



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

FRANCISCA ELISÂNGELA MANIÇOBA

**COMPONENTES DE ADAPTABILIDADE, PATOGENICIDADE DE *Fusarium* spp. A
MELOEIRO E SENSIBILIDADE A FUNGICIDAS**

MOSSORÓ

2022

FRANCISCA ELISÂNGELA MANIÇOBA

**COMPONENTES DE ADAPTABILIDADE, PATOGENICIDADE DE *Fusarium* spp A
MELOEIRO E SENSIBILIDADE A FUNGICIDAS**

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: Proteção de Plantas/Fitopatologia

Orientador: Prof. D. Sc. Rui Sales Júnior

Coorientadora: Prof^a. D. Sc. Andréia Mitsa Paiva Negreiros

MOSSORÓ

2022

© Todos os direitos estão reservados a 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 tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M278c Maniçoba, Francisca Elisângela Maniçoba.
Componentes de adaptabilidade, patogenicidade
de *Fusarium* spp. a meloeiro e sensibilidade a
fungicidas / Francisca Elisângela Maniçoba. -2022.
52 f. : il.

Orientador: Rui Sales Júnior.
Coorientadora: Andréia Mitsa Paiva Negreiros.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2022.

1. Controle. 2. Cucurbitáceas. 3. Frutos. 4.
Fungos. 5. Pós-colheita. I. Sales Júnior, Rui,
orient. II. Negreiros, Andréia Mitsa Paiva, co-
orient. III. Título.

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

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

FRANCISCA ELISÂNGELA MANIÇOBA

**COMPONENTES DE ADAPTABILIDADE, PATOGENICIDADE DE *Fusarium* spp A
MELOEIRO E SENSIBILIDADE A FUNGICIDAS**

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: Proteção de Plantas/Fitopatologia

Defendida em: 25/03/2022

BANCA EXAMINADORA

RUI SALES

JUNIOR:87634325449

Assinado de forma digital por RUI
SALES JUNIOR:87634325449
Dados: 2023.03.02 09:14:17 -03'00'

Prof. D. Sc. Rui Sales Júnior (UFERSA)

Presidente

Andréia Mitsa Paiva
Negreiros

Assinado de forma digital por Andréia
Mitsa Paiva Negreiros
Dados: 2023.03.02 11:26:19 -03'00'

Prof^a. D. Sc. Andréia Mitsa Paiva Negreiros (UFERSA)

Membro Examinador

MARCIA MICHELLE DE QUEIROZ
AMBROSIO:96726539487

Assinado de forma digital por MARCIA MICHELLE
DE QUEIROZ AMBROSIO:96726539487
Dados: 2023.03.02 09:37:50 -03'00'

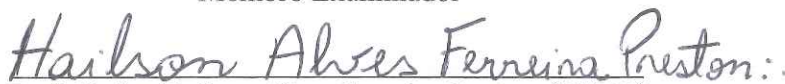
Prof^a. D. Sc. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio (UFERSA)

Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 ERIKA VALENTE DE MEDEIROS
Data: 02/03/2023 10:29:40-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof^a. D. Sc. Erika Valente de Medeiros (UFAPE)

Membro Examinador



Prof. D. Sc. Hailson Alves Ferreira Preston (UFRN)

Membro Examinador

*Aos meus pais, Maria Aparecida Maniçoba e Benedito Erlí Vito da Silva.
Com amor,
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser fonte de amor e por estar sempre comigo, transmitindo paz e tranquilidade quando eu mais preciso.

Aos meus pais, Maria Aparecida Maniçoba e Benedito Erlí Vito da Silva, por todo amor, cuidado, apoio e paciência que tiveram comigo durante esse tempo de mestrado.

Aos meus irmãos, Eliana, Elias, Elisiana e Elisiel, pelo cuidado, carinho e por todas as orações direcionadas para mim.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), por fornecer a infraestrutura necessária para realização desta pesquisa e, ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de cursar uma Pós-Graduação gratuita e de qualidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador Prof. D. Sc. Rui Sales Júnior e coorientadora Prof^a. D. Sc. Andréia Mitsa Paiva Negreiros, pela oportunidade, confiança, paciência e carinho que tiveram comigo. Sou muito grata aos dois.

A Prof^a. D. Sc. Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, pela disponibilidade e ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

A Prof^a. D. Sc. Patrícia Ligia Dantas de Moraes, pela disponibilização do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita.

A Empresa Brazil Melon, pela concessão dos frutos para realização deste trabalho.

Ao pessoal do Laboratório de Fitopatologia II da UFERSA, Allinny Cavalcante, Abner, Breno Holanda, Cynthia Santos, Dariane Viana, Gilmara Vitória, Hiago Souza, Liliana Misa, Maria Tereza, Moisés Tavares, Naama Melo e Sara Oliveira, pelos sorrisos, apoio e ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos que estiveram presentes, me apoiando, Daiane Emanuele, Gilson Dias e Gilcéia Amaral. Sou grata pela amizade de cada um.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho e para a minha formação profissional e também pessoal.

Ter fé e ver coragem no amor.

(Los Hermanos)

RESUMO

A cultura do meloeiro ocupa lugar de destaque na fruticultura nacional, tendo a região Nordeste como principal produtora e exportadora do país. A podridão causada por fungos do gênero *Fusarium* é uma das principais doenças pós-colheita de melão, pois interferem na qualidade e comercialização de frutos. O trabalho objetivou estudar os componentes de adaptabilidade (temperatura, pH e salinidade) e a patogenicidade de quatro espécies de *Fusarium* de complexos diferentes (*Fusarium falciforme* – FSSC, *F. kalimantanense* – FOSSC, *F. pernambutanum* e *F. sulawesiense* – FIESC) em plantas e frutos de melão amarelo, bem como a sensibilidade *in vitro* e *in vivo* destas espécies a fungicidas. Os experimentos foram divididos em duas etapas. Na primeira etapa avaliou-se o crescimento micelial *in vitro* de *Fusarium* spp. em diferentes níveis de temperaturas (5 a 45°C), pHs (5 a 9) e salinidades (0 a 1000 mM de NaCl) e a patogenicidade destas espécies em plantas e frutos de melão amarelo. Na segunda etapa, avaliou-se a sensibilidade *in vitro* e *in vivo* de *Fusarium* spp. aos fungicidas Azoxistrobina + Fludioxonil (Graduate A+®), Imazalil (Magnate®) e Tiabendazol (Tecto®). Na sensibilidade *in vivo* os frutos foram inoculados no pedúnculo e epicarpo de forma separada e tratados com os fungicidas. O delineamento utilizado em todos os experimentos foi o inteiramente casualizado. Para os dados paramétricos foi realizada uma ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey e, para os dados não paramétricos, a análise estatística foi realizada através do teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dunn. Para os dados quantitativos foi realizada análise de regressão. Os resultados mostraram temperaturas ótimas variando de 20,9 a 28,7°C e pH ótimo variando de 6,10 a 8,37 para todas as espécies. As concentrações de NaCl testadas reduziram significativamente o crescimento micelial *in vitro* para todos os isolados. Todas as espécies foram patogênicas às plantas e frutos de melão amarelo, sendo *F. falciforme* considerada a espécie mais agressiva, apresentando o maior índice de severidade da doença em plantas e frutos (43,3% e 62,5%, respectivamente). A espécie *F. sulawesiense* apresentou alta sensibilidade *in vitro* a dois fungicidas (Azoxistrobina + Fludioxonil e Imazalil), estes fungicidas foram considerados altamente fungitóxicos para esta espécie, apresentando valores da EC₅₀ abaixo de 1 mg/L de i.a. Os frutos inoculados com *F. falciforme* (FSSC) apresentaram uma redução da severidade da doença no pedúnculo e epicarpo quando tratados com os fungicidas Tecto® e Graduate A+®, respectivamente. Estes fungicidas foram responsáveis pelo o menor índice de severidade da doença no pedúnculo (9,0% em relação a 33,0% do controle positivo) e epicarpo (0,0% em relação a 26,9% do controle positivo). Este estudo fornece informações relevantes aos pesquisadores e produtores de melão sobre o crescimento micelial das espécies de *Fusarium* e sua sensibilidade a fungicidas, auxiliando nas estratégias de manejo da podridão causada por estas espécies.

Palavras-chave: Controle. Cucurbitáceas. Frutos. Fungos. Pós-colheita.

ABSTRACT

The melon crop occupies a prominent place in the national fruit industry, with the Northeast region as the main producer and exporter of the country. Rot caused by fungi of the genus *Fusarium* is one of the main post-harvest diseases of melons, as they interfere with fruit quality and commercialization. This work aimed to study the adaptability components (temperature, pH and salinity) and the pathogenicity of four *Fusarium* species from different complexes (*Fusarium falciforme* - FSSC, *F. kalimantanense* - FO SC, *F. pernambucanum* and *F. sulawesiense* - FIESC) on yellow melon plants and fruits, as well as the in vitro and in vivo sensitivity of these species to fungicides. The experiments were divided into two stages. In the first step, we evaluated the in vitro mycelial growth of *Fusarium* spp. at different temperature levels (5 to 45°C), pHs (5 to 9) and salinities (0 to 1000 mM NaCl) and the pathogenicity of these species on yellow melon plants and fruits. In the second step, the in vitro and in vivo sensitivity of *Fusarium* spp. to the fungicides Azoxystrobin + Fludioxonil (Graduate A+®), Imazalil (Magnate®) and Thiabendazole (Tecto®) was evaluated. In the in vivo sensitivity, the fruits were inoculated in the peduncle and epicarp separately and treated with fungicides. The design used in all experiments was entirely randomized. For parametric data, an ANOVA was performed and the means were compared using Tukey's test and, for non-parametric data, statistical analysis was performed using the Kruskal-Wallis test, followed by Dunn's test. For quantitative data, regression analysis was performed. The results showed optimum temperatures ranging from 20.9 to 28.7°C and optimum pH ranging from 6.10 to 8.37 for all species. The NaCl concentrations tested significantly reduced in vitro mycelial growth for all isolates. All species were pathogenic to yellow melon plants and fruits, with *F. falciforme* considered the most aggressive species, showing the highest rate of disease severity on plants and fruits (43.3% and 62.5%, respectively). *Fusarium sulawesiense* showed high in vitro sensitivity to two fungicides (Azoxystrobin + Fludioxonil and Imazalil), these fungicides were considered highly fungitoxic for this species, showing EC₅₀ values below 1 mg/L of a.i. Fruits inoculated with *F. falciforme* (FSSC) showed a reduction in disease severity on the peduncle and epicarp when treated with the fungicides Tecto® and Graduate A+®, respectively. These fungicides were responsible for the lowest severity of disease on the peduncle (9.0% compared to 33.0% of the positive control) and epicarp (0.0% compared to 26.9% of the positive control). This study provides relevant information to researchers and melon producers about the mycelial growth of *Fusarium* species and their sensitivity to fungicides, helping in the management strategies of the rot caused by these species.

Keywords: Control. Cucurbits. Fruits. Fungi. Post-harvest.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Teste de patogenicidade em plantas de meloeiro. A = plantas de meloeiro amarelo; B = Transplântio de mudas para os vasos; C = Inoculação com suspensão de conídios no colo da planta; D = Visão geral do experimento montado.....	25
Figura 2	–	Sensibilidade <i>in vivo</i> de <i>Fusarium</i> spp. em frutos de melão. A = Inoculação de <i>Fusarium</i> spp. no pedúnculo do fruto; B = Aplicação de fungicida no epicarpo do fruto; C = Câmara úmida na qual os frutos foram submetidos; D = Visão geral do experimento montado.....	29
Figura 3	–	Regressão e coeficiente de determinação (R^2) de isolados de <i>Fusarium</i> spp. y = ajustado com os valores da taxa de crescimento micelial (TCM) em diferentes temperaturas, pHs e salinidades. Tótima = temperatura ótima para o crescimento micelial de <i>Fusarium</i> spp. calculado a partir da equação de regressão. pHótimo = potencial ótimo de íon hidrogênio para o crescimento micelial de <i>Fusarium</i> spp. calculado a partir da equação de regressão.....	31
Figura 4	–	Índice de severidade da doença (%) em plantas de meloeiro amarelo inoculados com espécies de <i>Fusarium</i>	33
Figura 5	–	Patogenicidade em plantas de meloeiro. A = Inoculação com <i>F. falciforme</i> ; B = Inoculação com <i>F. kalimantanense</i> ; C = Inoculação com <i>F. pernambucanum</i> ; D = Inoculação com <i>F. sulawesiense</i>	33
Figura 6	–	Índice de severidade da doença (%) em frutos de melão amarelo inoculados com espécies de <i>Fusarium</i>	35
Figura 7	–	Patogenicidade em frutos de melão. A = Inoculação com <i>F. falciforme</i> ; B = Inoculação com <i>F. kalimantanense</i> ; C = Inoculação com <i>F. pernambucanum</i> ; D = Inoculação com <i>F. sulawesiense</i>	35
Figura 8	–	Regressão, coeficiente de determinação (R^2) e metade da concentração máxima efetiva (EC_{50}) de cada <i>Fusarium</i> spp. para o ingrediente ativo Azoxistrobina + Fludioxonil, Imazalil e Tiabendazol. y = ajustado com os valores da porcentagem de inibição de crescimento (PIC) em concentrações de 0,01, 0,1, 1, 10 e 100 mg/L a.i. EC_{50} = 50% de inibição do crescimento micelial calculada a partir da equação de regressão.....	36
Figura 9	–	Sensibilidade <i>in vivo</i> de <i>Fusarium</i> spp. inoculados no pedúnculo. A = Testemunha positiva de <i>F. falciforme</i> ; B = Testemunha positiva de <i>F. kalimantanense</i> ; C = Testemunha positiva de <i>F. pernambucanum</i> ; D = Testemunha positiva de <i>F. sulawesiense</i> ; 1A, 2A e 3A = Frutos inoculados com <i>F. falciforme</i> e tratados com Graduate A+ [®] , Magnate [®] e Tecto [®] , respectivamente; 1B, 2B, e 3B = Frutos inoculados com <i>F. kalimantanense</i> e tratados com Graduate A+ [®] , Magnate [®] e Tecto [®] , respectivamente; 1C, 2C e 3C = Frutos inoculados com <i>F. pernambucanum</i> e tratados com Graduate A+ [®] , Magnate [®] e Tecto [®] , respectivamente; 1D, 2D e 3D = Frutos inoculados com <i>F. sulawesiense</i> e tratados com Graduate A+ [®] , Magnate [®] e Tecto [®] , respectivamente.....	39

Figura 10 – Sensibilidade *in vivo* de *Fusarium* spp. inoculados no epicarpo. A = Testemunha positiva de *F. falciforme*; B = Testemunha positiva de *F. kalimantanense*; C = Testemunha positiva de *F. perambucanum*; D = Testemunha positiva de *F. sulawesiense*; 1A, 2A e 3A = Frutos inoculados com *F. falciforme* e tratados com Graduate A+[®], Magnate[®] e Tecto[®], respectivamente; 1B, 2B, e 3B = Frutos inoculados com *F. kalimantanense* e tratados com Graduate A+[®], Magnate[®] e Tecto[®], respectivamente; 1C, 2C e 3C = Frutos inoculados com *F. perambucanum* e tratados com Graduate A+[®], Magnate[®] e Tecto[®], respectivamente; 1D, 2D e 3D = Frutos inoculados com *F. sulawesiense* e tratados com Graduate A+[®], Magnate[®] e Tecto[®], respectivamente..... 42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Isolados de <i>Fusarium</i> spp. que foram utilizados para realização dos experimentos.....	23
Tabela 2	– Incidência e severidade da doença, comprimento de raiz (CR) e parte aérea (CA), massa fresca da raiz (MFR) e parte aérea (MFA) em plantas de meloeiro amarelo inoculadas com espécies de <i>Fusarium</i>	32
Tabela 3	– Incidência e severidade da doença em frutos de melão amarelo inoculados com espécies de <i>Fusarium</i>	34
Tabela 4	– Incidência da doença (INC), índice de severidade da doença (ISD) e diâmetro da lesão externa (LE) e lesão interna (LI) em frutos de melão amarelo inoculados com espécies de <i>Fusarium</i> no pedúnculo do fruto e tratados com fungicidas.....	38
Tabela 5	– Incidência da doença (INC), índice de severidade da doença (ISD) e diâmetro da lesão externa (LE) e lesão interna (LI) em frutos de melão amarelo inoculados com espécies de <i>Fusarium</i> no epicarpo do fruto e tratados com fungicidas.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

µL	Microlitro
a.i.	Ingrediente ativo
AGROFIT	Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários
BDA	Batata-dextrose-ágar
CA	Comprimento aéreo
CFM	Coleção de <i>Fusarium</i> Meloeiro
CML	Coleção Micológica de Lavras
cm	Centímetro
CR	Comprimento de raiz
CV	Coeficiente de variação
cv.	Cultivar
d	Dia
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
EC ₅₀	Concentração efetiva meia-máxima
FIESC	Complexo de espécies <i>Fusarium incarnatum-equiseti</i>
FOSC	Complexo de espécies <i>Fusarium oxysporum</i>
FSSC	Complexo de espécies <i>Fusarium solani</i>
g	Grama
h	Hora
HCl	Ácido clorídrico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INC	Incidência da doença
ISD	Índice de severidade da doença
L	Litro
mM	Milimolar
mg	Miligrama
mm	Milímetro
mL	Mililitro
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
MFA	Massa fresca aérea
MFR	Massa fresca de raiz

N	Normalidade
NaCl	Cloreto de sódio
NaOH	Hidróxido de sódio
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIC	Porcentagem de inibição de crescimento
PIF	Programa de Produção Integrada de Frutas
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
TCM	Taxa de crescimento micelial

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
%	Porcentagem
®	Marca comercial
±	Mais ou menos
<	Menor que
>	Maior que
Σ	Somatório
=	Igualdade
x	Multiplicação
/	Divisão
+	Adição

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	Cultura do Meloeiro.....	19
2.2	Doenças pós-colheita.....	20
2.3	<i>Fusarium</i> spp.....	20
2.4	Controle de doenças pós-colheita.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1	Aspectos gerais dos experimentos.....	23
3.2	Origem dos isolados.....	23
3.3	Etapa I.....	24
3.3.1	Efeito da temperatura, pH e salinidade na taxa de crescimento micelial de <i>Fusarium</i> spp.....	23
3.3.2	Patogenicidade em plantas de meloeiro.....	24
3.3.3	Patogenicidade em frutos de melão.....	26
3.4	Etapa II.....	27
3.4.1	Sensibilidade <i>in vitro</i> de <i>Fusarium</i> spp. a fungicidas.....	27
3.4.2	Sensibilidade <i>in vivo</i> de <i>Fusarium</i> spp. inoculados no pedúnculo e epicarpo de frutos e tratados com fungicidas.....	28
4	RESULTADOS.....	29
4.1	Efeito da temperatura, pH e salinidade na taxa de crescimento micelial de <i>Fusarium</i> spp.	30
4.2	Patogenicidade em plantas e frutos de melão.....	32
4.3	Sensibilidade <i>in vitro</i> de <i>Fusarium</i> spp. a fungicidas.....	35
4.4	Sensibilidade <i>in vivo</i> de <i>Fusarium</i> spp. inoculados no pedúnculo e tratados com fungicidas.....	37
4.5	Sensibilidade <i>in vivo</i> de <i>Fusarium</i> spp. inoculados no epicarpo e tratados com fungicidas.....	40
5	DISCUSSÃO.....	42
	AGRADECIMENTOS.....	45
	REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a fruticultura possui uma grande importância econômica e social, sendo um dos setores de maior destaque do agronegócio. Em 2019, o país foi o terceiro maior produtor mundial de frutas com 41 milhões de toneladas, atrás apenas da China e da Índia (FURLANETO, 2020). Apesar da produção de frutas brasileiras ocupar a terceira posição no *ranking* mundial, o volume de exportação é considerado baixo, sendo exportado apenas 3% da produção nacional (ANDRADE, 2020).

O Nordeste brasileiro destaca-se por ser uma região promissora para o cultivo de frutas tropicais, sendo responsável por quase 52% da produção de frutas no país (VIDAL, 2021). Dentre as principais culturas que participam do valor de produção e, principalmente, de exportação da fruticultura nessa região, está o meloeiro (*Cucumis melo* L.), sendo o Rio Grande do Norte o maior produtor brasileiro, respondendo por aproximadamente 61% da produção nacional (SIDRA/IBGE, 2021).

Estudos sobre as doenças pós-colheita em melão vêm se destacando nos últimos anos devido aos prejuízos que estas doenças causam, interferindo na qualidade e comercialização dos frutos (MEDEIROS ARAÚJO et al., 2020; LIMA et al., 2020; NOGUEIRA, 2021). Segundo Oster et al. (2018), cerca de 15% dos melões exportados chegam ao seu destino final com sintomas de doenças pós-colheita, acarretando perdas aos produtores, pois os frutos precisam ser descartados das vendas internacionais.

Dentre as doenças pós-colheita relevantes na cultura do meloeiro, está a podridão causada por fungos do gênero *Fusarium*. Acredita-se que o processo de infecção do *Fusarium* se inicia ainda no campo (pré-colheita), pela penetração do patógeno na região do pedúnculo e, mesmo após a transferência do fruto para a câmara fria, o patógeno continua a sua patogênese, podendo destruir totalmente o fruto ou causar lesões que afetam sua comercialização (GADELHA, 2002).

Para controle de doenças pós-colheita, o uso de fungicidas é o método considerado indispensável pelos produtores, pois estes produtos garantem uma maior proteção do fruto durante o período de transporte, armazenamento e comercialização. Os fungicidas registrados no Brasil para tratamento pós-colheita de melão é o Tiabendazol (Tecto®) e o Imazalil (Magnate®), sendo este último o mais utilizado, porém, nos últimos anos, este produto vem sofrendo restrições quanto ao seu uso por parte dos países importadores. Essas restrições tem levado os produtores desta olerícola a procurar por outros fungicidas que reduzam os sintomas da podridão de fusarium e possa substituir o Imazalil no tratamento pós-colheita.

Dessa forma, estudos detalhados sobre o comportamento de espécies de *Fusarium* que causam podridão pós-colheita em melão, assim como métodos de controle para esta doença são de grande importância para dar suporte aos pesquisadores e produtores no manejo desses fitopatógenos. À vista disso, o objetivo deste trabalho foi estudar os componentes de adaptabilidade e a patogenicidade de quatro espécies de *Fusarium* em plantas e frutos de melão, bem como a sensibilidade *in vitro* e *in vivo* destas espécies a fungicidas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do Meloeiro

O meloeiro pertence à família botânica Cucurbitaceae, gênero *Cucumis* e espécie *C. melo*. As plantas dessa espécie são eudicotiledôneas perenes na natureza, mas cultivadas como plantas anuais. O centro de origem dessa cultura ainda não foi elucidado, porém estudos apontam sua origem na região da África, espalhando-se dessa região para a Índia e Ásia, e posteriormente para outras regiões do mundo (MOURA; OLIVEIRA; SILVA, 2011; SEYMOUR; MCGLASSON, 1993).

A cultura do meloeiro ocupa um lugar de destaque na fruticultura brasileira; e dentre os melões mais cultivado e exportado no país, se encontra o melão amarelo (*inodorus*), que devido a sua origem é conhecido também como melão espanhol (SOUZA et al., 2014). Os frutos do grupo *inodorus* apresentam boa conservação pós-colheita, pois possuem resistência a compressão e à perda de água (HORA; JUNIOR; BUZANINI, 2018).

A região Nordeste é responsável pela maior parte da produção e exportação de melão no país, respondendo por aproximadamente 97% da produção nacional (SIDRA/IBGE, 2021). As condições edafoclimáticas que prevalecem durante praticamente todo o ano, como altas temperaturas, alta luminosidade e baixa umidade relativa do ar, é o que favorece a expressividade da produção dessa olerícola nessa região (DIAS, 2014).

Segundo os dados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), os principais Estados produtores de melão da região Nordeste são: Rio Grande do Norte (RN) e Ceará (CE). Em 2020, o estado do RN produziu mais de 375 mil toneladas de melão (61% da produção nacional), em uma área plantada de 13.669 hectares. No mesmo período, o estado do CE produziu mais de 73 mil toneladas (12% da produção nacional), em uma área plantada de 2.862 hectares (SIDRA/IBGE, 2021).

Em questão de exportação, no ano de 2021, mesmo com os obstáculos gerados pela pandemia, o melão ficou entre as frutas brasileiras mais exportadas. Nesse mesmo ano, considerando a safra de agosto a novembro, os embarques de frutos cresceram 11% em volume de exportação (125,1 mil toneladas) em comparação ao ano de 2020 (ANUÁRIO HF BRASIL, 2021).

2.3 Doenças pós-colheita

As doenças pós-colheita causam perdas significativas de frutos em culturas tropicais destinadas à exportação, pois comprometem a qualidade e a quantidade dos frutos para a comercialização. Os patógenos pós-colheita, principalmente os que causam podridões, são responsáveis por causarem grandes transtornos aos varejistas e, principalmente aos importadores de frutas, pois os sintomas da doença geralmente aparecem durante o período de armazenamento e transporte em frutos aparentemente sadios (BENATO, 2002; SOMMER, 1982).

De acordo com Dias e Terão (2006) a podridão causada por *Fusarium* é uma das doenças mais comuns de pré e pós-colheita na cultura do meloeiro. Os sintomas da podridão de fusarium se caracterizam como uma lesão mole e encharcada, seguido de um crescimento micelial cotonoso branco em sua superfície (MEDEIROS ARAÚJO et al., 2020; DIAS; TERAPO, 2006). Esses sintomas podem ser produzidos em qualquer parte do fruto, porém são mais frequentes na região peduncular.

O processo de infecção do *Fusarium* spp. ainda não foi bem elucidado, porém alguns pesquisadores acreditam que pode ocorrer de forma quiescente ainda no campo, por ferimentos no momento da colheita, ou nos procedimentos pós-colheita (*packing house*) (OSTER et al., 2018; TERAPO et al., 2008). Qualquer que seja a época de infecção, os sintomas se manifestam tardiamente, geralmente durante o longo período de transporte, quando se trata da exportação dos frutos, sendo observados os sintomas da doença apenas no país importador, tornando-os inaceitáveis pelo consumidor final (OSTER et al., 2018).

2.4 *Fusarium* spp.

O gênero *Fusarium* pertence à família Nectriaceae do filo Ascomycota foi classificado e descrito pela primeira vez pelo micólogo alemão Link, em 1809. A maioria das espécies desse gênero são fungos habitantes do solo com distribuição cosmopolita, sendo encontrado nas mais diversas regiões geográficas do mundo, especialmente em locais de climas tropicais e subtropicais (BURGESS et al., 1997).

Fusarium é considerado um dos principais fungos fitopatogênicos com base na importância científica e econômica (DEAN et al., 2012). Sua importância se deve ao fato de muitas espécies desse gênero serem responsáveis por doenças de importância econômica em muitas culturas, causando desde podridões de raízes até podridões de frutos na pós-colheita,

resultando em perdas diretas e significativas na produção (MATOS; CORDEIRO; HADDAD, 2012; SILVA et al., 2010).

Diversas espécies de *Fusarium* estão sendo relatadas no mundo causando podridão pós-colheita em melão. Huang et al. (2000), em experimento realizado na Austrália e China, identificaram diversas espécies desse gênero causando podridão na região peduncular em melão do tipo Hami, sendo identificadas algumas espécies e, dentre elas, a espécie *Fusarium semitectum*, que pertence ao complexo de espécies *F. incarnatum-equiseti* (FIESC). Em 2019, a espécie *Fusarium equiseti*, residente também do FIESC, foi relatada em plantios de melão na China (LI et al., 2019) e na Tailândia (NUANGMEK et al., 2019) causando também podridão pós-colheita.

No Brasil, as podridões pós-colheita causadas por *Fusarium* vêm sendo observadas há muitos anos em plantios de meloeiro no estado do RN, sendo o agente causal identificado como *Fusarium pallidoroseum* (sinônimos: *F. incarnatum*, *F. semitectum*) (GADELHA, 2002). *F. pallidoroseum* pertence ao FIESC e tem como característica micélio abundante e uniforme com coloração variando de branco a salmão, tornando-se bege com o passar do tempo (LESLIE; SUMMERELL, 2006). Ainda de acordo com esses autores, os microconídios são esparsos ou ausentes, enquanto os macroconídios são de dois tipos, sendo retos aqueles originados do micélio aéreo e curvos aqueles originados dos esporodóquios. Apresentam estruturas chamadas clamidósporos e a faixa de temperatura mais favorável ao seu crescimento é 27 °C (PEREZ; VIDAL, 2002).

Desde o período de 1999 que a podridão de fusarium em frutos de melão era atribuída a espécie *F. pallidoroseum*. Porém, recentemente em estudos, foram identificadas outras espécies desse gênero nos estados do RN e CE, causando podridão em frutos de melão, dentre elas, *Fusarium falciforme*, pertencente ao complexo de espécies *F. solani* (FSSC), *F. kalimantanense*, pertencente ao complexo de espécies *F. oxysporum* (FOSC), *F. pernambucanum* e *F. sulawesiense*, estas pertencentes ao complexo de espécies *F. incarnatum-equiseti* (FIESC) (MEDEIROS ARAÚJO et al., 2020; LIMA et al., 2020).

2.5 Controle de doenças pós-colheita

O controle bem-sucedido de doenças pós-colheita depende da integração das tecnologias de pré e pós-colheita (PARASI; HENRIQUE; PRATI, 2015). Dentre as tecnologias pós-colheita adotadas, o controle químico através do uso de fungicidas é um

método eficiente para a redução de infecções fúngicas e vem sendo utilizado no tratamento pós-colheita de frutos de melão (Terao et al., 2006).

Atualmente, poucos fungicidas são recomendados para o tratamento pós-colheita, sendo a maioria deles utilizado na imersão dos frutos, podendo também ser associados a ceras (FERREIRA, 2018). Esses fungicidas, muitas vezes de ação sistêmica, podem atuar protegendo os frutos de novas infecções, penetrando nas lesões e erradicando estruturas de infecção no interior dos tecidos, ou ainda penetrando nos tecidos sem infecção visível e protegendo o fruto enquanto durar seu efeito residual (AZEVEDO, 2007).

No Brasil, os fungicidas recomendados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para uso no tratamento pós-colheita de frutos de melão são os que contêm Imazalil (Magnate[®]) e Tiabendazol (Tecto[®]) como ingrediente ativo, e que, apesar de não apresentarem indicação para o controle de podridão de fusarium, demonstraram ser eficientes no controle dessa doença em estudos experimentais (AGROFIT, 2021; TERÃO et al., 2006). O Imazalil e Tiabendazol são fungicidas sistêmicos, apresentando ação protetora e curativa. Além desses produtos, o Azoxistrobina + Fludioxonil (Graduate A+[®]) é um fungicida sistêmico e é registrado para tratamento pós-colheita de frutas no Brasil nas culturas do abacaxi, banana, citros, mamão e manga (AGROFIT, 2021), todavia, até a publicação desta pesquisa, ainda não é registrado para tratamento pós-colheita de melão.

O uso de fungicidas é um método eficiente para a redução de infecções fúngicas e vem sendo utilizado no tratamento de frutos para a comercialização, principalmente aqueles destinados a exportação, porém, devem ser registrados para a cultura e utilizados de forma adequada, respeitando a dose recomendada pelo fabricante para evitar a ocorrência de fitotoxicidade na superfície dos frutos e obedecendo aos limites máximos de resíduos (LMR) que variam entre os países importadores (AZEVEDO, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aspectos gerais dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos no laboratório de Fitopatologia II, em casa de vegetação e no laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita, todos localizados na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, localizada no município de Mossoró, situado nas 5°11'15" de latitude Sul e 37°20'39" de longitude Oeste, com uma altitude de 16 metros.

Foram realizados seis ensaios divididos em duas etapas, sendo realizado três ensaios na etapa I e três ensaios na etapa II. No primeiro ensaio avaliou-se o efeito dos componentes de adaptabilidade (temperatura, pH e salinidade) na taxa de crescimento micelial de espécies de *Fusarium*. No segundo e terceiro ensaio, avaliou-se a patogenicidade de *Fusarium* spp. em plantas e frutos de melão, respectivamente. No quarto ensaio, avaliou-se a sensibilidade *in vitro* de *Fusarium* spp. aos ingredientes ativos Azoxistrobina + Fludioxonil, Imazalil e Tiabendazol. No quinto e sexto ensaio avaliou-se a incidência, índice de severidade da doença, lesão externa e interna em frutos inoculados com *Fusarium* spp. no pedúnculo (ensaio cinco) e epicarpo (ensaio seis) e tratados com os fungicidas Graduate A+®, Magnate® e Tecto®.

3.2 Origem dos isolados

Foram utilizados quatro isolados de espécies de *Fusarium* (Tabela 1) em todos os experimentos. Todos os isolados foram identificados molecularmente (MEDEIROS ARAÚJO et al., 2020) e estão depositados na Coleção de *Fusarium* Meloeiro (CFM) do Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Rio Grande do Norte, Brasil. Estes mesmos isolados estão depositados também na Coleção Micológica de Lavras (CML), na Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil.

Tabela 1. Isolados de *Fusarium* spp. que foram utilizados para realização dos experimentos.

Espécies de <i>Fusarium</i>	Código*	Local de Origem	Genbank
<i>Fusarium falciforme</i>	CML 4175	Brasil, RN	MT476611
<i>Fusarium kalimantanense</i>	CML 4184	Brasil, RN	MT461673
<i>Fusarium pernambucanum</i>	CML 4181	Brasil, CE	MT476612
<i>Fusarium sulawesiense</i>	CML 4176	Brasil, RN	MT476613

*CML = Coleção Micológica de Lavras

3.3 Etapa I

3.3.1 Efeito da temperatura, pH e salinidade na taxa de crescimento micelial de *Fusarium* spp.

O efeito da temperatura, pH e salinidade sobre a taxa de crescimento micelial de todos os isolados foi determinado utilizando culturas cultivadas em batata-dextrose-ágar (BDA).

Para o ensaio de temperatura, discos de micélio com 8 mm de diâmetro retirados da borda de cultivo da colônia de cada isolado com 7-10 dias de crescimento a depender da espécie foram transferidos para o centro de placas de Petri contendo BDA e, posteriormente, estas placas foram mantidas em estufas climatizadas nas temperaturas de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45 °C, no escuro.

Para o ensaio de pH, discos de micélio com 8 mm de diâmetro retirados da borda de cultivo da colônia de cada isolado com 7-10 dias de crescimento a depender da espécie foram transferidos para o centro de placas de Petri contendo BDA ajustado para pH 5, 6, 7, 8 e 9 com 1 N hidróxido de sódio (NaOH) ou ácido clorídrico 1,5 N (HCl). As placas foram mantidas na temperatura de 27 °C, no escuro.

Para o ensaio de salinidade, discos de micélio com 8 mm de diâmetro retirados da borda de cultivo da colônia de cada isolado com 7-10 dias de crescimento a depender da espécie foram transferidos para o centro de placas de Petri contendo BDA suplementado com cloreto de sódio (NaCl) nas concentrações de 0, 250, 500, 750 e 1000 mM (CERVANTES GARCÍA et al., 2003). As placas foram mantidas na temperatura de 27 °C, no escuro.

Todos os ensaios foram repetidos duas vezes e conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições para cada isolado e para cada temperatura, pH e salinidade, sendo a parcela constituída por uma placa de Petri. O diâmetro de cada colônia foi medido em duas direções perpendiculares quando atingiu pelo menos dois terços da placa ou aos 7-10 dias de crescimento, e os dados foram utilizados para calcular a taxa de crescimento micelial (TCM) em cm por dia (cm/d). Após isso, os dados da TCM foram submetidos a uma análise de regressão usando TableCurve 2D v. 5.01 (Systat Software, Inc., San Jose, CA, EUA), sendo determinado a temperatura ótima e pH ótimo para cada isolado.

3.3.2 Patogenicidade em plantas de meloeiro

A patogenicidade de *Fusarium* spp. foi verificada em plantas de meloeiro amarelo (cv. ‘Berlin’). A produção do inóculo foi a partir da repicagem dos isolados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA adicionado de tetraciclina (0,05 g/L). Após a repicagem dos isolados, as placas foram mantidas por 7-10 dias, em estufa climatizada na temperatura de 27 °C, no escuro.

As sementes foram obtidas do Banco de Germoplasma do Laboratório de Fitopatologia II e semeadas individualmente em bandejas de polietileno contendo 100 células, utilizando ‘Tropstrato’ HT Hortaliças® como substrato. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação em temperatura ambiente e irrigação diária. Após 10 dias de crescimento as mudas foram transplantadas para vasos de 2,6 L com uma mistura de solo arenoso-argiloso e ‘Tropstrato’ HT Hortaliças® na proporção de 2:1. Esta mistura foi autoclavada duas vezes a 120 °C por 1 h, com intervalo de 24 h. A metodologia para inoculação foi adaptada de García-Jiménez et al. (1997), sendo colocado 20 mL da suspensão de $1,0 \times 10^6$ conídios mL⁻¹ de cada isolado no colo da planta (Figura 1).



Figura 1. Teste de patogenicidade em plantas de meloeiro. A = Plantas de meloeiro amarelo; B = Transplântio de mudas para os vasos; C = Inoculação com suspensão de conídios no colo da planta; D = Visão geral do experimento montado.

O delineamento experimental utilizado neste experimento foi o inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos, sendo quatro isolados de *Fusarium* e o tratamento controle. No total foram 15 repetições por tratamento. O controle correspondeu as plantas inoculadas apenas com água destilada esterilizada no colo da planta.

As avaliações da doença foram feitas 50 dias após a inoculação. As plantas foram retiradas dos vasos e suas raízes foram lavadas cuidadosamente em água corrente para retirada de solo aderidas a elas. A incidência da doença foi avaliada a partir da ausência (0) ou presença (1) de sintomas nas raízes, sendo expresso em porcentagem. A severidade foi avaliada a partir de uma escala de notas proposta por Ambrósio et al. (2015), adaptada para *Fusarium*, onde: 0 = assintomático; 1 = menos de 3% dos tecidos infectados; 2 = 3-10% dos tecidos infectados; 3 = 11-15% dos tecidos infectados; 4 = 26-50% dos tecidos infectados e 5 = mais de 50% dos tecidos infectados. Após esse procedimento foi medido o comprimento das raízes (CR) e da parte aérea (CA), o peso da massa fresca das raízes (MFR) e da parte aérea (MFA). As medidas de comprimento foram feitas através de uma fita métrica (cm) e as médias de peso foram feitas em uma balança analítica. Os dados de severidade foram utilizados para calcular o Índice de Severidade da Doença (ISD) de acordo com a fórmula proposta por Promwee et al. (2017), onde: $ISD (\%) = \frac{\sum (Nota \times Quantidade \text{ de plantas})}{Nota \text{ máxima} \times Número \text{ total de plantas}} \times 100$. Todas as plantas sintomáticas passaram pelo processo de reisolamento do patógeno em meio BDA concluindo os postulados de Koch.

Os dados de incidência e severidade da doença não tiveram distribuição normal e por isso foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de probabilidade de 5% ($p < 0,05$) usando o software Assistat, versão 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016). Para as variáveis CR, CA, MFR E MFA os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade usando o software Assistat, versão 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

3.3.3 Patogenicidade em frutos de melão

A patogenicidade dos isolados de *Fusarium* foi testada em frutos sadios de meloeiro amarelo (cv. 'Goldmine'), no estágio de maturação comercial, provenientes de área comercial da empresa Brazil Melon situada em Mossoró (RN).

Os frutos foram superficialmente desinfestados pela imersão em solução de hipoclorito de sódio a 0,06% por 1 minuto, sendo deixados secar de forma natural. No epicarpo de cada fruto foram feitos quatro furos com um furador de cobre flambado de 1 cm e uma

profundidade de 3 mm (adaptado de OSTER et al., 2018). Em cada furo foi colocado um disco contendo estruturas do patógeno em contato com a polpa do fruto. No controle, em cada furo foi colocado apenas um disco contendo meio de cultura BDA. Os frutos foram submetidos à câmara úmida, utilizando sacos plásticos contendo um pedaço de algodão umedecido com água destilada para manutenção da umidade relativa e, após isso, foram armazenados em laboratório com uma temperatura média de 28 ± 2 °C.

O delineamento do experimento foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos, sendo quatro isolados de *Fusarium* e o controle. Cada tratamento continha oito repetições, sendo cada repetição constituído por um furo.

As avaliações foram feitas 7 dias após a inoculação, sendo avaliado a incidência e a severidade da doença. A incidência foi avaliada a partir da ausência (0) ou presença (1) de sintomas nos frutos e, a severidade foi de acordo com a escala de notas proposta por Wonglom; Sunpapao (2020), onde: 0 = sem invasão; 1 = invasão fúngica atingindo 0,5 - cm de distância do ponto de inoculação; 2 = invasão fúngica a 1 - 2 cm de distância; 3 = invasão fúngica > 2 cm de distância; 4 = invasão fúngica > 2 cm de distância acompanhada por podridão de frutas (descoloração do tecido) abaixo do micélio, e 5 = invasão fúngica > 2 cm de distância acompanhada de podridão de todo o fruto. Os dados de severidade foram utilizados para calcular o Índice de Severidade da Doença (ISD) de acordo com a fórmula adaptada de Promwee et al. (2017), onde: $ISD (\%) = \Sigma (Nota \times Quantidade \text{ de frutos}) / Nota \text{ máxima} \times Número \text{ total de frutos} \times 100$. Foi realizado o reisolamento nos frutos inoculados para completar o postulado de Koch.

Os dados de incidência e severidade da doença não tiveram distribuição normal e por isso foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de probabilidade de 5% ($p < 0,05$) usando o software Assistat, versão 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

3.4 Etapa II

3.4.1 Sensibilidade *in vitro* de *Fusarium* spp. a fungicidas

O efeito de fungicidas no crescimento micelial de *Fusarium* spp. foi determinado *in vitro* (TONIN et al., 2013). Os tratamentos foram três ingredientes ativos (i.a.) e cinco níveis de concentração. Os i.a. utilizados foram Azoxystrobina + Fludioxonil (Graduate A+, sistêmico, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda), Imazalil (Magnate 500 EC, sistêmico, ADAMA Agricultural Solutions), e Tiabendazol (Tecto SC, sistêmico, Syngenta Proteção de

Cultivos Ltda). Os níveis de concentração foram 0,01; 0,1; 1,0, 10 e 100 mg/L de i.a. Como controle foi utilizado apenas o meio BDA, sem adição de fungicidas. Discos de micélio com 8 mm de diâmetro retirados da borda de cultivo da colônia de cada isolado com 7-10 dias de crescimento foram transferidos para o centro de placas de Petri contendo BDA com as diferentes concentrações de fungicidas. Em seguida, as placas foram mantidas em estufa climatizada, na temperatura de 27 °C, no escuro.

O ensaio foi repetido duas vezes e montado em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições para cada fungicida, concentração e isolado. O diâmetro (cm) de cada colônia foi medido em duas direções perpendiculares quando o crescimento do fungo no tratamento controle atingiu a borda da placa, e os dados foram utilizados para calcular a porcentagem de inibição de crescimento (PIC). Os valores da PIC foram usados para calcular a metade da concentração efetiva máxima (EC_{50}) para o crescimento micelial. Após o cálculo da EC_{50} , os fungos foram classificados quanto a grau de sensibilidade aos fungicidas de acordo com a escala de Edgington et al. (1971) adaptada, onde: insensíveis se a $EC_{50} > 50$ mg/L; moderadamente sensíveis se a EC_{50} estiver entre 1 e 10 mg/L; altamente sensíveis se a $EC_{50} < 1$ mg/L. Foi utilizado o TableCurve 2D v. 5.01 (Systat Software, Inc., San Jose, CA, EUA). O método foi baseado em regressão linear, sendo plotado os valores de log-probit.

3.4.2 Sensibilidade *in vivo* de *Fusarium* spp. inoculados no pedúnculo e epicarpo de frutos e tratados com fungicidas

A sensibilidade *in vivo* de *Fusarium* spp. a fungicidas foi testada em frutos de melão amarelo (cv. 'Goldmine') sadio. Foram conduzidos dois experimentos (cinco e seis) separados obedecendo um delineamento inteiramente casualizado (DIC). No primeiro experimento a inoculação foi realizada no pedúnculo, e no segundo a inoculação foi realizada no epicarpo do fruto. Para cada ensaio, foram utilizados quatro isolados (*F. falciforme*, *F. kalimantanense*, *F. pernambucanum* e *F. sulawesiense*), três fungicidas (Graduate A⁺[®], Magnate[®] e Tecto[®]), quatro controles positivos (frutos inoculados com *F. falciforme*, *F. kalimantanense*, *F. pernambucanum* e *F. sulawesiense* e sem fungicidas) e um controle negativo (frutos sem patógeno e sem fungicidas).

Os frutos foram superficialmente desinfestados pela imersão em solução de hipoclorito de sódio a 0,06% por 1 minuto, sendo deixados secar de forma natural. No pedúnculo do fruto previamente cortado, foi realizado cinco ferimentos com uma agulha de 3 mm de profundidade antes e depois da deposição de 50 µL de uma suspensão de $1,0 \times 10^6$ conídios

mL⁻¹ de cada isolado (adaptado de NERY-SILVA et al., 2007 e WONGLOM; SUNPAPAO, 2020). Após a inoculação, esperaram-se duas horas para aplicação de 1 mL de solução de cada fungicida, sendo a solução preparada de acordo com a recomendação que consta na bula de cada produto. A inoculação dos controles positivos foi realizada através da deposição de 50 µL de uma suspensão de $1,0 \times 10^6$ conídios mL⁻¹ de cada isolado no pedúnculo do fruto. O controle negativo foi inoculado apenas com água destilada esterilizada.

No epicarpo do fruto, quatro marcações foram realizadas com um furador de cobre flambado de 1 cm de diâmetro e, em cada marcação, foram feitos 10 ferimentos com uma agulha de 3 mm de profundidade. Sobre os ferimentos realizou-se a deposição de 10 µL de uma suspensão de $1,0 \times 10^6$ conídios mL⁻¹ de cada isolado (SANTOS, 2014). Após essa etapa, esperaram-se duas horas para aplicação dos fungicidas. A aplicação foi feita com um borrifador e ocorreu em cada marcação, sendo aplicado 1 mL de solução de cada fungicida. Os controles positivos foram inoculados com 10 µL de uma suspensão de $1,0 \times 10^6$ conídios mL⁻¹ de cada isolado; a inoculação foi realizada nas quatro marcações localizadas no epicarpo do fruto. O controle negativo foi inoculado apenas com água destilada esterilizada.

Realizadas as inoculações, os frutos foram submetidos à câmara úmida, utilizando sacos plásticos. Em cada saco foi colocado um pedaço de algodão umedecido com água destilada para manutenção da umidade relativa. Os frutos foram armazenados em laboratório com uma temperatura média de 28 ± 2 °C (Figura 2).

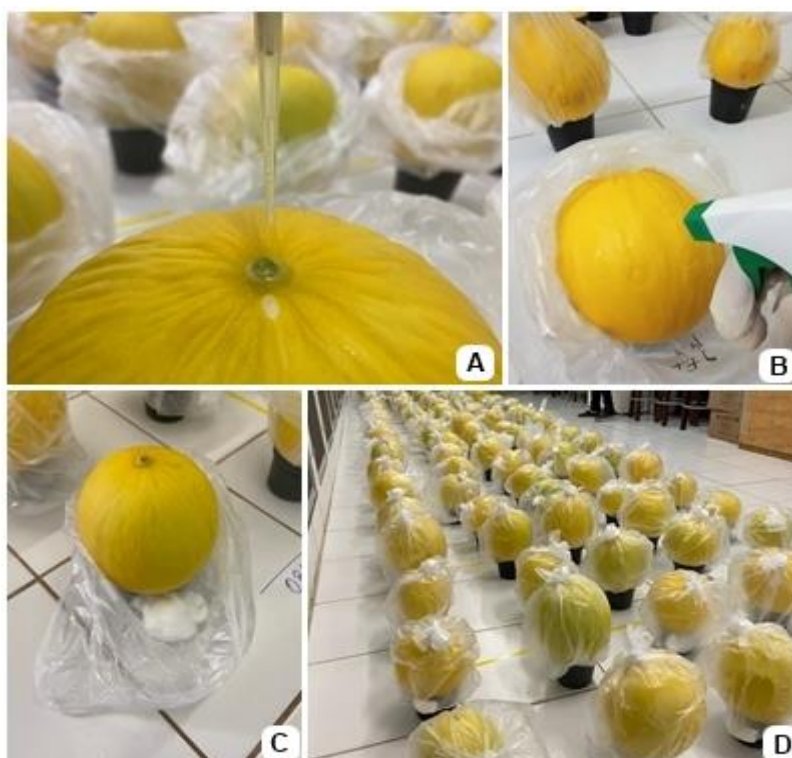


Figura 2. Sensibilidade *in vivo* de *Fusarium* spp. em frutos de meloeiro. A = Inoculação de *Fusarium* spp. no pedúnculo do fruto; B = Aplicação de fungicida no epicarpo do fruto; C = Câmara úmida na qual os frutos foram submetidos; D = Visão geral do experimento montado.

Para cada ensaio, as avaliações foram realizadas 21 dias após a inoculação e as variáveis analisadas foram: incidência e severidade da doença, e diâmetro da lesão externa e interna. A avaliação da incidência, severidade da doença e fórmula para calcular o Índice de Severidade da Doença (ISD) foram descritos no experimento de patogenicidade em frutos no item 3.5, levando apenas em consideração que nestes experimentos a avaliação foi verificada através da observação dos sintomas da doença no pedúnculo e epicarpo do fruto. O diâmetro da lesão externa e interna foi verificado através da medição da lesão em duas direções perpendiculares com um paquímetro digital. Foi realizado o reisolamento nos frutos inoculados para completar o postulado de Koch.

Os dados de incidência, severidade e diâmetro da lesão externa e interna não tiveram distribuição normal e por isso foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de probabilidade de 5% ($p < 0,05$) usando o software Assistat, versão 7.7 (SILVA & AZEVEDO, 2016).

4 RESULTADOS

4.1 Efeito da temperatura, pH e salinidade na taxa de crescimento micelial de *Fusarium* spp.

O modelo de regressão utilizado para descrever o crescimento micelial de *Fusarium* spp. em diferentes temperaturas, pHs e salinidades mostrou correlações positivas significativas com R^2 variando de 0,80 a 0,99 para os isolados avaliados (Figura 3).

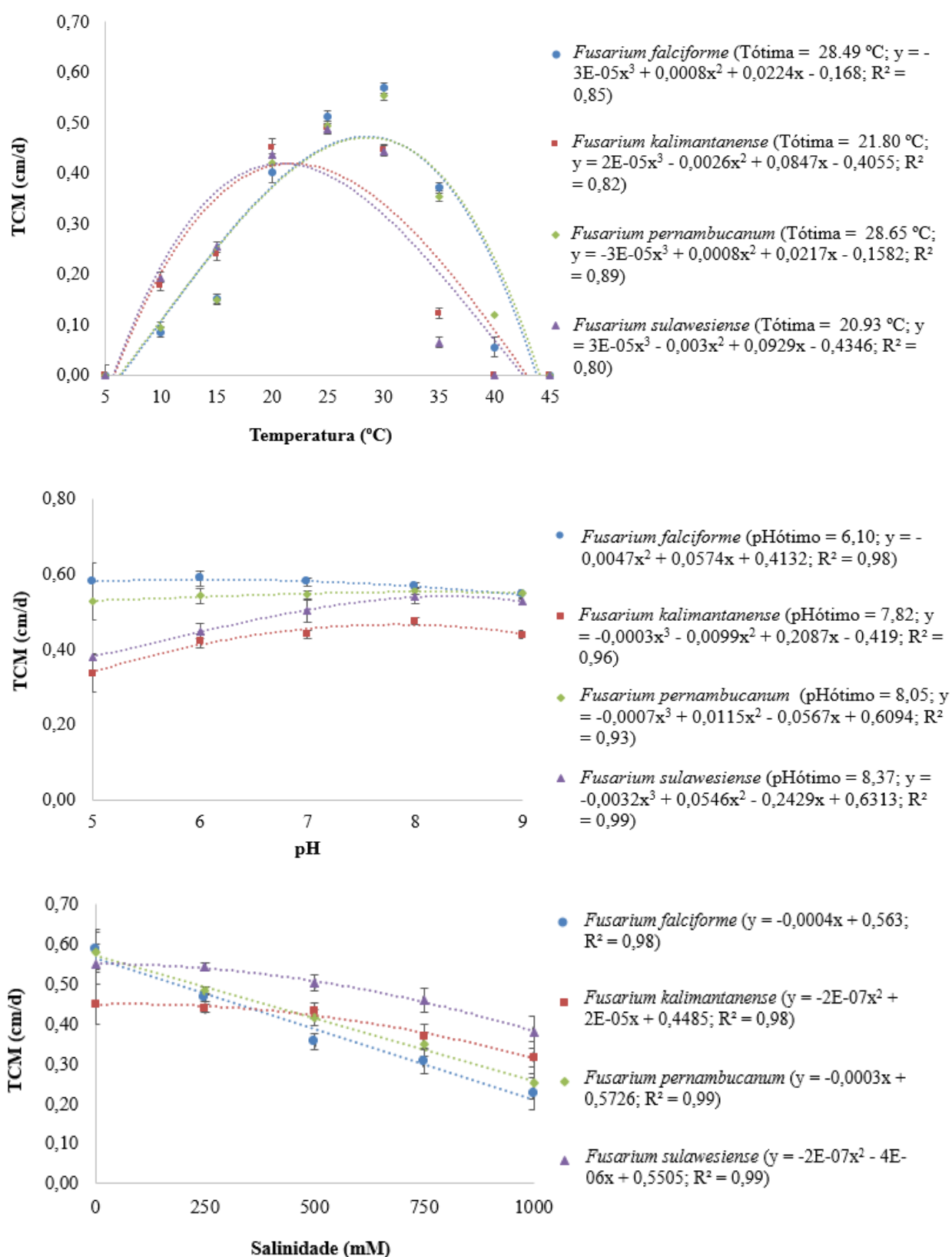


Figura 3. Regressão e coeficiente de determinação (R^2) de isolados de *Fusarium* spp. y = ajustado com os valores da taxa de crescimento micelial (TCM) em diferentes temperaturas, pHs e salinidades. Tótima = temperatura ótima para o crescimento micelial de *Fusarium* spp.

calculado a partir da equação de regressão. pH_{ótimo} = potencial ótimo de íon hidrogênio para o crescimento micelial de *Fusarium* spp. calculado a partir da equação de regressão.

As temperaturas ótimas de crescimento micelial para todos os isolados variaram de 20,93 (*F. sulawesiense*) a 28,65°C (*F. pernambucanum*). Dentro dessa faixa, o isolado *F. falciforme* e *F. kalimantanense* apresentaram uma temperatura ótima de crescimento de 28,49 e 21,80°C, respectivamente. Nenhum isolado cresceu a 5°C, todos iniciaram seu crescimento a 10°C. Todas as espécies cresceram na faixa de temperatura de 10 a 40°C, com exceção das espécies *F. kalimantanense* e *F. sulawesiense* que não cresceram nesta última temperatura. Nenhum isolado de *Fusarium* spp. cresceu a 45°C.

Os níveis de pH ótimo para crescimento micelial dos isolados variaram de 6,10 (*F. falciforme*) a 8,37 (*F. sulawesiense*). Os isolados *F. kalimantanense* e *F. pernambucanum* apresentaram um pH ótimo de crescimento de 7,82 e 8,05, respectivamente. Todos os isolados cresceram na faixa de pH de 5 a 9, sendo que dois isolados, *F. kalimantanense* e *F. sulawesiense*, apresentaram menor taxa de crescimento micelial no pH 5. A parte disso, as espécies *F. falciforme* e *F. pernambucanum*, apresentaram maior taxa de crescimento micelial no pH 5 e permaneceram com crescimento constante em todos os níveis de pH analisados, apresentando apenas pequenas variações ao longo da curva.

Para o ensaio de salinidade, as curvas de crescimento mostraram que todas as espécies cresceram em todas as concentrações de NaCl, porém, esse crescimento foi reduzido à medida que o nível de salinidade aumentava no meio. Todas as espécies apresentaram uma taxa de crescimento micelial alta na concentração de 0 mM, com exceção do isolado de *F. kalimantanense*, que apresentou um crescimento baixo nesta concentração, se comparado com as demais espécies. Além disso, *F. kalimantanense* e *F. sulawesiense* apresentaram um crescimento constante até a concentração de 250 mM e redução de crescimento após isso. Diferentemente de *F. falciforme* e *F. pernambucanum* que tiveram o crescimento reduzido ao longo das concentrações avaliadas.

4.2 Patogenicidade em plantas e frutos de melão

Todas as espécies de *Fusarium* causaram sintomas de descoloração nos tecidos do colo das raízes de meloeiro amarelo (cv. 'Berlin') (Tabela 2). As plantas inoculadas com *F. falciforme*, além do sintoma já citado, observou-se um apodrecimento na zona de ramificação.

Para a incidência da doença não houve diferença significativa entre os isolados de *Fusarium* de acordo com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($\chi^2 = 6,6$; $p > 0,05$). Para a severidade da doença, o isolado *F. falciforme* se diferenciou dos demais de acordo com o mesmo teste citado anteriormente ($\chi^2 = 14,8$; $p < 0,05$).

Tabela 2. Incidência e severidade da doença, comprimento da raiz (CR) e parte aérea (CA), massa fresca da raiz (MFR) e parte aérea (MFA) em plantas de meloeiro amarelo inoculadas com espécies de *Fusarium*.

Tratamentos	Incidência (%)		Severidade	
	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média
<i>Fusarium falciforme</i>	38,0 a	100,0	43,8 b	1,7
<i>Fusarium kalimantanense</i>	28,0 a	66,7	26,1 a	0,7
<i>Fusarium pernambucanum</i>	28,0 a	66,7	26,1 a	0,7
<i>Fusarium sulawesiense</i>	28,0 a	66,7	26,1 a	0,7
χ^2	6,6	-	14,8	-
Tratamentos	CR (cm) ³	CA (cm) ³	MFR (g) ³	MFA (g) ³
<i>Fusarium falciforme</i>	24,9 a	133,1 a	2,5 a	53,5 a
<i>Fusarium kalimantanense</i>	23,5 a	147,9 a	2,2 a	60,7 a
<i>Fusarium pernambucanum</i>	24,3 a	127,8 a	1,7 a	53,5 a
<i>Fusarium sulawesiense</i>	25,2 a	143,2 a	2,6 a	51,1 a
CV (%)	20,7	19,6	24,6	21,9

¹Foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, em seguida o teste de Dunn. Valores seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade. χ^2 = Valores de qui-quadrado pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

³Valores seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV (%) = Coeficiente de variação.

O isolado *F. falciforme* causou a maior incidência (100%) e severidade da doença (1,7) em plantas de meloeiro. Os demais isolados (*F. kalimantanense*, *F. pernambucanum* e *F. sulawesiense*) apresentaram a mesma incidência (66,7) e severidade (0,7) da doença.

O comprimento da raiz (CR), comprimento da parte aérea (CA), massa fresca da raiz (MFR) e massa fresca da parte aérea (MFA) das plantas não apresentaram diferença significativa entre as espécies inoculadas de acordo com o teste de Tukey (CV (%) = 20,7; 19,6; 24,6; 21,9; $p < 0,05$) (Tabela 2).

Com base no índice de severidade da doença (Figura 4), a espécie *F. falciforme* é a mais agressiva (43,3%) em plantas de meloeiro, seguida das espécies *F. sulawesiense*, *F. kalimantanense* e *F. pernambucanum*, estas apresentaram o mesmo grau de agressividade (37,7%) (Figura 5).

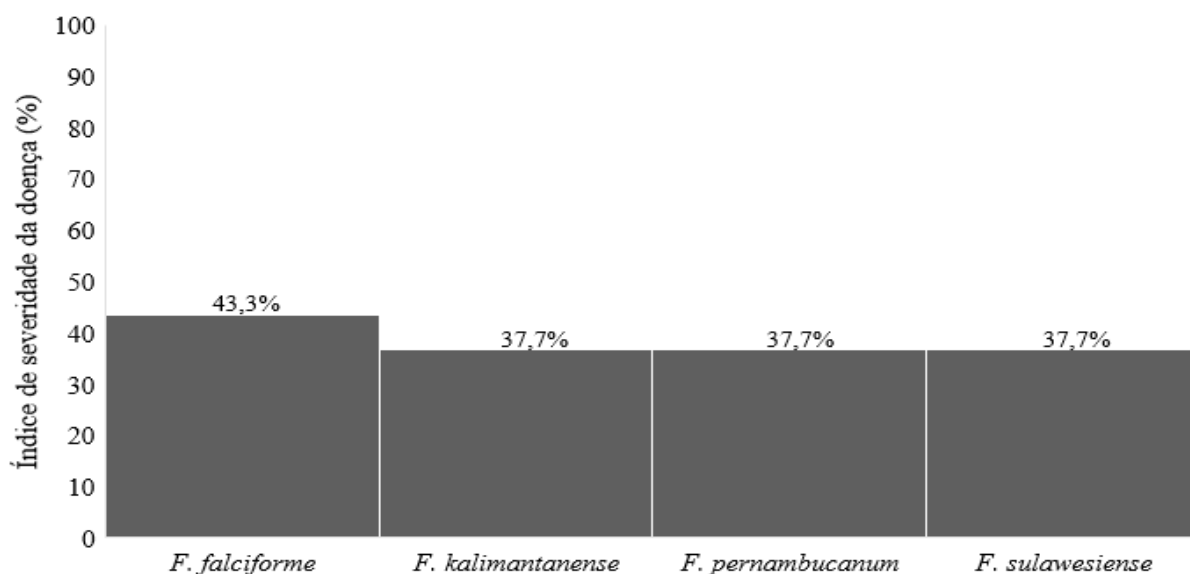


Figura 4. Índice de severidade da doença (%) em plantas de meloeiro amarelo inoculados com espécies de *Fusarium*.

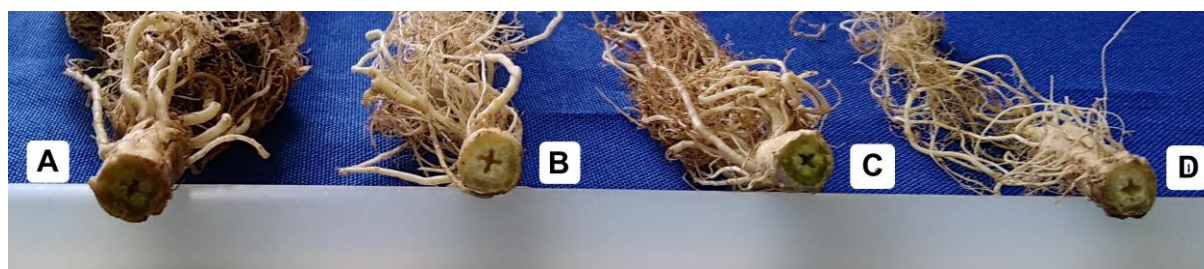


Figura 5. Patogenicidade em plantas de meloeiro. A = Inoculação com *F. falciforme*; B = Inoculação com *F. kalimantanense*; C = Inoculação com *F. perambucanum*; D = Inoculação com *F. sulawesiense*.

Todas as espécies de *Fusarium* causaram sintomas de podridão em frutos de meloeiro amarelo (Tabela 3). Na parte externa dos frutos, observou-se lesões moles com tamanhos variáveis e bordas encharcadas, contendo em sua superfície abundante micélio branco (Tabela 3). Na parte interna, as lesões apresentaram coloração marrom escura, e os frutos inoculados com *F. falciforme* evidenciaram lesões maiores com aspecto mole e esponjoso tomando parte do mesocarpo e endocarpo do fruto.

Tabela 3. Incidência e severidade da doença em frutos de melão amarelo inoculados com espécies de *Fusarium*.

Tratamentos	Incidência (%)		Severidade	
	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média
<i>Fusarium falciforme</i>	16,5 a	100,0	24,8 b	3,1

<i>Fusarium kalimantanense</i>	16,5 a	100,0	10,1 a	1,3
<i>Fusarium pernambucanum</i>	16,5 a	100,0	10,1 a	1,3
<i>Fusarium sulawesiense</i>	16,5 a	100,0	21,0 ab	2,0
χ^2	0,0	-	19,3	-

¹Foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, em seguida o teste de Dunn. Valores seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade. χ^2 = Valores de qui-quadrado pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Para variável incidência da doença não houve diferença significativa entre os tratamentos de acordo com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de probabilidade ($\chi^2 = 0,0$; $p > 0,05$) (Tabela 3). Todas as espécies de *Fusarium* apresentaram 100% de incidência em frutos de melão. Para a severidade da doença, observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos ($\chi^2 = 19,3$; $p < 0,05$), em que a espécie *F. falciforme* diferiu de todos os isolados com exceção do *F. sulawesiense*. A severidade da doença nos frutos inoculados variou entre 1,3 (*F. kalimantanense* e *F. pernambucanum*) a 3,1 (*F. falciforme*).

De acordo com o índice de severidade da doença (Figura 6), a espécie *F. falciforme* é a mais agressiva (62,5%) em frutos de melão amarelo, seguida da espécie *F. sulawesiense* (40,0%) e por último, as espécies *F. kalimantanense* e *F. pernambucanum*, que não apresentaram diferença quanto ao grau de agressividade (25,0%) (Figura 7).

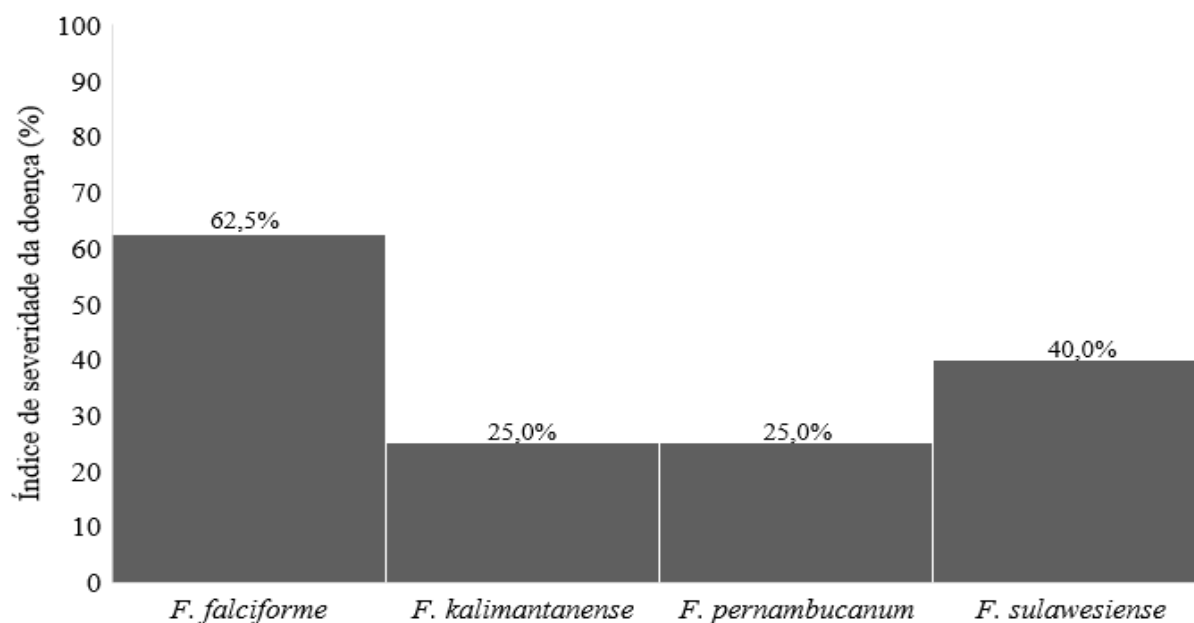


Figura 6. Índice de severidade da doença (%) em frutos de melão amarelo inoculados com espécies de *Fusarium*.

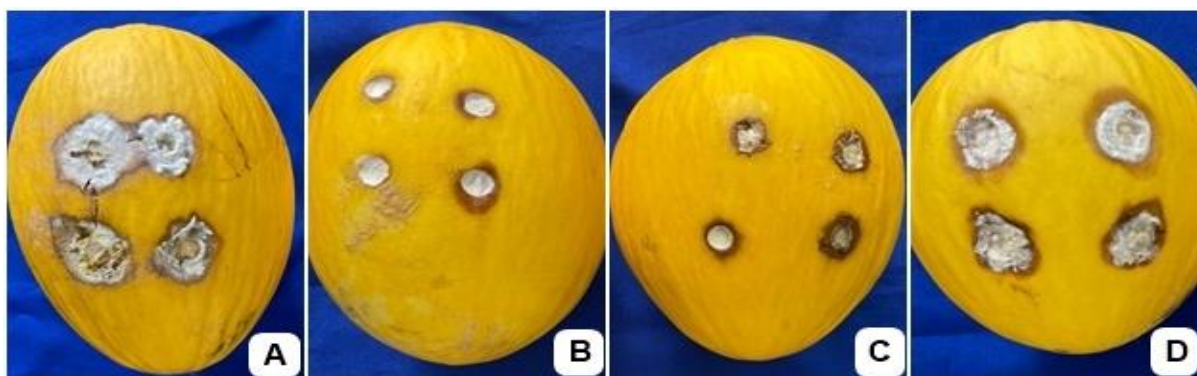
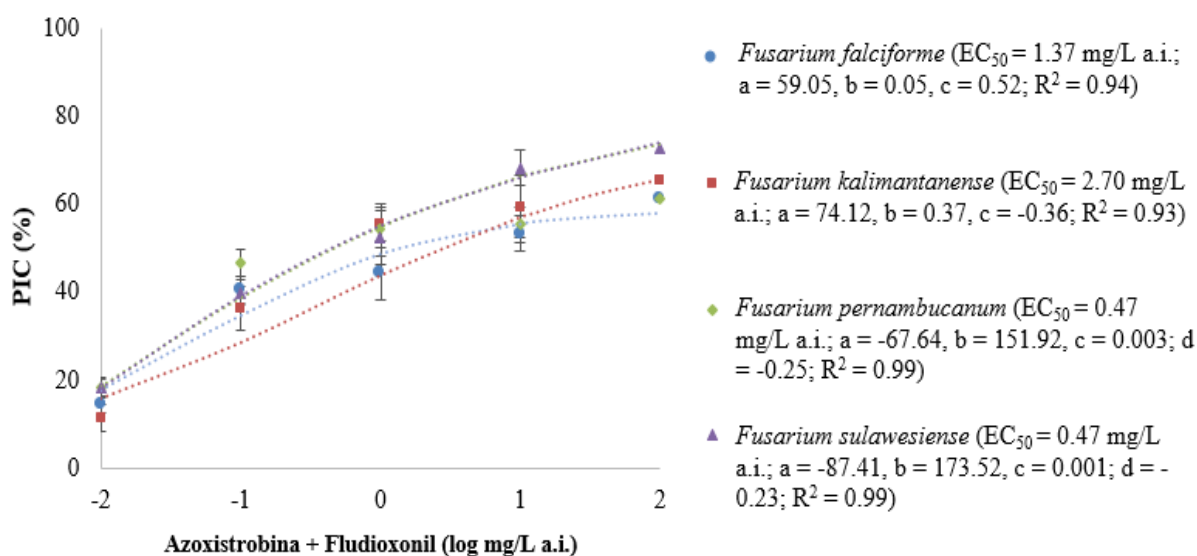


Figura 7. Patogenicidade em frutos de melão. A = Inoculação com *F. falciforme*; B = Inoculação com *F. kalimantanense*; C = Inoculação com *F. pernambucanum*; D = Inoculação com *F. sulawesiense*.

4.3 Sensibilidade *in vitro* de *Fusarium* spp. a fungicidas

Os modelos não lineares de dois e três parâmetros ajustados mostraram correlações positivas significativas com R^2 variando de 0,93 a 0,99 para os isolados avaliados (Figura 8).



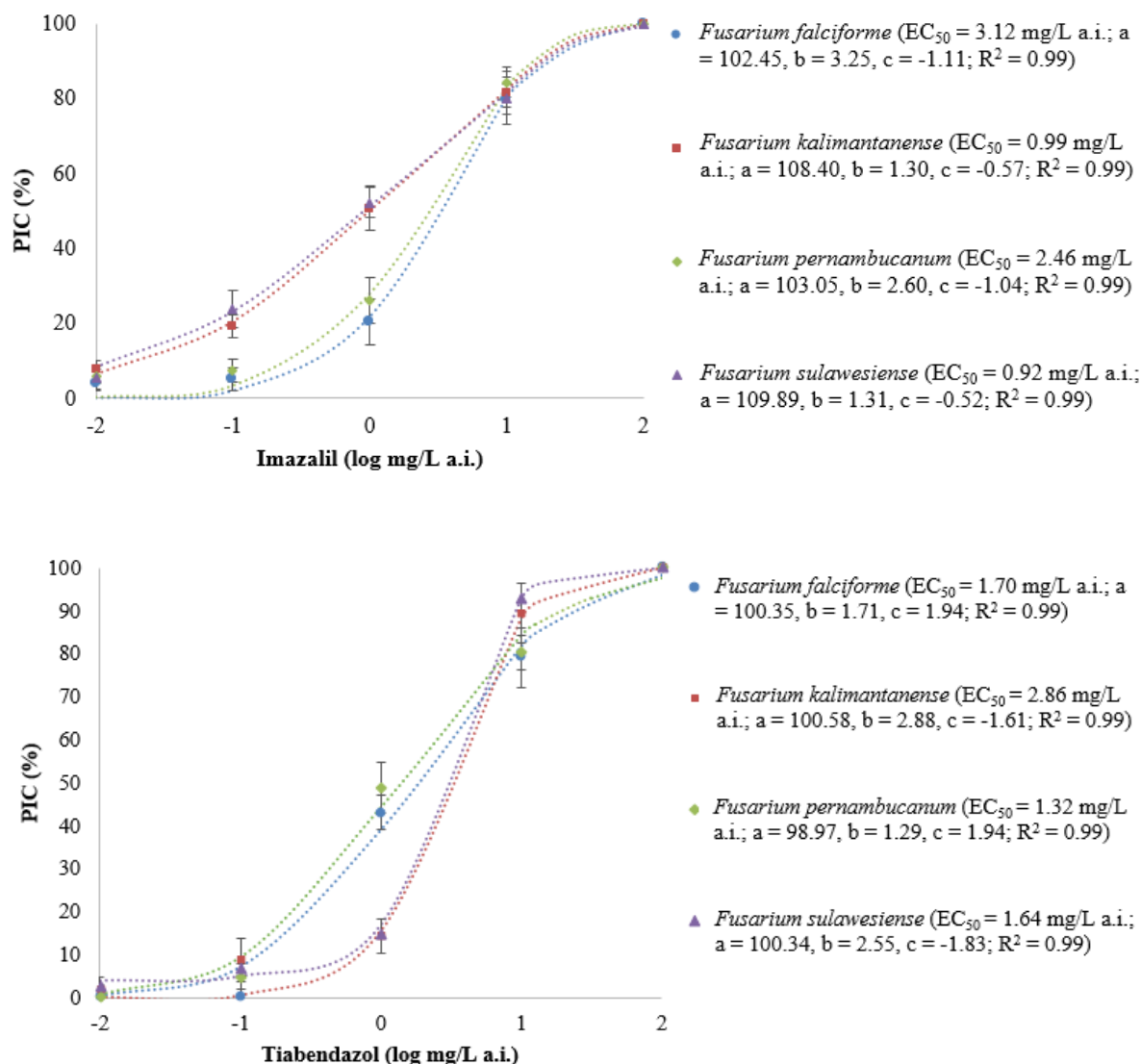


Figura 8. Regressão, coeficiente de determinação (R^2) e metade da concentração máxima efetiva (EC_{50}) de cada *Fusarium* spp. para o ingrediente ativo Azoxistrobina + Fludioxonil, Imazalil e Tiabendazol. y = ajustado com os valores da porcentagem de inibição de crescimento (PIC) em concentrações de 0,01, 0,1, 1, 10 e 100 mg/L a.i. EC_{50} = 50% de inibição do crescimento micelial calculada a partir da equação de regressão.

Os valores da concentração efetiva capaz de inibir 50% do crescimento micelial (EC_{50}) do fungicida Azoxistrobina + Fludioxonil variaram de 0,47 (*F. pernambucanum* e *F. sulawesiense*) a 2,70 mg/L i.a. (*F. kalimantanense*). Para o Imazalil, a EC_{50} variou de 0,92 (*F. sulawesiense*) a 3,12 mg/L i.a. (*F. falciforme*). E, para o Tiabendazol, os valores da EC_{50} foram de 1,32 (*F. pernambucanum*) a 2,86 mg/L i.a. (*F. kalimantanense*).

Tratamentos	INC (%)		ISD (%)		LE		LI	
	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média (cm)	Rank ¹	Média (cm)
Graduate[®] A+	27,0 a	20,0	26,9 a	2,0	27,2 a	0,2	25,0 a	0,0
Magnate[®]	22,0 a	0,0	22,0 a	0,0	22,0 a	0,0	25,0 a	0,0
Tecto[®]	24,5 a	10,0	24,8 a	2,0	24,2 a	0,1	27,5 a	0,0
Controle P²	32,0 a	40,0	31,8 a	4,0	32,1 a	0,4	25,0 a	0,0
Controle N²	22,0 a	0,0	22,0 a	0,0	22,0 a	0,0	25,0 a	0,0
χ^2	9,1	-	8,7	-	9,4	-	4,0	-
<i>Fusarium pernambucanum</i>								
Tratamentos	INC (%)		ISD (%)		LE		LI	
	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média (cm)	Rank ¹	Média (cm)
Graduate[®] A+	33,5 c	90,0	28,7 bc	15,0	22,8 ab	0,6	31,3 b	1,0
Magnate[®]	31,0 bc	80,0	29,8 bc	16,0	32,4 bc	1,3	34,1 b	1,1
Tecto[®]	16,0 ab	20,0	15,7 ab	4,0	15,7 ab	0,2	13,6 a	0,1
Controle P²	36,0 c	100,0	42,3 c	26,0	44,1 c	2,1	37,6 b	1,3
Controle N²	11,0 a	0,0	11,0 a	0,0	12,5 a	0,0	11,0 a	0,0
χ^2	32,5	-	33,8	-	35,2	-	30,7	-
<i>Fusarium sulawesiense</i>								
Tratamentos	INC (%)		ISD (%)		LE		LI	
	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média (cm)	Rank ¹	Média (cm)
Graduate[®] A+	24,8 a	20,0	24,8 a	2,0	24,6 a	0,2	22,0 a	0,0
Magnate[®]	20,5 a	0,0	20,5 a	0,0	22,0 a	0,0	22,0 a	0,0
Tecto[®]	23,2 a	10,0	23,2 a	2,0	22,3 a	0,1	24,3 a	0,1
Controle P²	38,6 b	70,0	38,6 b	13,0	38,6 b	1,0	37,2 b	0,5
Controle N²	20,5 a	0,0	20,5 a	0,0	20,0 a	0,0	22,0 a	0,0
χ^2	21,9	-	21,9	-	20,2	-	22,6	-

¹Foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, em seguida o teste de Dunn. Valores seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

²Controle positivo (P) e controle negativo (N). χ^2 = Valores de qui-quadrado pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Todas as espécies inoculadas no pedúnculo causaram sintomas típicos de podridão de fusarium. A intensidade da incidência da doença (INC), índice de severidade da doença (ISD), lesão externa (LE) e lesão interna (LI) variou conforme a espécie e fungicidas utilizados (Figura 9).

Os frutos inoculados com *F. falciforme* e tratados com Graduate A+[®] e Tecto[®] diferiram do controle positivo e não diferiram do controle negativo para as variáveis ISD e LE. O tratamento Tecto[®] mostrou ser o mais eficiente no controle desta espécie, apresentando a menor média para as variáveis INC, ISD, LE e LI com 50%, 9%, 0,4 cm e 0,5 cm, respectivamente. Para *F. kalimantanense*, não houve efeito significativo entre os tratamentos para as variáveis analisadas, mostrando que todos os fungicidas se comportaram igualmente no controle desta espécie. Para *F. pernambucanum*, os frutos tratados com Tecto[®] diferiram do controle positivo e não diferiram do controle negativo para todas as variáveis, além disso,

este fungicida apresentou a menor média para as variáveis INC, ISD, LE e LI com 20%, 4%, 0,2 cm e 0,1 cm, respectivamente. Para *F. sulawesiense*, os frutos tratados com Graduate A+®, Magnate® e Tecto® diferiram do controle positivo e não diferiram do controle negativo para todas as variáveis, apesar deste resultado, o fungicida Magnate® apresentou a menor média de INC, ISD, LE e LI com 0%, 0%, 0.0 cm e 0.0 cm, respectivamente.

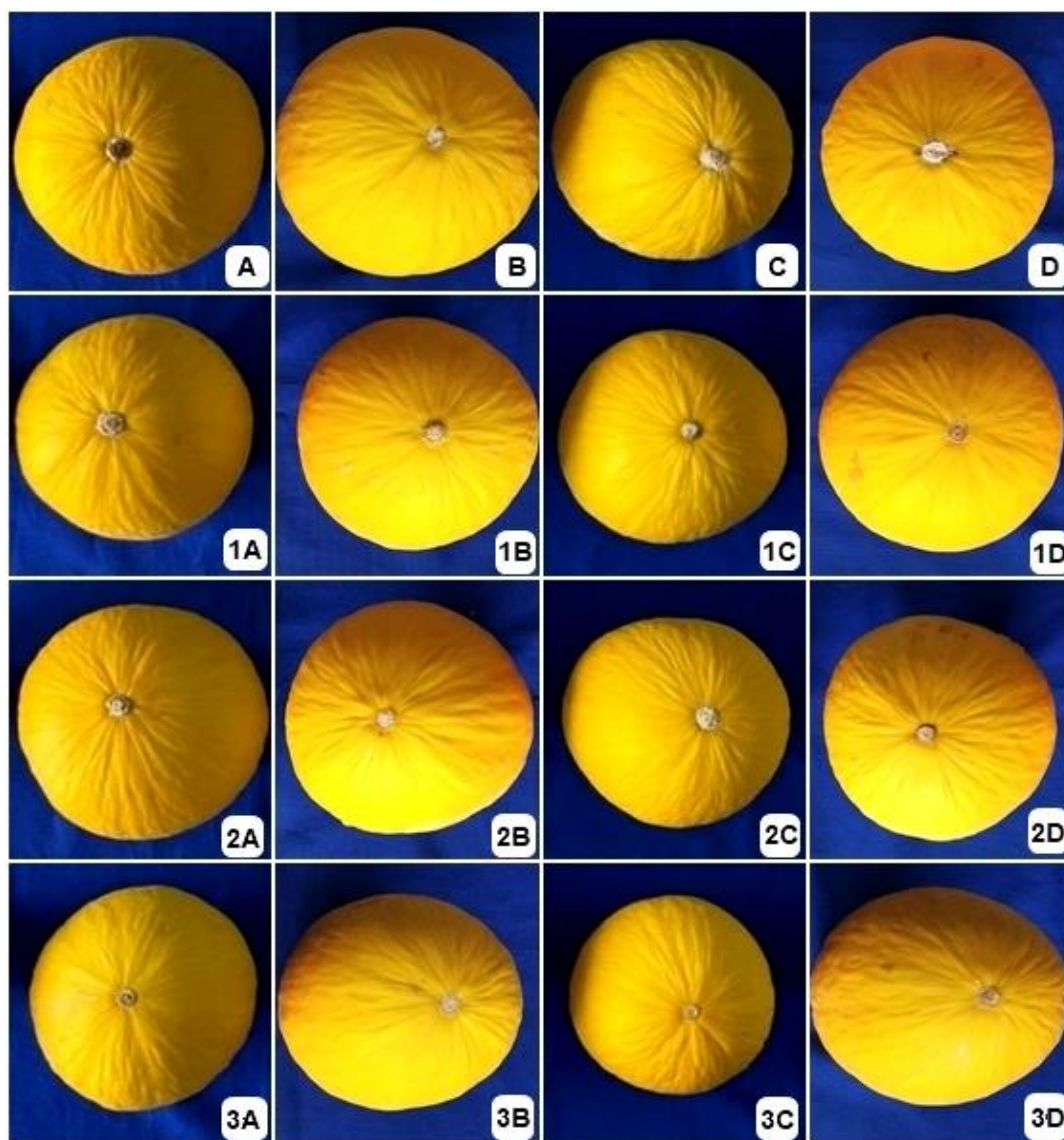


Figura 9. Sensibilidade *in vivo* de *Fusarium* spp. inoculados no pedúnculo. A = Testemunha positiva de *F. falciforme*; B = Testemunha positiva de *F. kalimantanense*; C = Testemunha positiva de *F. pernambucanum*; D = Testemunha positiva de *F. sulawesiense*; 1A, 2A e 3A = Frutos inoculados com *F. falciforme* e tratados com Graduate A+®, Magnate® e Tecto®, respectivamente; 1B, 2B, e 3B = Frutos inoculados com *F. kalimantanense* e tratados com Graduate A+®, Magnate® e Tecto®, respectivamente; 1C, 2C e 3C = Frutos inoculados com *F. pernambucanum* e tratados com Graduate A+®, Magnate® e Tecto®, respectivamente; 1D, 2D e 3D = Frutos inoculados com *F. sulawesiense* e tratados com Graduate A+®, Magnate® e Tecto®, respectivamente.

4.5 Sensibilidade *in vivo* de *Fusarium* spp. inoculados no epicarpo e tratados com fungicidas

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis mostrou que houve diferença significativa entre os tratamentos Graduate A+[®], Magnate[®] e Tecto[®] para as espécies *F. falciforme*, *F. pernambucanum* e *F. sulawesiense*, e não houve diferença significativa entre os fungicidas para a espécie *F. kalimantanense* (Tabela 5).

Tabela 5. Incidência da doença (INC), índice de severidade da doença (ISD), diâmetro da lesão externa (LE) e lesão interna (LI) em frutos de melão amarelo inoculados com espécies de *Fusarium* no epicarpo do fruto e tratados com fungicidas.

<i>Fusarium falciforme</i>								
Tratamentos	INC (%)		ISD (%)		LE		LI	
	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média (cm)	Rank ¹	Média (cm)
Graduate A+ [®]	31,0 a	0,0	31,0 a	0,0	31,0 a	0,0	32,4 a	0,0
Magnate [®]	43,5 a	31,3	41,9 a	7,5	41,9 a	0,4	41,9 a	0,4
Tecto [®]	36,0 a	12,5	35,9 a	3,8	35,6 a	0,2	35,0 a	0,2
Controle P ²	61,0 b	75,0	62,7 b	26,9	63,1 b	2,0	62,6 b	1,7
Controle N ²	31,0 a	0,0	31,0 a	0,0	31,0 a	0,0	30,5 a	0,0
χ^2	34,4	-	37,2	-	38,1	-	35,1	-
<i>Fusarium kalimantanense</i>								
Tratamentos	INC (%)		ISD (%)		LE		LI	
	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média (cm)	Rank ¹	Média (cm)
Graduate [®] A+	40,0 a	0,0	40,0 a	0,0	40,0 a	0,0	40,5 a	0,0
Magnate [®]	40,0 a	0,0	40,0 a	0,0	40,0 a	0,0	40,5 a	0,0
Tecto [®]	40,0 a	0,0	40,0 a	0,0	40,0 a	0,0	40,5 a	0,0
Controle P ²	42,5 a	6,3	42,5 a	0,6	42,5 a	0,1	40,5 a	0,0
Controle N ²	40,0 a	0,0	40,0 a	0,0	40,0 a	0,0	40,5 a	0,0
χ^2	4,0	-	4,0	-	4,0	-	0,0	-
<i>Fusarium pernambucanum</i>								
Tratamentos	INC (%)		ISD (%)		LE		LI	
	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média (cm)	Rank ¹	Média (cm)
Graduate [®] A+	35,0 a	6,3	35,5 a	2,5	36,8 a	0,2	35,2 a	0,1
Magnate [®]	40,0 a	18,8	40,2 a	5,0	41,4 ab	0,3	40,1 a	0,3
Tecto [®]	35,0 a	6,3	34,8 a	1,3	36,1 a	0,0	34,8 a	0,1
Controle P ²	60,0 b	68,8	59,6 b	16,9	54,1 b	1,0	59,9 b	1,0
Controle N ²	32,5 a	0,0	32,5 a	0,0	34,0 a	0,0	32,5 a	0,0
χ^2	31,2	-	29,7	-	18,8	-	30,4	-
<i>Fusarium sulawesiense</i>								
Tratamentos	INC (%)		ISD (%)		LE		LI	
	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média (%)	Rank ¹	Média (cm)	Rank ¹	Média (cm)
Graduate [®] A+	38,0 a	0,0	38,0 a	0,0	37,5 a	0,0	38,0 a	0,0
Magnate [®]	38,0 a	0,0	38,0 a	0,0	39,8 ab	0,0	38,0 a	0,0
Tecto [®]	38,0 a	0,0	38,0 a	0,0	37,5 a	0,0	38,0 a	0,0
Controle P ²	50,5 b	31,3	50,5 b	6,3	50,2 b	0,3	50,5 b	0,2
Controle N ²	38,0 a	0,0	38,0 a	0,0	37,5 a	0,0	38,0 a	0,0

χ^2	21,1	-	21,1	-	17,1	-	21,0	-
----------	------	---	------	---	------	---	------	---

¹Foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, em seguida o teste de Dunn. Valores seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade.

²Controle positivo (P) e controle negativo (N). χ^2 = Valores de qui-quadrado pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Todas as espécies inoculadas no epicarpo causaram sintomas típicos de podridão de fusarium. A intensidade da incidência da doença (INC), índice de severidade da doença (ISD), lesão externa (LE) e lesão interna (LI) variou conforme a espécie e os tratamentos utilizados (Figura 10). Os sintomas no epicarpo foram menos severos que os sintomas no pedúnculo.

Os frutos inoculados com *F. falciforme* e tratados com Graduate A+[®], Magnate[®] e Tecto[®] diferiram do controle positivo e não diferiram do controle negativo para todas as variáveis. O tratamento Graduate A+[®] mostrou ser o mais eficiente para esta espécie, pois apresentou a menor média, sendo 0% para as variáveis INC e ISD, e, 0.0 cm para as variáveis LE e LI. Para *F. kalimantanense*, não houve efeito significativo entre os tratamentos, mostrando que todos os fungicidas se comportaram igualmente para todas as variáveis. Para as espécies *F. perambucanum* e *F. sulawesiense*, foi observado que os frutos tratados com Graduate A+[®], Magnate[®] e Tecto[®] diferiram do controle positivo e não diferiram do controle negativo para todas as variáveis, com exceção da variável LE, no qual o tratamento Magnate[®] não diferiu do controle positivo. Os frutos inoculados com a *F. perambucanum* apresentaram a menor média de ISD (1.3 %), LE (0.0 cm) e LI (0.1 cm) quando foram tratados com Tecto[®], enquanto os frutos com *F. sulawesiense* apresentaram o mesmo resultado de INC (0%), ISD (0%), LE (0.0 cm) e LI (0.0 cm) para os tratamentos avaliados, mostrando que os três fungicidas foram eficientes no controle desta espécie.

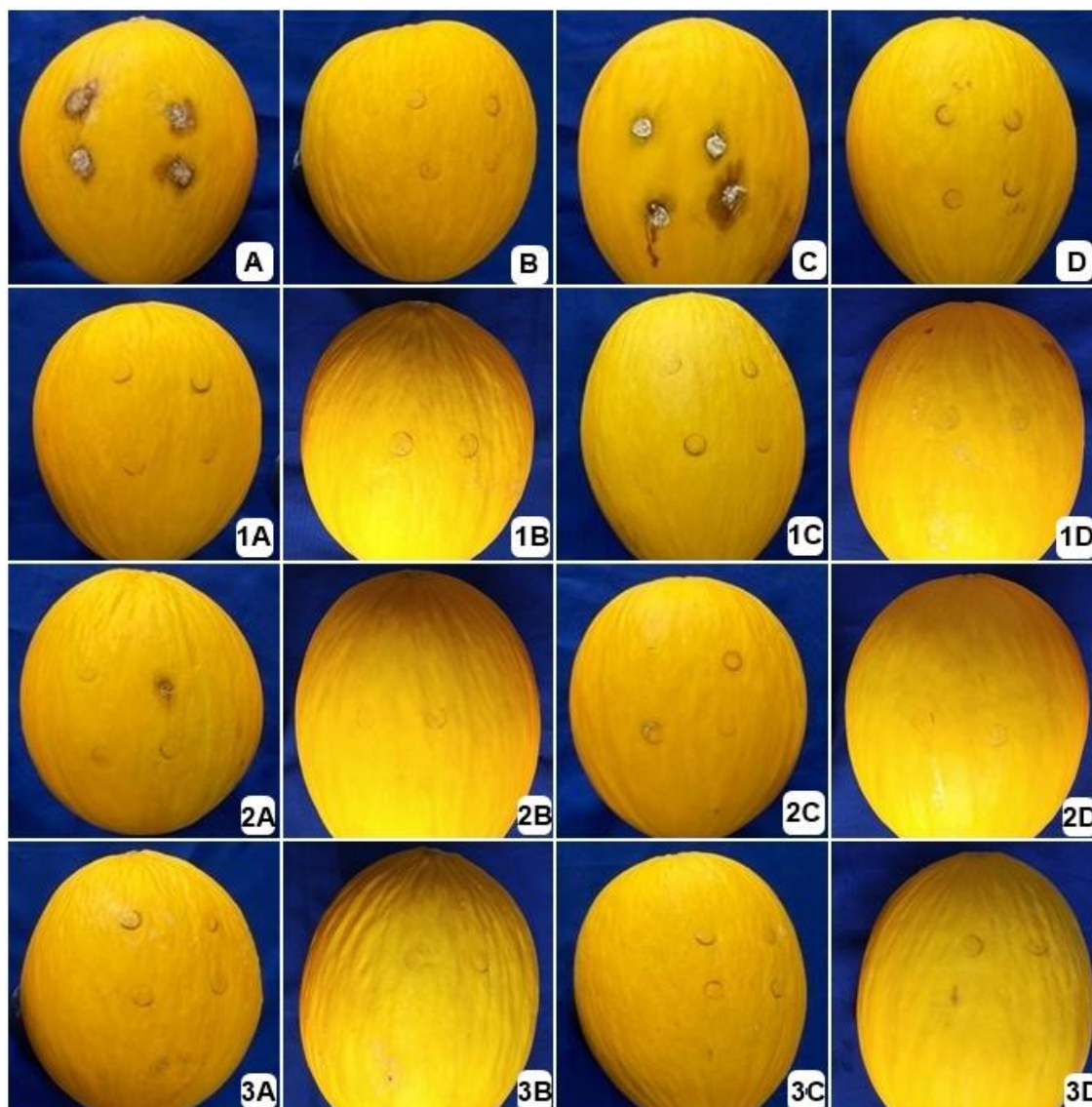


Figura 10. Sensibilidade *in vivo* de *Fusarium* spp. inoculados no epicarpo. A = Testemunha positiva de *F. falciforme*; B = Testemunha positiva de *F. kalimantanense*; C = Testemunha positiva de *F. pernambucanum*; D = Testemunha positiva de *F. sulawesiense*; 1A, 2A e 3A = Frutos inoculados com *F. falciforme* e tratados com Graduate A⁺, Magnate[®] e Tecto[®], respectivamente; 1B, 2B, e 3B = Frutos inoculados com *F. kalimantanense* e tratados com Graduate A⁺, Magnate[®] e Tecto[®], respectivamente; 1C, 2C e 3C = Frutos inoculados com *F. pernambucanum* e tratados com Graduate A⁺, Magnate[®] e Tecto[®], respectivamente; 1D, 2D e 3D = Frutos inoculados com *F. sulawesiense* e tratados com Graduate A⁺, Magnate[®] e Tecto[®], respectivamente.

5 DISCUSSÃO

O crescimento micelial de diferentes espécies *Fusarium* varia, como esperado, conforme diferentes temperaturas, níveis de pH e concentrações de salinidade. Observou-se também variabilidade quanto a patogenicidade a plantas e frutos de melão e sensibilidade

dessas espécies a fungicidas. Esse comportamento é devido as espécies utilizadas neste estudo pertencerem a diferentes complexos: *F. falciforme* (complexo de espécies *Fusarium solani* – FSSC), *F. kalimantanense* (complexo de espécies *Fusarium oxysporum* – FOSC), *F. pernambucanum* e *F. sulawesiense* (complexo de espécies *Fusarium incarnatum-equiseti* – FIESC) (MEDEIROS ARAÚJO et al., 2020; LIMA et al., 2020).

A maior temperatura ótima para crescimento micelial foi da espécie *F. pernambucanum* (28,7°C), e a menor foi de *F. sulawesiense* (20,9°C), ambas as espécies pertencem ao FIESC. Estes resultados mostram que as temperaturas ótimas para crescimento de *Fusarium* pode variar entre espécies do mesmo complexo e também entre espécies de complexos diferentes. Saleh et al. (2021), estudando diferentes espécies de *Fusarium* observaram temperaturas ótimas de 24,9°C e 27,2°C para as espécies *F. oxysporum* (FOSC) e *F. solani* (FSSC), respectivamente. As espécies do gênero *Fusarium* possuem distribuição cosmopolita e por isso apresentam uma ampla adaptação a ambientes com diferentes temperaturas (BURGESS et al., 1994). Além disso, as temperaturas máximas de *Fusarium* spp. encontradas são fundamentais para os estudos de termoterapia visando o controle destas espécies. Araújo (2020), observou que a termoterapia a 58 °C por 30 segundos é uma alternativa eficiente para o manejo da podridão no melão causada por *F. falciforme*. De acordo com os resultados encontrados neste estudo, todas as espécies, incluindo *F. falciforme*, pararam o seu crescimento a 45°C. Este resultado evidencia a sensibilidade destas espécies a altas temperaturas, sendo necessário estudos *in vivo* para a comprovação destas informações.

A faixa de pH ótimo para crescimento micelial das espécies estudadas variou de 6,10 a 8,37. De acordo com Rabelo (2015), o pH ótimo para o desenvolvimento de espécies desse gênero pode variar de 2,0 a 8,0. Cruz; Leandro; Munkvold (2019) estudando o efeito do pH no crescimento de 14 isolados de *Fusarium oxysporum* (FOSC) verificaram que a condição ótima para crescimento do fungo foi em pH 6,3. Esses resultados mostram que o pH ótimo encontrado para cada espécie e as condições ideais do solo para cultivo do meloeiro apresentam valores próximos, tendo em vista que a recomendação para esta cultura é que o pH do solo esteja em torno de 6,0 a 7,5 (MENDES et al., 2008). Assim, pode-se verificar que os isolados de *Fusarium* spp. estudados são adaptados as condições ideais para cultivo de meloeiro.

A sensibilidade à salinidade dos isolados de *Fusarium* é inversamente proporcional as concentrações de NaCl. Pacheco Marino et al. (2016), verificou-se o mesmo comportamento de redução de crescimento *in vitro* em diferentes concentrações de NaCl para dois isolados de *Fusarium* que foram identificados molecularmente dentro do complexo FIESC e FSSC. O

aumento da salinidade pode ter uma resposta direta na estrutura vegetativa (micélio) do fungo, causando estresse osmótico ou atuando como componente tóxico interferindo na estabilidade da membrana e/ou atividade enzimática do fungo (ADLER, 1996; PACHECO MARINO et al., 2016).

A espécie *F. falciforme* (FSSC) apresentou o maior índice de severidade da doença em plantas e frutos, sendo considerada a espécie mais agressiva neste estudo. As populações do FSSC são agentes etiológicos de várias doenças de plantas de importância agrícola, havendo relatados de doenças que vão desde podridão de raízes a podridão pós-colheita. Silva (2020) estudando a patogenicidade de 31 isolados do complexo *F. solani* (FSSC), verificou quatro isolados agressivos em plantas de meloeiro amarelo, sendo todos eles *F. falciforme*. Araújo (2020) pesquisando as mesmas espécies de *Fusarium* utilizadas neste estudo, relatou que o isolado *F. falciforme* foi o mais agressivo em frutos de melão amarelo Canary. De acordo com estudos, a espécie *F. falciforme* apresenta crescimento relativamente mais rápido do que outras espécies, assim, tem uma maior probabilidade de disseminação e infecção (O'DONNELL et al., 2008; CARDOSO, 2019).

No ensaio da sensibilidade *in vitro*, a espécie *F. sulawesiense* (FIESC) mostrou ter maior nível de sensibilidade entre os isolados, apresentando alta sensibilidade a dois dos fungicidas utilizados (Azoxistrobina + Fludioxonil e Imazalil) com valores da EC₅₀ abaixo de 1 mg/L i.a. Arruda et al. (2017), estudando a sensibilidade *in vitro* de isolados pertencentes aos principais complexos de espécies de *Fusarium*, verificaram que o isolado *F. incarnatum-equiseti* (FIESC) foi altamente sensível ao fungicida Azoxistrobina. A menor sensibilidade de um fitopatógeno a um determinado composto químico é devido a mutação ou outro mecanismo de variabilidade que este organismo possui (PARREIRA et al. 2009). Outra questão que deve ser levada em consideração, é a ação do fungicida; os fungicidas sistêmicos, como os utilizados neste estudo, são mais fungitóxicos que os fungicidas protetores, pois são seletivos e específicos para determinados grupos de fungos e doenças, e sua toxicidade seletiva depende muito do alvo biológico (AZEVEDO, 2007).

Considerando a espécie mais agressiva em frutos, *F. falciforme*, demonstrou uma maior sensibilidade aos fungicidas Tecto[®] e Graduate A+[®], estes foram eficientes na redução da severidade da doença no pedúnculo e epicarpo, respectivamente. Terão et al. (2006), estudando a sensibilidade de *F. pallidoroseum* (FIESC) a fungicidas, observaram que o fungicida Azoxistrobina e Tiabendazol controlaram de forma eficiente em temperatura ambiente a severidade e tamanho da lesão dos isolados em frutos de melão. O fungicida Tecto[®] tem como ingrediente ativo o tiabendazol e pertence ao grupo benzimidazol. Os

Produtos derivados de benzimidazol apresentam um amplo espectro antifúngico e atuam inibindo a polimerização de β -tubulina na mitose (FRAC, 2020). O Graduate A+® é um fungicida composto por dois ingredientes ativos, azoxistrobina + fludioxonil, estes pertencem ao grupo das estrobilurina e Fenilpirrol, nesta ordem. Estes dois ingredientes ativos apresentam modo de ação diferentes; a azoxistrobina atua inibindo a respiração mitocondrial, bloqueando a transferência de elétrons no complexo citocromo bc1 e o Fludioxonil atua na síntese das enzimas do grupo das quinases, promovendo desordem de algumas funções da membrana (RODRIGUES, 2006; FRAC, 2020). Até a publicação desta pesquisa, os fungicidas registrados para tratamento pós-colheita em melão são os produtos com ingrediente ativo Imazalil e Tiabendazol. O produto Graduate A+®, até o presente momento, não é registrado para tratamento pós-colheita em melão e, tendo em vista os resultados desta pesquisa, ele poderia ser sugerido para o manejo da podridão pós-colheita causada por *Fusarium* spp. nesta cucurbitácea.

As informações encontradas neste trabalho são relevantes, tendo em vista que o conhecimento acerca do crescimento de *Fusarium* spp., bem como o estudo sobre a sensibilidade destas espécies a fungicidas são ferramentas essenciais para direcionar estratégias de manejo da doença causada por estas espécies.

6 CONCLUSÕES

Todos os isolados cresceram nas temperaturas de 10 a 40°C, e nenhum isolado cresceu na temperatura de 5 e 45°C. As espécies *F. kalimantanense* (FOSC) e *F. sulawesiense* (FSSC) não cresceram na temperatura de 40°C.

Todos os isolados de *Fusarium* apresentaram crescimento em todos os níveis de pH e salinidade avaliados.

A espécie *F. falciforme* (FSSC) foi considerada a mais agressiva em plantas e frutos de melão amarelo.

A espécie *F. sulawesiense* (FSSC) mostrou uma alta sensibilidade *in vitro* a dois fungicidas, Azoxistrobina + Fludioxonil e Imazalil, sendo considerado o isolado com maior nível de sensibilidade no experimento *in vitro*.

Os frutos de melão inoculados no pedúnculo apresentaram uma maior incidência da doença (INC), índice de severidade da doença (ISD), lesão externa (LE) e lesão interna (LI) do que os frutos inoculados no epicarpo.

Os frutos de melão inoculados com *F. falciforme* (FSSC) apresentaram uma redução da severidade da doença no pedúnculo e epicarpo quando tratados com os fungicidas Tecto® e Graduate A+®, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS

- ADLER, L. Fungi and salt stress. In: Frankland J.C., Magan N., Gadd G.M., editors. Fungi and environmental change: symposium of the British Mycological Society. Cambridge: Cambridge University, **Press**; 1996. p. 217–34.
- ANDRADE, P. F. S. **FRUTICULTURA. Análise da conjuntura**. 2020. 7 f. Departamento de Economia Rural – DERAL, Paraná, 2020.
- AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 11 dez. 2021.
- AMBRÓSIO, M. M. Q. *et al.* Screening a variable germoplasm collection of *Cucumis melo* L. for seedling resistance to *Macrophomina phaseolina*. **Euphytica**, 206, 287-300, 2015.
- ANUÁRIO HF BRASIL: Retrospectiva 2021 & Perspectiva 2022**. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). Piracicaba, São Paulo, 2021. 50 p. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/anuario-hf-brasil-retrospectiva-2021-perspectiva-2022.aspx>. Acesso em: 4 jan. 2022.
- ARAÚJO, M. B. M. **Species of *Fusarium* causing peduncular rot in melon in brazil and alternative management methods**. 2020. 96 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.
- ARRUDA, R. *et al.* Sensibilidade de *Fusarium* spp. isoladas de arroz irrigado aos fungicidas Tebuconazol e Azoxistrobina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 50., 2017, Uberlândia. **Resumos** [...]. Minas Gerais: [S.l.]. 2017.
- BURGESS, L.W. *et al.* **Laboratory manual for *Fusarium* research**. 3rd ed. Sydney, University of Sydney, 1994. 132 p.
- ARAÚJO, M.B.M. *et al.* *Fusarium* rot of melon is caused by several *Fusarium* species. **Plant Pathology**, p.1-11, 2021.

AZEVEDO, L. A. S. **Fungicidas sistêmicos: teoria e prática**. 1. ed. Campinas: EMOPI, 2007. 284 p.

BENATO, E.A. *et al.* Efeito do tratamento hidrotérmico no controle de podridões pós-colheita em maracujá-amarelo. **Summa Phytopathologica**, v.27, p.399-402, 2001.

BENATO, E.A. Indução de resistência no controle de doenças pós-colheita: frutas e hortaliças. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE INDUÇÃO DE RESISTENCIA EM PLANTAS CONTRA FITOPATÓGENOS, 1., 2002, São Paulo. **Palestras**. Piracicaba: ESALQ- USP, 2002 p. 29-31.

BURGESS, L. W. *et al.* Biodiversity and population studies on *Fusarium*. In: LOGRIECO, A. *et al.* Biodiversity of toxigenic *Fusarium* species. **Sydowia**, Horn, v. 30, p. 1-11. 1997.

CARDOSO, A. M. S. **Espécies de *Fusarium* associadas a cucurbitáceas no brasil**. 2019. 1133 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2019.

CERVANTES-GARCÍA, D. C. *et al.* Osmotic potential effects on in vitro growth, morphology and pathogenicity of *Macrophomina phaseolina*. **Journal of Phytopathology**, Germany, v. 151, p. 456-462, 2003.

CRUZ, D. R.; LEANDRO, L.F.S.; MUNKVOLD, G. P. Effects of Temperature and pH on *Fusarium oxysporum* and Soybean Seedling Disease. **Plant Dis.** 2019 Dec;103(12):3234-3243. DOI: 10.1094/PDIS-11-18-1952-RE. Epub 2019. Sep 30. PMID: 31573433. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31573433/>. Acesso em: 15 jan. 2022.

DEAN, R. *et al.* The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. **Molecular Plant Pathology**, v. 13, n. 4, p. 414–430, 2012.

DIAS, R. de; TERAPO, D. Doenças das cucurbitáceas. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, cap. 24, p. 597-627. 2006.

DIAS, V. G. **Crescimento, fisiologia e produção do meloeiro “pele de sapo” cultivado sob diferentes lâminas de irrigação**. 84f. 2014. Dissertação (Mestrado em Agricultura Familiar e Sustentabilidade) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

EDGINGTON, L.V.; KHEW, K.L.; BARRON, G.L. (1971). Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. **Phytopathology** 61(1): 42- 44. <http://dx.doi.org/10.1094/Phyto-61-42>.

FERREIRA, S. A. D. **Fotodegradação do fungicida tiabendazol usando rejeitos industriais com propriedades magnéticas**. 133f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

FURLANETO, F. de P. B; SOARES, A. de A. V. L; OLIVEIRA, M. D. M. Balança Comercial dos Agronegócios Paulista e Brasileiro, Janeiro a Setembro de 2020. **Impacto da Pandemia na Cultura da Melancia**, São Paulo, v. 15, n. 6, jun. 2020. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-44-2020.pdf>. Acesso em: 27 dezembro 2021.

FRAC – **Fungicide Resistance Action Committee**. FRAC Classification of Fungicides. Fungal control agents by cross resistance pattern and mode of action, 2020. Disponível em: https://www.frac-br.org/_files/ugd/6c1e70_af87611de3ca44eb97834ce14fc3973c.pdf. Acesso em: 15 jan. 2022.

GADELHA, S. C. **Controle Preventivo e Curativo da Podridão Pós-Colheita de Frutos de Melão com Produtos Alternativos**. 2002. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

GARCÍA-JIMÉNEZ, J. *et al.* **First Report of *Fusarium solani* f sp *cucurbitae* Race 1 in Spain**. Patologia vegetal. Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera 14, 46020 Valencia, Spain. Plant Dis. 81: 1216, 1997: published on-line as D-1997-0813-01N, 1997.

HOHENFELD, C. S.; HADDAD, F.; OLIVEIRA, S. A. S. de. Crescimento micelial de isolados de *Fusarium* sp., *Scytilidium* sp., *Lasiodiplodia* sp. e *Phytophthora* sp., causadores de podridões radiculares em mandioca, sob diferentes temperaturas. In: JORNADA CIENTÍFICA, 7., 2013, Cruz das Almas. **Parte de livro** [...]. [S.l.]: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013.

HORA, R.C.; CAMARGO, J.; BUZANINI, A.C. **Cucurbitáceas e outras**. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., comps. *Hortaliças-fruto* [online]. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 71-111.

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**, Netherlands, v. 106, p.651-656, 2000.

LESLIE, J. F. and SUMMERELL, B. A. **The *Fusarium* Laboratory Manual**. London: Blackwell, 2006. 400p.

LI, Y. G. *et al.* Occurrence of Fruit Rot of Cantaloupe Caused by *Fusarium equiseti* in China. **Plant Disease**, v. 103, n. 10, p. 2683-2683, 2019.

LIMA, E. N. *et al.* 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**, p.1-11, 2020.

MATOS, A. P. de. CORDEIRO, Z. J. M. and HADDAD, F. Fusários em frutíferas. In: **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: SBF, 2012., 2012.

MEDEIROS ARAÚJO, M. B. *et al.* *Fusarium* rot of melon is caused by several *Fusarium* species. **Plant Pathology**, 70, 712-721. 2021.

MENDES, A. M. S. *et al.* **A CULTURA DO MELÃO**. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 191 p.

MOURA, M. da C. F. OLIVEIRA, L. C. S. de. and SILVA, S. G. de A e. A Cultura do melão: uma abordagem acerca da cadeia produtiva no agropólo Mossoró–Assú/RN. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 7, n. 7, 2011.

NERY-SILVA, F. A. *et al.* Metodologia de inoculação de fungos causadores da podridão peduncular em mamão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1374-1379, 2007.

NOGUEIRA, G.A. **Agressividade de espécies de *Fusarium* causadoras de podridão em melões no Brasil**. 2021. 41 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2021.

NUANGMEK, W. *et al.* First report of fruit rot on cantaloupe caused by *Fusarium equiseti* in Thailand. **Journal of General Plant Pathology**, v. 85, n. 4, p. 295-300, 2019.

O'DONNELL, K. *et al.* Molecular phylogenetic diversity, multilocus haplotype nomenclature, and *in vitro* antifungal resistance within the *Fusarium solani* species complex. **Journal of Clinical Microbiology** 46, 2477–90. 2008.

OSTER, A. H. *et al.*, 2018. 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).

PACHECO MARINO S. G. *et al.* Pathogenic ability and saline stress tolerance of two *Fusarium* isolates from *Odontesthes bonariensis* eggs. **Rev Iberoam Micol**. 2016 Jan-Mar;33(1):13-20. doi: 10.1016/j.riam.2015.02.005. Epub 2015 May 27. PMID: 26674586.

PARREIRA, D. F.; NEVES, W. S.; ZAMBOLIM, L. Artigo de revisão: Resistência de fungos a fungicidas inibidores de quinona. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 2, 2010.

PARISI, M. C. M.; HENRIQUE, C. M.; PRATI, P. Doenças pós-colheita: Um entrave na comercialização. **Pesqui. Tecnol**, v. 12, p. 1-5, 2015.

PEREZ, L. and VIDAL, I. Aspectos de la biología de *Colletotrichum musae* (Berk. & Curt.) v. Arx. y *Fusarium pallidoseum* (Cooke) Sacc., agentes causales de la pudrición de la corona de los bananos (*Musa* sp.) em Cuba. **Fitosanidad, Habana**, v. 6, n. 1, p. 3-10, 2002.

PROMWEE, A. *et al.* Efficacy of indigenous *Trichoderma harzianum* in controlling *Phytophthora* leaf fall (*Phytophthora palmivora*) in rubber trees. **Journal of Plant Disease and Protection** 996 124, 41–50, 2017.

RABELO, T. U. **Fumonisina em milho (*Zea mays* L.) e seus derivados**. 2015. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Microbiologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, [Minas Gerais].

RODRIGUES, M. A. T. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC**. 2006. 291 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP- Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2006.

SANTOS, A. M. G. **Estratégias alternativas no manejo de podridões em pós-colheita de melão**. Orientadora: Prof^a Dr^a Sônia Maria Alves de Oliveira. 94f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

SALEH, A. A. *et al.* Molecular and physiological characterization of *Fusarium* strains associated with different diseases in date palm. **Plos one**, Mohali, v. 16, n. 7, p. 1-16, july. 2021.

SEYMOUR, G.B.; McGLASSON, W.B. Melons. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (ed.) **Biochemistry of fruit ripening**. Londres: Chapman & Hall, 1993. p. 273-290.

SIDRA/IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 04 jan. 2022.

SILVA, S. G. A. **Análise filogenética e reação de genótipos de meloeiro à linhagens do complexo de espécies *Fusarium solani***. 2020. 56 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.

SILVA, A. dos S. *et al.* Variação genética em isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* com marcadores AFLP. In: **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.

SILVA, F. A. Z.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal Agricultural Research**, v. 11, p. 3733-3740, 2016.

SOMMER, N. F. Postharvest handling practices and postharvest diseases of fruit. **Plant Disease**. v. 66, p. 357-364. 1982.

SOUZA, M. H. de. C. *et al.* Avaliação Pós-Colheita do Melão Amarelo submetido Danos Mecânicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 4, p. 195-200, 2014.

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.

TERAO *et al.* **Patologia pós-colheita de uva**. In: TERAQ, D.; TAVARES, S. C. C. de H.; SILVA, I. L. do S. S. da; SARAIVA, A. C. M.; CHOUDHURY, M. M.. Frutas do Brasil: Uva de Mesa Pós-colheita. Embrapa Semiárido, 2007. 14p.

TERAO *et al.* **Estratégias de controle de podridões em pós-colheita de melão: uma revisão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008.

TONIN, R. F. B. *et al.* *In vitro* mycelial sensitivity of *Macrophomina phaseolina* to fungicides. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 4, p. 460-466, 2013.

VIDAL, M. de F. Produção comercial de Frutas na área de atuação do BNB. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, junho 2021. Ano 6, Caderno nº 168, p. 1-14.

WONGLOM, P. and SUNPAPAO, A. *Fusarium incarnatum* is associated with postharvest fruit rot of muskmelon (*Cucumis melo*). **Journal of Phytopathology**, 168, 204–210. 2020.