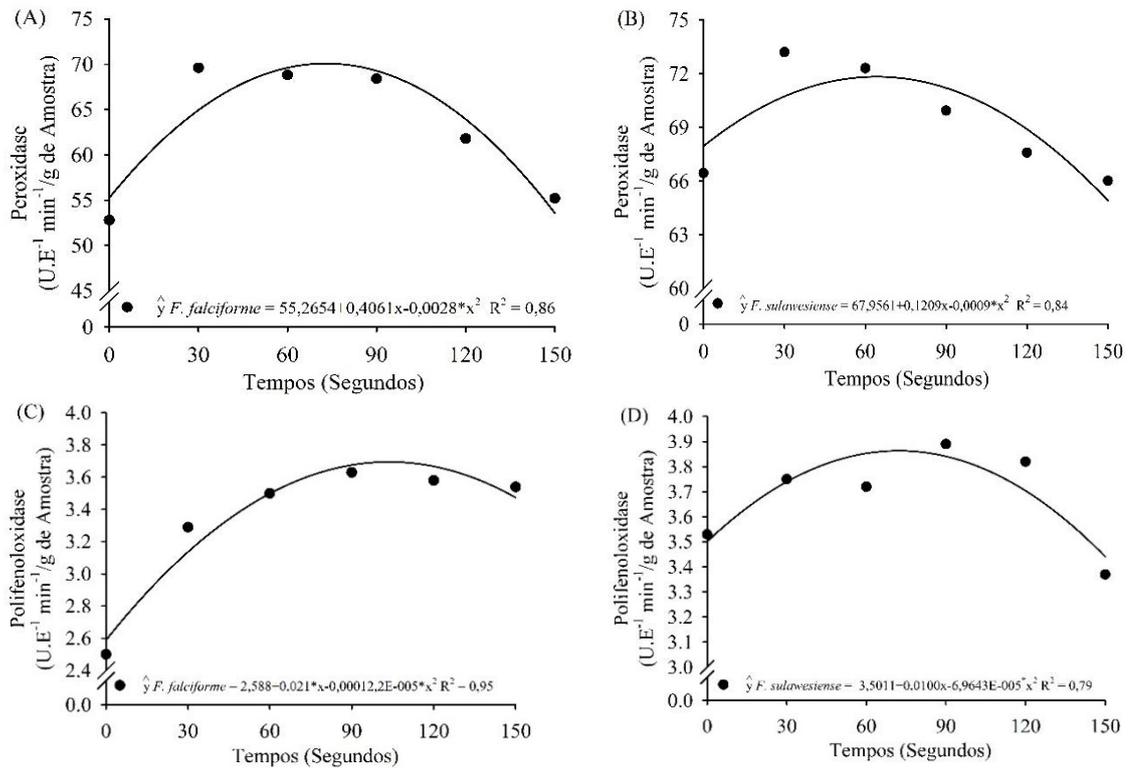
376 Para a redução da severidade da doença causada por ambas as espécies de *Fusarium*,  
 377 os dados se ajustaram ao modelo quadrático. Estimou-se que o tempo de máxima eficiência  
 378 no controle seria de 113,4 segundos, tendo sido reduzidos 37,5% da severidade da doença  
 379 causada por *F. falciforme* (Figura 1C). Para o *F. sulawesiense*, o tempo estimado de máxima  
 380 eficiência no controle foi de 144,0 segundos, reduzindo em 64,8% a severidade da doença  
 381 (Figura 1).

382 Para a firmeza da polpa, nos frutos inoculados com *F. falciforme* não houve diferença  
383 entre os tempos testados, com média de 5,78 N. Entretanto, para os frutos inoculados com *F.*  
384 *sulawesiense* a maior firmeza (7,77 N) seria observada no tempo de imersão estimado de 94,5  
385 segundos de imersão (Figura 1E). Os dados de pH e sólidos solúveis não apresentaram  
386 diferença estatística significativa.

387 Nas análises de peroxidase e polifenoloxidase, em ambas as espécies de *Fusarium*, os  
388 dados se ajustaram melhor ao modelo quadrático (Figura 2AC e 2BD). Nos frutos inoculados  
389 com *F. falciforme*, estimou-se que o tempo de máxima atividade da peroxidase seria de 68,8  
390 segundos, proporcionando  $68,5 \text{ U.E}^{-1} \text{ min}^{-1}/\text{g}$  de amostra (Figura 2A). Já para o *F.*  
391 *sulawesiense* o tempo de máxima eficiência seria de 61,6 s, proporcionando atividade de 71,3  
392  $\text{U.E}^{-1} \text{ min}^{-1}/\text{g}$  de amostra (Figura 2B). Para os frutos inoculados com *F. falciforme*, estimou-se  
393 que máxima atividade da polifenoloxidase seria atingida no tempo de 107,0 segundos,  
394 proporcionando atividade de  $3,7 \text{ U.E}^{-1} \text{ min}^{-1}/\text{g}$  de amostra (Figura 2C). Para o *F.*  
395 *sulawesiense*, o tempo estimado de máxima eficiência da polifenoloxidase seria de 71,8  
396 segundos, proporcionando atividade de  $3,9 \text{ U.E}^{-1} \text{ min}^{-1}/\text{g}$  de amostra (Figura 2D).

397

398



399

400 **Figura 2.** Atividade da Peroxidase (A e B *F. falciforme* e *F. sulawesiense*,  
 401 respectivamente) e Polifenoloxidase (C e D *F. falciforme* e *F. sulawesiense*, respectivamente,  
 402 em melão Gália, em função dos tempos de imersão dos frutos em água a 58°C.

403

404 Nos frutos inoculados com *F. falciforme*, os tempos de imersão de 120 e 150 segundos  
 405 proporcionaram redução da severidade da doença superior ao tratamento químico. Para o *F.*  
 406 *sulawesiense*, por sua vez, a imersão dos frutos a partir de 90 segundos não apresentou  
 407 diferença do tratamento químico (Tabela 1).

408

409 Na firmeza dos frutos, observou-se que todos os tempos de imersão testados  
 410 apresentaram resultados semelhantes ao tratamento químico, ou seja, os tempos de  
 411 termoterapia não causaram efeitos prejudiciais à firmeza da polpa (Tabela 1).

411

412

413

414 **Tabela 1.** Severidade, redução da doença, firmeza da polpa e atividade das enzimas  
 415 peroxidase e polifenoloxidase em melão Gália inoculados com *F. falciforme* e *F.*  
 416 *sulawesiense*, sob influência de diferentes tempos de imersão dos frutos em água a 58°C,  
 417 comparados individualmente ao tratamento químico (Imazalil).

Variável	Tempos (segundos)						Químico
	0	30	60	90	120	150	
<i>F. falciforme</i>							
Severidade	12,68*	8,94 <sup>ns</sup>	8,89 <sup>ns</sup>	8,49 <sup>ns</sup>	8,42 <sup>ns</sup>	8,33 <sup>ns</sup>	9,04
Redução	0,00*	27,74 <sup>ns</sup>	28,09 <sup>ns</sup>	33,96 <sup>ns</sup>	36,60*	36,72*	27,65
Firmeza	5,45 <sup>ns</sup>	6,16 <sup>ns</sup>	6,13 <sup>ns</sup>	5,58 <sup>ns</sup>	5,50 <sup>ns</sup>	5,66 <sup>ns</sup>	6,58
Peroxidase	52,80*	69,60 <sup>ns</sup>	68,82 <sup>ns</sup>	68,40 <sup>ns</sup>	53,56*	55,21*	66,57
Polifenoloxidase	2,50*	3,29*	3,50 <sup>ns</sup>	3,63 <sup>ns</sup>	3,58 <sup>ns</sup>	3,54 <sup>ns</sup>	4,50
<i>F. sulawesiense</i>							
Severidade	30,71*	25,28*	17,58*	12,03 <sup>ns</sup>	11,89 <sup>ns</sup>	9,71 <sup>ns</sup>	10,19
Redução	0,00*	25,31*	41,86*	59,15 <sup>ns</sup>	59,83 <sup>ns</sup>	67,00 <sup>ns</sup>	65,68
Firmeza	6,23 <sup>ns</sup>	7,07 <sup>ns</sup>	7,09 <sup>ns</sup>	8,16 <sup>ns</sup>	7,63 <sup>ns</sup>	7,26 <sup>ns</sup>	7,38
Peroxidase	66,44 <sup>ns</sup>	74,21 <sup>ns</sup>	72,30 <sup>ns</sup>	68,03 <sup>ns</sup>	67,59 <sup>ns</sup>	67,01 <sup>ns</sup>	65,88
Polifenoloxidase	3,53 <sup>ns</sup>	3,75 <sup>ns</sup>	3,72 <sup>ns</sup>	3,89 <sup>ns</sup>	3,82 <sup>ns</sup>	3,37 <sup>ns</sup>	3,50

418 \*Significa que houve diferença do tempo comparado ao químico. <sup>ns</sup> significa que não houve diferença do tempo  
 419 comparado ao químico de acordo com o teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

420

421 Observou-se que a atividade da peroxidase nos tempos 30, 60 e 90 segundos foram  
 422 equivalentes ao controle químico, nos frutos inoculados com *F. falciforme*. Além disso, não  
 423 houve diferença estatística entre os tratamentos analisados em relação ao tratamento químico  
 424 nos frutos inoculados com *F. sulawesiense* (Tabela 1).

425 Para os frutos inoculados com *F. falciforme*, a atividade da Polifenoloxidase foi  
 426 equivalente ao tratamento químico a partir da imersão por 60 segundos. Para os frutos  
 427 inoculados com *F. sulawesiense*, a atividade da polifenoloxidase foi igual ao tratamento  
 428 químico em todos os tempos (Tabela 1).

429

430

431

432 **5 DISCUSSÃO**

433

434 Os resultados demonstraram que o tratamento térmico, em todos os tempos testados,  
435 ocasionou redução na severidade da doença equivalente ao tratamento químico convencional  
436 para ambas as espécies avaliadas, *F. falciforme* e *F. sulawesiense*. Esta informação é de  
437 grande importância para os produtores de melão do Brasil, tendo em vista que o imazalil,  
438 produto utilizado atualmente no melão para controle de doenças pós-colheita, está em fase de  
439 banimento para uso na cultura do melão, e a termoterapia torna-se uma boa opção para o  
440 controle desses patógenos, além de não deixar resíduos, ajudando a cumprir as exigências do  
441 mercado europeu que importa o melão do brasileiro.

442 O tratamento térmico é um processo físico com ação direta e indireta sobre o  
443 patógeno, que provoca o derretimento das ceras epicuticulares que cobrem e selam as  
444 aberturas naturais, dificultando a penetração do patógeno nos frutos, reduz o grau de  
445 infestação de alguns microrganismos, erradicando ou enfraquecendo o patógeno, induz a  
446 síntese de compostos antifúngicos, como fitoalexinas e/ou proteínas, ativa as respostas de  
447 defesa do metabolismo secundário dos frutos, pode retardar o amadurecimento e diminuir  
448 desordens fisiológicas na armazenagem (PORAT et al., 2000; YUAN et al., 2013; AGHDAM  
449 & BODBODAK, 2014).

450 Nos tempos avaliados, a temperatura de 58°C não provocou alterações nos parâmetros  
451 de qualidade dos frutos, teor de sólidos solúveis e pH, além de não ocasionar manchas ou  
452 lesões físicas visíveis que pudessem reduzir seu valor comercial. Porém, houve redução na  
453 firmeza dos frutos nos maiores tempos testados. Há uma relação tempo-temperatura de  
454 sensibilidade para cada patógeno e hospedeiro. O tratamento térmico deve ser realizado  
455 dentro de uma faixa de temperatura e tempo de exposição que não cause danos à qualidade do  
456 fruto. De forma geral, sob temperaturas mais elevadas o tempo de exposição dos frutos ao  
457 tratamento térmico tende a ser menor, o contrário pode ocasionar danos à integridade física e  
458 nutricional do fruto (SIVAKUMAR & FALLIK, 2013).

459 Há relato de controle de *Fusarium oxysporum* com imersão de melão a 45°C (por 10,  
460 15, 20 e 25 minutos), sem afetar a qualidade dos frutos (SUI et al., 2014). Entretanto,  
461 temperaturas baixas e tempos longos de tratamento térmico, apesar de eficientes, demandam  
462 muito tempo e oneram o processo de pós-colheita. Outro trabalho utilizando métodos físicos  
463 relatou o escurecimento na epiderme dos frutos de melão Gália tratados com termoterapia a  
464 70°C por 15 segundos (TERÃO et al., 2021). Neste caso, a elevada temperatura em função de

465 menores tempos de imersão ocasionou manchas nos frutos, comprometendo a qualidade.

466 É interessante atentar-se para a economia que um tratamento eficiente utilizando  
467 tempos menores traria ao produtor. Sugere-se, então, optar por um tempo mais viável  
468 economicamente, partindo do pressuposto de que, com a utilização de um tempo menor, seria  
469 possível o tratamento de uma maior quantidade de frutos em determinado período (USALL et  
470 al., 2016).

471 A termoterapia promoveu aumento na atividade enzimática (peroxidase e  
472 polifenoxidase) nos menores tempos avaliados. No processo de indução de defesa de frutos  
473 contra patógenos, há produção de substâncias, como as enzimas peroxidase (POX) e  
474 polifenoxidase (PPO), que estão relacionadas ao estresse oxidativo. O ataque de patógenos,  
475 assim como o estresse térmico ocasionado pela termoterapia, pode provocar uma explosão  
476 oxidativa no fruto, culminando na produção de ERO's, principalmente o peróxido de  
477 hidrogênio ( $H_2O_2$ ), o ânion superóxido ( $O_2^-$ ) e radicais hidroxila (OH), que podem atuar de  
478 diferentes maneiras durante a resposta de defesa das plantas e acionar as enzimas de defesa  
479 (OLIVEIRA et al., 2016; AMORIM et al., 2018).

480 Assim, as ERO's podem possuir ação direta sobre o patógeno, inibindo seu  
481 desenvolvimento, ou indiretamente fortalecendo a parede celular, por beneficiar a formação  
482 de ligações cruzadas com proteínas estruturais, fortalecendo a integridade da membrana  
483 plasmática devido à redução da sua fluidez. Além disso, a formação de peróxido de  
484 hidrogênio ( $H_2O_2$ ), a espécie reativa de oxigênio mais estável e prontamente transportada  
485 através da membrana, pode ter efeitos sobre a expressão de genes requeridos para a ativação  
486 da resistência, ou pode formar ácido jasmônico, um mensageiro secundário (AMORIM et al.,  
487 2018).

488 Todavia, quando há um desequilíbrio entre produção e eliminação de ERO's, essa  
489 relação torna-se tóxica para as células vegetais, ocasionando a peroxidação lipídica e a morte  
490 das células (SIVAKUMAR & FALLIK, 2013). Dessa forma, as células contam com um  
491 arsenal de antioxidantes, compostos por enzimas como a POX e PPO, que atuam  
492 transformando as ERO's em moléculas não tóxicas, protegendo os tecidos contra os danos  
493 oxidativos (QUADROS et al., 2019).

494 Observa-se que em temperaturas elevadas em conjunto com tempos prolongados  
495 podem ocasionar redução ou desnaturação de enzimas. Os resultados observados em  
496 cultivares de maçã tratadas termicamente corroboram com os do presente estudo, sendo a  
497 enzima PPO totalmente inativada após 10 minutos a  $75^\circ C$  e a POX reduzindo a atividade até  
498 85% nas mesmas condições (VALDERRAMA et al., 2001). O mesmo aconteceu com o

499 melão Gália: utilizando o tratamento térmico, com o aumento da relação tempo-temperatura e  
500 no decorrer dos dias de armazenamento, houve redução da atividade da POX e PPO (TERÃO  
501 et al. 2021). Com isso, pode-se observar que a termoterapia promove o mecanismo de defesa  
502 das células vegetais por meio do aumento da atividade enzimática até certo ponto, podendo  
503 ser desnaturada ou ter sua atividade reduzida pelo excesso de tempo de exposição a  
504 determinada temperatura, ou pela redução do metabolismo vegetal durante o tempo de  
505 armazenamento.

506

## 507 **6 CONCLUSÕES**

508

509 O tempo de 90 segundos foi o menor tempo testado capaz de promover redução da  
510 severidade equivalente ao controle químico nos dois isolados estudados, *F. falciforme* e *F.*  
511 *sulawesiense*.

512 Os parâmetros de qualidade pós-colheita não foram afetados pelos tempos testados,  
513 exceto a firmeza dos frutos.

514 Considerando os tempos testados (0, 30, 60, 90, 120, 150 segundos), quanto maior o  
515 tempo de exposição dos frutos ao tratamento térmico, maior a porcentagem de redução da  
516 severidade da doença.

517 A termoterapia promoveu aumento na atividade das enzimas PPO e POX a partir da  
518 imersão por 30 segundos, que atingiu um pico de produção e decresceu mediante aumento do  
519 tempo de exposição dos frutos ao tratamento térmico.

520

## REFERÊNCIAS

- AGHDAM, M. S.; BODBODAK, S. Postharvest heat treatment for mitigation of chilling injury in fruits and vegetables. **Food Bioprocess Tech**, v. 7, p. 37–53, 2014.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO, A. B. **Manual de Fitopatologia**, v. 1, p. 283-436, 2018.
- ALVES, V. E. L.; AQUINO, J. R.; SILVA FILHO, R. I. A modernização da fruticultura irrigada e seus impactos socioeconômicos e ambientais no Vale do Açu/RN. **Revista GeoInterações**, v. 2, n. 1, p. 35-56, 2018.
- ANUÁRIO. **Anuário Brasileiro de Horti & Fruti 2022**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2021. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2022/>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- ARAÚJO, M. B. M. et al. Fusarium rot of melon is caused by several *Fusarium* species. **Plant Pathology**, v. 70, n. 3, p. 712–721, 2021.
- ARAÚJO, M. B. M. **Species of *Fusarium* causing peduncular rot in melon in Brazil and alternative management methods**. 2020. 91f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2020. Disponível em: <https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2021/01/TESE-Maria-Bruna-Medeiros-Ara%C3%BAjo-26-11-2020.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2021.
- BENATO, A. E.; BELLETI, T. C.; TERÃO, D.; FRANCO, D. A. S. Óleos essenciais e tratamento térmico no controle de bolor verde em laranja. **Summa Phytopathology, Botucatu**, v. 44, n. 1, p. 65-71, 2018.
- BENATO, A. E.; CIA, P.; SOUZA, N. L. Manejo de doenças de frutas pós-colheita. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 9, p. 403-440. 2001.
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. Análises químicas e bioquímicas em plantas. **CEP**, v. 52171, p. 900, 2011.
- BRITO, E. S. **Avaliação da capacidade antioxidante de variedades de melão (*cucumis melo* L.) comercializadas no Brasil e determinação do teor de glutathione reduzida (GSH)**. 2017. 130f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.
- CAMPOS, A. D.; FERREIRA, A. G.; HAMPE, M. M. V.; ANTUNES, I. F.; BRANCÃO, N.; SILVEIRA, E. P.; OSÓRIO, V. A.; AUGUSTIN, E. Atividade de peroxidase e polifenoloxidase na resistência do feijão à antracnose. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 7, p. 637-643, 2004.
- DALASTRA, G. M.; ECHER, M. M.; KLOSOWSKI, E. S.; HACHMANN, T. L. Produção e qualidade de três tipos de melão, variando o número de frutos por planta. **Revista Ceres**, v. 63, p. 523-531, 2016.

DEUS, J. A. L. et al. Fertilizer recommendation system for melon based on nutritional balance. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, p. 498-511, 2015.

DIAS, R. C. S.; TERÃO, D. Doenças das cucurbitáceas. IN: OLIVEIRA, S. M. A. O.; TERÃO, D.; DANTAS, S. A.; TAVARES, S. C. C. H. (org.). **Patologia pós-colheita Frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 595-627.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA) et al. Updated review of the existing maximum residue levels for imazalil according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005 following new toxicological information. **EFSA Journal**, v. 16, n. 10, p. 5453, 2018.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. 2022. **The agricultural production domain covers**. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 27 mai. 2022.

FILHO, F. O. et al. Effect of pulsed light on postharvest disease control-related metabolomic variation in melon (*Cucumis melo*) artificially inoculated with *Fusarium pallidoroeseum*. **PLOS ONE**, v. 15, n. 4, p. 97, 2020.

FISCHER, I. H.; PALHARINI, M. C. A.; FILETI, M. S.; NOGUEIRA JÚNIOR, A. F.; PARISI, M. C. M. Tratamentos alternativos no controle da antracnose e sobre a qualidade de goiabas 'Pedro Sato'. **Summa Phytopathologica**, v. 42, p. 333-339, 2016.

FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. Cultura do melão. In: FONTES, P. C. R. (org.). **Olericultura: Teoria e prática**. 2<sup>a</sup> ed., Editora UFV, Viçosa, 2005. p. 407-428.

GADELHA, J. C. **Controle preventivo e curativo da podridão pós-colheita de frutos de melão com produto alternativo**. 2002. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Ceará. Universidade Federal do Ceará, 2002.

HE, J. et al. Chemical and biological transformations for detoxification of trichothecene mycotoxins in human and animal food chains: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, n. 2, p. 67 – 76, 2010.

HUANG, Y. et al. Foliar Application of Acibenzolar-S-Methyl and Protection of Postharvest Rock Melons and Hami Melons from Disease. **European Journal of Plant Pathology**, v. 106, n. 7, p. 651–656, 1<sup>o</sup> set. 2000.

KFOURY, M. et al. Solubility, photostability and antifungal activity of phenylpropanoids encapsulated in cyclodextrins. **Food Chemistry**, v. 196, n. 1, p. 518- 525, 2016.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Produção Agrícola Municipal**, 2020, Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 27 mai. 2022.

INTANA, W.; KHEAWLENG, S.; SUNPAPAO, A. Trichoderma asperellum T76-14 Released Volatile Organic Compounds against Postharvest Fruit Rot in Muskmelons (*Cucumis melo*) Caused by *Fusarium incarnatum*. **J. Fungi**, v. 7, p. 46, 2021.

LEIDA, C.; MOSER, C.; ESTERAS, C.; SULPICE, R.; LUNN, J. E.; LANGEN, F.; MONFORTE, A. J.; PICO, B. Variability of candidate genes, genetic structure and association with sugar accumulation and climacteric behavior in a broad germplasm collection of melon (*Cucumis melo* L.). **BMC Genetics**, v. 16, n. 28, p. 1-17, 2015.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **The *Fusarium* Laboratory Manual**. Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing, 2006.

LIMA, E. N.; OSTER, A. H. ; BORDALLO, P. N.; ARAÚJO, A. A. C.; SILVA, D. E. M.; LIMA, C. S. A novel lineage in the *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex is one of the causal agents of fusarium rot on melon fruits in Northeast Brazil. **Plant Pathology**, v. 70, p. 133-143, 2021.

MAHDIKHANI, M.; DAVOODI, A. Evaluation of biocontrol potential of rhizosphere antagonist bacterial strains on *Fusarium* wilt and plant growth in muskmelon plants. **American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, v. 10, p. 15–24, 2016.

MALHIPOUR, A.; GILBERT, J.; PIERCEY-NORMORE, M.; CLOUTIER, S. Molecular phylogenetic analysis, trichothecene chemotype patterns, and variation in aggressiveness of *Fusarium* isolates causing head blight in wheat. **Plant Disease**, v. 96, n. 7, p. 1016-1025, 2012.

MANGOLIN, G. S. et al. Tratamento hidrotérmico no controle de podridão peduncular em mamão papaya Hydrothermal treatment in the control of papaya peduncular rot. **Braz. J. Anim. Environ. Res.**, v. 2, n. 5, p. 1615-1623, 2019.

MANGOLIN, G. S.; KONDA, E. T.; BAPTISTA, R. Z.; TERÃO, D. Tratamento hidrotérmico no controle de podridão peduncular em mamão papaya. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., 2018, Campinas. Anais... Campinas: IAC: ITAL: APTA; Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2018.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Agrofit. Disponível em: [https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 17 abr. 2022.

MULLER, N. G.; FASOLO, D.; PINTO, F. P; BERTÊ, R.; MULLER, F. C. Potencialidades fitoquímicas do melão (*Cucumis melo* L.) na região Noroeste do Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, p. 194-198, 2013.

NASCIMENTO, F. V.; SANTOS, M. C.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; BARTNICKI, V. A. Hidrotermia e radiação UV-C no controle de patógenos de manga e melão. **Summa Phytopathology**, v. 40, p. 313–317, 2014.

NEGREIROS, R. J. Z.; SALOMÃO, L. C. C.; PEREIRA, O. L.; CECON, 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. 51-58, 2013.

NERY-SILVA, F. A. et al. Controle químico da podridão peduncular de mamão causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 3, p. 519-524, 2001.

OLIVEIRA, E. F.; SANTOS, P. R. R.; SANTOS, G. R. Seeds of weeds as an alternative host of phytopathogens. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 85, n. 0, 2018.

OLIVEIRA, M. D. M.; VARANDA, C. M. R.; FÉLIZ, M. R. F. Induced resistance during the interaction pathogen x plant and the use of resistance inducers. **Phytochemistry Letters**, Rochester, v. 15, p. 152-158, 2016.

OLIVEIRA, M. J. D.; LARANJEIRA, D.; CÂMARA, M. P. S.; LARANJEIRA, F. F.; ARMENGOL, J.; MICHEREFF, S. J. Effects of wounding, humidity, temperature, and inoculum concentrations on the severity of corky dry rot caused by *Fusarium semitectum* in melon fruits. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 36, p. 281-289, 2014.

OSTER, A. H. Luz ultravioleta pulsada no controle de podridão pós-colheita e na qualidade de melão para exportação. **Embrapa Agroindústria Tropical – Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**. (Boletim de pesquisa, 173), 2018.

PORAT, R.; PAVONCELO, D.; PERETZ, Y.; WEISS, B.; COHEN, L.; BEN-YEHOSHUA, S.; FALLIK, E.; DROBY, S.; LURIE, S. Induction of resistência contra *Penicillium digitatum* e dano por frio em toranja Star Ruby por um curto tratamento de escovação com água quente. **J. Hort. Sci. Biotecnologia**, v. 75, p. 428-432, 2000.

PORAT, R.; BEN-YEHOSHUA, Shimshon. Heat treatments to reduce decay. **Journal: Environmentally Friendly Technologies for Agricultural Produce Quality**, p. 11-42, 2005.

PRUSKY, D.; LICHTER, A. Mechanisms modulating fungal attack in post-harvest pathogen interactions and their control. **European Journal of Plant Pathology**, Netherlands, v. 121, p. 281-289, 2008.

QUADROS, F. M.; GARCÉS-FIALLOS, F. R.; BORBA, M. C.; FREITAS, M. B.; STADNIK, M. J. *Fusarium oxysporum* affects differently the hydrogen peroxide levels and oxidative metabolism in susceptible and resistant bean roots. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, East Lansing, v. 106, p. 1-6, 2019.

R-CORE-TEAM (2020). **R: A language and environment for statistical computing**, R. Foundation for Statistical Computing, Viena.

RAMOS, B.; MILLER, F. A.; BRANDÃO, T. R. S.; TEIXEIRA, P.; SILVA, C. L. M. Fresh fruits and vegetables: an overview on applied methodologies to improve its quality and safety. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 20, p. 1-15, 2013.

SALVINO, A. M. et al. **A cultura do melão**. 3. ed. rev. e atual. Brasília-DF: Embrapa. 2017. Coleção plantar, 76.

SANTOS, G. R.; TSCHOEKE, P. H.; SARMENTO, R. A.; OLIVEIRA, E. E.; RODRIGUES SILVA, N.; DALCIN, M. S.; HADDI, K.; SILVA, R. S. Impact of growing seasons and pesticides used on the occurrence and severity of the gummy stem blight in melon cultivation in Brazil. **Eur. J. Plant Pathol**, p. 1-14, 2021.

SCHIRRA, M.; D'AQUINO, S.; CABRAS, P.; ANGIONI, A. Control of postharvest diseases of fruit by heat and fungicides: efficacy, residue levels, and residue persistence. A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 8531–8542, 2011.

SCHIRRA, M.; D'HALLEWIN, G.; BEN-YEHOSHUA, S.; FALLIK, E. Host-pathogen interactions modulated by heat treatment. **Postharvest Biology and Technology**, v. 21, p. 71–85, 2000.

SIVAKUMAR, D.; FALLIK, E. Influence of heat treatments on quality retention of fresh and fresh-cut produce. **Food Reviews International**, v. 29, n. 3, p. 294–320, 2013.

SNOWDON, A.L. **A colour atlas of postharvest diseases and disorders of fruits and vegetables: general introduction and fruits**. London. Wolfe Scientific. 1990.

SUI, Y.; DROBY, S.; ZHANG, D.; WANG, W.; LIU Y. Reduction of Fusarium rot and maintenance of fruit quality in melon using eco-friendly hot Trop. plant pathol. water treatment. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 21, p. 13956–13963, 2014.

TERÃO, D.; FORNER, C.; MAIA, A. H. N.; BETTIOL W. Potential use of bioagents in the control of postharvest rot in melon. **Acta Horticulturae**, v. 1053, p. 65–74, 2014.

TERÃO, D. et al. Alternative strategy on control of postharvest diseases of mango (*Mangifera indica* L.) by use of low dose of ultraviolet-C irradiation. **Food Engineering Reviews**, v. 7, p. 171–175, 2015.

TERAO, D. et al. Integração de fungicidas à refrigeração no controle de podridão pós-colheita em frutos de meloeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 89–93, 2006.

TERÃO, D. et al. Manejo da podridão de melão pelo controle do amadurecimento através do 1-MCP, sob duas condições de armazenamento. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 2, p. 110–115, 2009.

TERÃO, D.; NECHET, K. L.; FRIGHETTO, R. T. S. et al. Controle da podridão do *Fusarium* no melão Galia e preservação da qualidade da fruta com radiação UV-C e tratamentos de água quente. **Trop. plant pathol**, v. 46, p. 350–359, 2021.

TOMAZ, H. V. Qualidade pós-colheita de diferentes híbridos de melão amarelo armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 987–994, 2009.

USALL, J. et al. Physical treatments to control postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 122, p. 30–40, dez. 2016.

VALDERRAMA, P.; FABIANE, M.; CLEMENTE, E. Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). **Food Science and Technology**, v. 21, p. 321–325, 2001.

VENDRUSCOLO, E. P.; MONTELO, L. S.; MARTINS, A. P. B.; CAMPOS, L. F. C.; SEMENSATO, L. R.; SELEGUINI, A. Número de folhas por planta e ponto de colheita para produção de mini melão Cantaloupe. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 22–27, 2016.

VERÁS, M. L. M.; ARAÚJO, F. F.; GOMES JUNIOR, J.; FINGER, F. L. Enzymatic activity and post-harvest quality of 'Galia' melon under storage temperatures and modified atmosphere. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 1, p. 1-6. 2019.

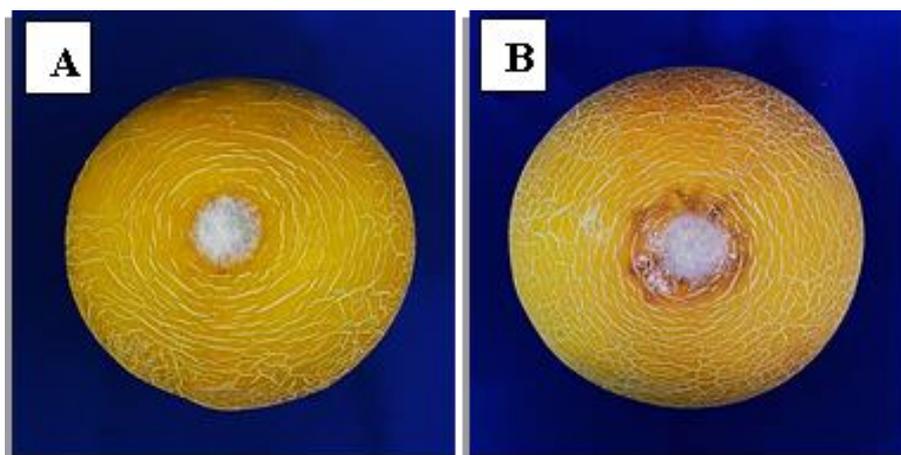
YUAN L, BI Y, GE Y, WANG Y, LIU Y, LI G. A imersão em água quente pós-colheita reduz a deterioração por induzir resistência a doenças e manter a firmeza em frutos de melão (*Cucumis melo* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 161, p. 101–110, 2013.

YUSHU, Z., GUO, Q., YANAN, Z., YUTING, L., XUEZHENG, W. Controlling fusarium wilt disease in melon (*Cucumis melo* L.) Using tillered onion bulb extract. **Pakistan Journal of Botany**, v. 49, p. 1615-1623, 2017.

ZACCARDELLI, M. et al. Characterization of Italian Isolates of *Fusarium semitectum* from Alfalfa (*Medicago sativa* L.) by AFLP Analysis, Morphology, Pathogenicity and Toxin Production. **Journal of Phytopathology**, v. 154, n. 7–8, p. 454–460, 2006.

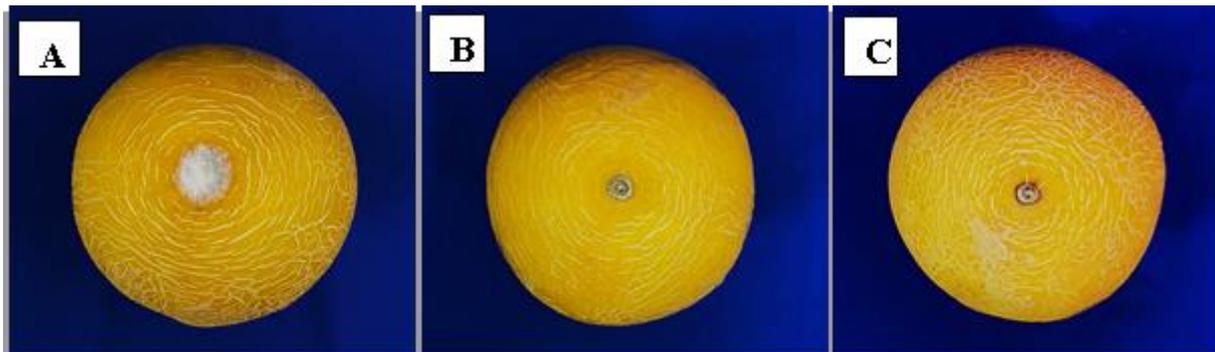
## **APÊNDICES**

APÊNDICE A – Sintomas de *F. falciforme* e *F. sulawesiense* em melão tipo Gália.



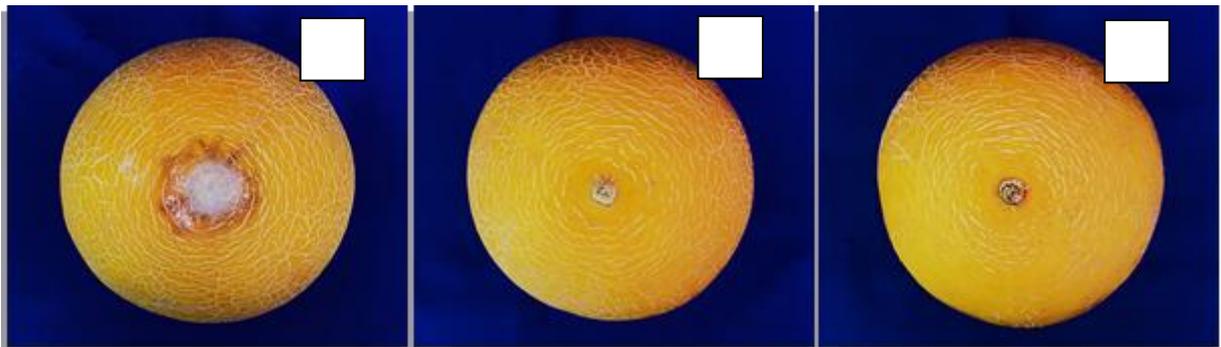
A= *F. falciforme* e B= *F. sulawesiense*.

**APÊNDICE B – Sintomas de *F. falciforme* em melão tipo Gália.**



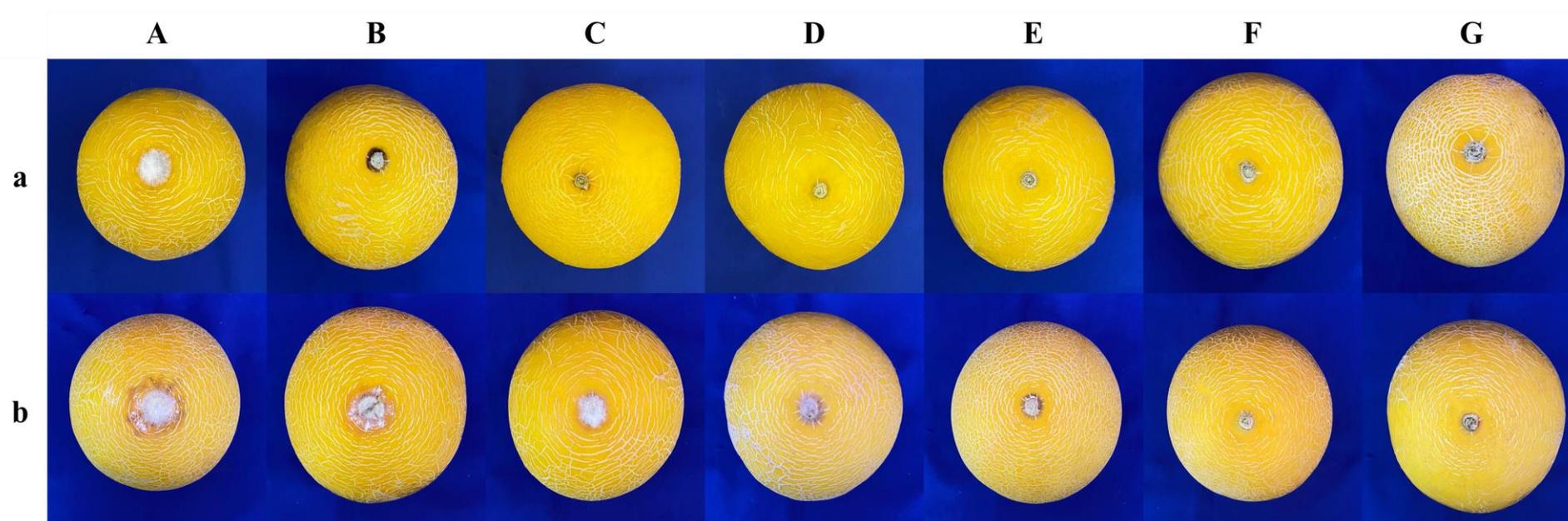
Sintomas de *Fusarium falciforme* em melão tipo Gália. A= Testemunha, B= Imersão em água a 58°C por 150 segundos e C= Controle positivo com aplicação de Imazalil.

**APÊNDICE C – Sintomas de *F. sulawesiense* em melão tipo Gália.**



Sintomas de *Fusarium sulawesiense* em melão tipo Gália. A= Testemunha, B= Imersão em água a 58°C por 150 segundos e C= Controle positivo com aplicação de Imazalil.

**APÊNDICE D – Efeito dos tratamentos na severidade da doença causada por *F. falciforme* e *F. sulawesiense* em melão tipo Gália.**



Efeito dos tratamentos na severidade da doença causada por *F. falciforme* e *F. sulawesiense* em melão tipo Gália A= Testemunha; B= Imersão por 30 segundos; B= Imersão por 30 segundos; C= Imersão por 60 segundos; D= Imersão por 90 segundos; E= Imersão por 120 segundos; F= Imersão por 150 segundos; G= Controle positivo com uso do fungicida Imazalil. a= *F. falciforme* e b= *Fusarium Sulawesiense*.