



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**EGÍDIO JOSÉ ARAGÃO DA PONTE**

**CARACTERIZAÇÃO E TESTE DE SENSIBILIDADE À FUNGICIDA DOS AGENTES  
CAUSAIS DA PODRIDÃO DE *Fusarium* DO MELÃO NO ESTADO DO CEARÁ**

**FORTALEZA**

**2022**

EGÍDIO JOSÉ ARAGÃO DA PONTE

CARACTERIZAÇÃO E TESTE DE SENSIBILIDADE À FUNGICIDA DOS AGENTES  
CAUSAIS DA PODRIDÃO DE *Fusarium* DO MELÃO NO ESTADO DO CEARÁ

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Agronomia do Centro  
de Ciências Agrárias da Universidade Federal  
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do  
título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Souza Lima  
Coorientadora: Ma. Diene Elen Miranda da  
Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

P857c Ponte, Egídio José Aragão da.

Caracterização e teste de sensibilidade à fungicida dos agentes causais da podridão de Fusarium do melão no estado do Ceará / Egídio José Aragão da Ponte. – 2022.  
48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Cristiano Souza Lima.

Coorientação: Profa. Ma. Diene Elen Miranda da Silva.

1. Cucumis melo L.. 2. FIESC. 3. Morfologia. 4. Patogenicidade. I. Título.

CDD 630

---

EGÍDIO JOSÉ ARAGÃO DA PONTE

CARACTERIZAÇÃO E TESTE DE SENSIBILIDADE À FUNGICIDA DOS AGENTES  
CAUSAIS DA PODRIDÃO DE *Fusarium* DO MELÃO NO ESTADO DO CEARÁ

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Agronomia do Centro  
de Ciências Agrárias da Universidade Federal  
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do  
título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 03/06/2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Cristiano Souza Lima (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Ma. Diene Elen Miranda da Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dra. Eliane Mayumi Inokuti  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dra. Ingrid Bernardo de Lima Coutinho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à Universidade Federal do Ceará, em especial aos professores, funcionários e estudantes.

À CNPq e ao PIBIC pela bolsa de iniciação científica, por proporcionar condições de realizar pesquisa durante grande parte da minha graduação.

Aos meus pais Márcia e Mário, por toda minha criação, dedicação e apoio durante o curso;

Ao Prof. Dr. Cristiano Souza Lima, pela oportunidade que me foi dada, além da orientação, conselhos e amizade;

À minha co-orientadora Ma. Diene Elen Miranda da Silva pela orientação, apoio, conselhos e amizade;

À todos os membros atuais e passados do Laboratório de Micologia da UFC pela convivência, apoio e amizade;

A meus irmãos Ana e João e amigos, da UFC e da vida, em especial Arthur, Yago e Vitória, pela convivência, apoio e amizade;

Às membras participantes da banca examinadora Dra. Eliane Mayumi Inokuti e Dra. Ingrid Bernardo de Lima Coutinho pelas sugestões e contribuições.

E a todos que, de algum modo, contribuíram para que eu alcançasse essa conquista.

Obrigado!

## RESUMO

O melão (*Cucumis melo* L.) é um fruto de grande apreciação do mercado consumidor e representa importante fonte de renda no Nordeste brasileiro, principal região produtora. Porém, a falta de manejos adequados, como práticas de rotação de culturas e tempo de pousio, faz com que a incidência de patógenos se torne relevante, afetando as produções. Dentre os patógenos associados à cultura, os fungos, destacado o gênero *Fusarium*, têm sido relatados como causadores de danos em pós-colheita, inviabilizando a exportação dos frutos de melão. Nesse sentido, o trabalho realizado objetivou caracterizar isolados de *Fusarium* spp. associados à frutos de melão no estado do Ceará. Foram obtidos 33 isolados puros para a coleção de trabalho. Dentre os isolados obtidos, foram selecionados um representante de cada morfotipo presente na coleção, resultando em seis isolados (*F. equiseti*, *F. incarnatum*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *Neocosmospora* sp. e *F. chlamydosporum*). Para a caracterização dos isolados foram realizados: i) a caracterização morfológica, com a avaliação do crescimento, da coloração e marcadores morfológicos; ii) o teste de patogenicidade; iii) a análise da filogenia molecular dos isolados para confirmação da caracterização morfológica; iv) e o teste *in vitro* da sensibilidade dos isolados a fungicida à base de tiofanato metílico. Nos resultados da caracterização morfológica dos morfotipos, o isolado de *F. chlamydosporum* teve o maior crescimento em placa de Petri após três dias de incubação, com diâmetro de 53,4 mm e o isolado de *Neocosmospora* sp. obteve o menor diâmetro, com 31,8 mm. Em relação à coloração, os tons variaram entre branco em *F. equiseti*, creme em *F. incarnatum*, *F. solani* e *Neocosmospora* sp., tons arroxeados em *F. oxysporum* e rosados em *F. chlamydosporum*. Na avaliação dos marcadores morfológicos, estruturas típicas foram observadas em todos os isolados, como falsas cabeças em *F. incarnatum*, *F. chlamydosporum* e *F. solani*; fiálides curtas em *F. oxysporum*; conídios do esporodóquio delgados em *F. equiseti* e peritécios vermelhos em *Neocosmospora* sp. Todos os isolados avaliados foram patogênicos, com destaque para os isolados de *F. solani* e *F. incarnatum*, que apresentaram as maiores taxas de agressividade. A filogenia confirmou os resultados da caracterização morfológica, com formação de clados bem definidos, representando quatro complexos de *Fusarium*. O teste de sensibilidade *in vitro* do fungicida tiofanato metílico apresentou eficiência média em *F. chlamydosporum* e baixa nos demais isolados avaliados.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo* L.; FIESC; morfologia; patogenicidade.

## ABSTRACT

Melon (*Cucumis melo* L.) is a fruit of great appreciation in the consumer market and represents an important source of income in Northeast Brazil, the main producing region. However, the lack of adequate management, such as crop rotation practices and fallow time, makes the incidence of pathogens relevant, affecting the production. Among the pathogens associated with the crop, the fungi, especially in genus *Fusarium*, have been reported to cause post-harvest damage, making the export of melon fruits unfeasible. In this sense, this study aimed to characterize *Fusarium* spp. associated with melon fruits in Ceará State. Thirty-three pure isolates were obtained for the working collection. Among the isolates obtained, one representative of each morphotype present in the collection was selected, resulting in six isolates (*F. equiseti*, *F. incarnatum*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *Neocosmospora* sp. and *F. chlamydosporum*). In the isolates characterization were used: i) morphological characterization, with the evaluation of growth, color and morphological markers; ii) pathogenicity test; iii) molecular phylogeny of the isolates to confirm the morphological characterization; and iv) the *in vitro* test of the isolates sensitivity to a thiophanate methyl based fungicide. In the results of the morphotypes morphological characterization, the *F. chlamydosporum* isolate had the highest growth in a Petri dish after three days of incubation, with a diameter of 53.4 mm and the *Neocosmospora* sp. isolate had the smallest diameter, with 31.8 mm. Regarding the color, the tones varied between white in *F. equiseti*, cream in *F. incarnatum*, *F. solani* and *Neocosmospora* sp., purplish tones in *F. oxysporum* and pink in *F. chlamydosporum*. In the evaluation of morphological markers, typical structures were observed in all isolates, such as false heads in *F. incarnatum*, *F. chlamydosporum* and *F. solani*; short phialides in *F. oxysporum*; thin sporodochial conidia in *F. equiseti* and red perithecia in *Neocosmospora* sp. All isolates evaluated were pathogenic, especially the isolates of *F. solani* and *F. incarnatum*, which showed the highest rates of aggressiveness. The phylogeny confirmed the results of the morphological characterization, with the formation of well-defined clades, representing four *Fusarium* complexes. The *in vitro* sensitivity test of the thiophanate methyl fungicide showed medium efficiency in *F. chlamydosporum* and low in the other isolates evaluated.

**Keywords:** *Cucumis melo* L., FIESC, morphology, pathogenicity.

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 – Características morfológicas do morfotipo <i>chlamydosporum</i> .....	27
Figura 2 – Características morfológicas do morfotipo <i>oxysporum</i> .....	28
Figura 3 – Características morfológicas do morfotipo <i>solani</i> .....	29
Figura 4 – Características morfológicas do morfotipo <i>Neocosmospora</i> sp.....	30
Figura 5 – Características morfológicas do morfotipo <i>equiseti</i> .....	31
Figura 6 – Características morfológicas do morfotipo <i>incarnatum</i> .....	32
Figura 7 – Teste de patogenicidade de <i>Fusarium</i> spp. em melão do tipo amarelo.....	33
Figura 8 – Teste de patogenicidade de <i>Fusarium</i> spp. em melão do tipo amarelo.....	34
Figura 9 – Árvore filogenética de <i>TEF1</i> dos isolados representantes de morfotipos de <i>Fusarium</i> associados ao melão.....	36

**LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Curva de regressão formada por morfotipo <i>chlamydosporum</i> .....	37
Gráfico 2 – Curva de regressão formada por morfotipo <i>oxysporum</i> .....	38
Gráfico 3 – Curva de regressão formada por morfotipo <i>solani</i> .....	38
Gráfico 4 – Curva de regressão formada por morfotipo <i>Neocosmospora</i> sp.....	39
Gráfico 5 – Curva de regressão formada por morfotipo <i>equiseti</i> .....	39
Gráfico 6 – Curva de regressão formada por morfotipo <i>incarnatum</i> .....	40

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Tratamentos utilizados no teste de sensibilidade .....	22
Tabela 2 – Origem dos isolados e seus morfotipos.....	24
Tabela 3 – Taxa de crescimento dos isolados após 3 dias no escuro.....	26
Tabela 4 – Caracterização dos conídios do esporodóquio dos isolados.....	26
Tabela 5 – Caracterização dos conídios do micélio aéreo dos isolados.....	26
Tabela 6 – Comparação de médias do teste de patogenicidade através do teste Tukey.....	34
Tabela 7 – Valores das dosagens após conversão na base log 10.....	37
Tabela 8 – Equações de regressão formadas pelos isolados de <i>Fusarium</i> spp.....	40
Tabela 9 – Sensibilidade de isolados ao fungicida.....	41

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Cultura do melão e sua importância econômica.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Gênero <i>Fusarium</i> e sua associação à podridão no melão.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Teste de Sensibilidade a fungicidas no gênero <i>Fusarium</i>.....</b>	<b>17</b>
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
<b>5.1 Obtenção dos isolados de <i>Fusarium</i> spp. associados à podridão em frutos de meloeiro no estado do Ceará.....</b>	<b>24</b>
<b>5.2 Caracterização morfológica das populações de <i>Fusarium</i> spp. associadas à podridão mole em frutos de meloeiro no estado do Ceará.....</b>	<b>25</b>
<b>5.3 Teste de Patogenicidade dos representantes de morfotipos de <i>Fusarium</i>.....</b>	<b>32</b>
<b>5.4 Sequenciamento de <i>TEF1</i> e análise filogenética.....</b>	<b>35</b>
<b>5.5 Teste de Sensibilidade <i>in vitro</i> a fungicida.....</b>	<b>36</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) é um fruto de grande aceitação mundial e representa uma importante cadeia produtiva no Nordeste Brasileiro, onde 95% da produção exportada pelo Brasil são oriundos desta região. Os estados do Ceará e Rio Grande do Norte têm se apresentado como os maiores produtores do fruto nos últimos anos do país (AGROSTAT, 2022; SIDRA/IBGE, 2022).

A origem do meloeiro, planta que produz os frutos de melão, ainda não é totalmente elucidada, havendo indicativos da sua origem atribuída ao sudoeste da África e a região peninsular da Índia (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Atualmente, a produção dos frutos é distribuída em todo o mundo, com destaque para a China, maior produtora mundial do fruto (FAO, 2022).

Taxonomicamente, a planta é caracterizada como uma cucurbitácea, apresentando grande diversidade de cultivares comercializados. A título de exemplo, podem ser citados alguns cultivares de destaque como Pele de Sapo, Honeydew e Amarelo, de acordo com Oliveira *et al.* (2017).

Dentre os requisitos mais importantes para o desenvolvimento da cultura do melão, Feitosa e Guimarães (2019) destacam-se: temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar, ventos e precipitações. Associados a esses parâmetros existem boas práticas agrícolas essenciais à cultura do melão, a exemplo de: utilização de cercas vivas, eliminação de restos culturais, pousio e rotação de culturas (LEMOS NETO; GUIMARÃES, 2019).

A falha na execução das práticas agrícolas citadas e descuido com práticas fitossanitárias, a exemplo do uso de material propagativo sadio, geram oportunidades para a entrada e manutenção de fungo no solo, por meio da presença de patógenos nos materiais vegetais. Assim, são dadas condições para que esses patógenos atuem sobre as plantas (AGRIOS, 2005), e frutos, quando em contato com o solo (BRUTON, DUTHIE, 1996).

Há relatos de diversos patógenos associados à cultura do melão, a exemplo de fungos, bactérias, nematóides e vírus, com destaque para os fungos (PAVAN *et al.* 2016). Considerando as problemáticas citadas relativo a manejos inadequados e a geração de condições propícias para o desenvolvimento de patógenos, os fungos, destacando-se os fungos do gênero *Fusarium*, se tornam um grave problema para a produção dos frutos (AGRIOS, 2005).

O gênero *Fusarium*, pertencente ao Filo Ascomycota, representa um dos gêneros de fitopatógenos de maior relevância dentro da Fitopatologia, considerando o alto número de

hospedeiros que podem abrigar o patógeno (AGRIOS, 2005). O autor ainda destaca a capacidade do fungo em comprometer áreas inteiras de produção subitamente, considerando que é um fungo que geralmente atua colonizando vasos condutores de plantas, tornando a diagnose muitas vezes tardia e ineficaz no manejo da doença. O fungo é um habitante de solo, podendo atuar como saprófita e pode permanecer em áreas de cultivo durante muitos anos, pela sua capacidade de produção de esporos de resistência (AGRIOS, 2005). Todos esses fatores descritos tornam o controle de *Fusarium* spp. dificultoso, sendo indicadas práticas de manejo preventivas, a exemplo da rotação de culturas e pousio, contra a doença/patógeno (AGRIOS, 2005).

A podridão de *Fusarium*, tem se apresentado como um fator de grande importância para a produção e exportação de melão já que a doença não apresenta sintomas no campo ou nos primeiros dias pós-colheita, a manifestação dos sintomas começa a ocorrer quando os frutos já se encontram no mercado europeu, como citado por Medeiros Araújo (2020).

Considerando a importância da cultura do meloeiro e a ameaça que representa a podridão de *Fusarium* para a produção de melão no estado do Ceará, além da limitação de informação sobre a ocorrência da doença e o comportamento do patógeno, se faz necessário o levantamento da ocorrência dessa doença nas principais regiões produtoras no estado do Ceará e a avaliação da patogenicidade e sensibilidade de isolados obtidos de frutos de melão apresentando sintomas da podridão de *Fusarium* no Estado do Ceará. Tendo em vista as lacunas relacionadas à identificação das espécies de *Fusarium* associadas a essa doença, faz-se necessário o estudo da caracterização e sensibilidade de fungicidas à podridão de *Fusarium* no melão.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura do Melão e sua importância econômica

O Semiárido brasileiro possui clima seco e apresenta alta radiação solar e, conjuntamente, solos de boa profundidade e ótimas condições físicas se demonstra como um local promissor para produção de melão de ótima qualidade e com alta produtividade das lavouras. No Nordeste brasileiro são produzidos principalmente os melões dos tipos amarelo, pele-de-sapo e honeydew totalizando cerca de 90% da área plantada. Essa preferência é justificada pela excelente vida útil que estas variedades apresentam na pós-colheita (NUNES *et al.*, 2004).

A cadeia produtiva do agronegócio do melão é considerada uma das mais relevantes para a economia dos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, dada sua importância econômica, social e cultural. A produção mundial de melão foi de 28.467.920 toneladas em 2020. Já o Brasil, com uma produção de 613.933 toneladas, foi o nono produtor mundial em 2020 (FAO, 2022). No cenário nacional, de acordo com SIDRA/IBGE (2022), o estado do Rio Grande do Norte foi o maior produtor do fruto em 2020, com 375.574 toneladas, seguido pelo estado do Ceará, com 73.838 toneladas.

Em relação à exportação do melão brasileiro, a região Nordeste representa o maior pólo produtivo do país, representando quase a totalidade das exportações registradas (AGROSTAT, 2022). Destacam-se os estados do Ceará e Rio Grande do Norte, que respondem por mais de 95% das exportações do país, onde o estado do Ceará conta com 30% desses números, movimentando valores na ordem de 57.025 milhões de dólares (AGROSTAT, 2022).

Pertencente à família das Cucurbitáceas, o melão pertence ao gênero *Cucumis* e a espécie *Cucumis melo* L. e é caracterizada como uma espécie de ciclo anual, herbácea e com caule prostrado. Também se destaca o sistema radicular ramificado da planta, que apresenta crescimento vigoroso e raso, ocupando as camadas mais superficiais do solo. (ARAGÃO *et al.*, 2019). Para uma produção satisfatória da cultura do melão são necessárias condições ambientais para um desenvolvimento adequado dos cultivos.

Feitosa e Guimarães (2019) ressaltam a importância dos fatores temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar, ventos e precipitações; e por meio da inter-relação desses fatores, sendo essa mais importante que a análise separada de cada fator. Segundo os mesmos autores, a temperatura representa o principal fator climático associado à produção do meloeiro. Sua faixa adequada no campo se dá entre 25 a 35 °C (OLIVEIRA *et al.*, 2017). A

temperatura possui influência em todas as etapas de desenvolvimento da cultura, influenciando desde a formação da planta até a condição da maturação dos frutos de melão, onde frutos formados em temperaturas adequadas apresentam melhor qualidade, dado em termos de grau brix elevado (SALVIANO, 2017); ainda considerando outros fatores externos de importância, como a atividade dos polinizadores da cultura (FEITOSA; GUIMARÃES, 2019).

A luz é importante tanto na sua intensidade quanto em relação ao fotoperíodo, pois são imprescindíveis para um desenvolvimento adequado da cultura do melão, já que o crescimento vegetativo e o florescimento da cultura são favorecidos por uma maior incidência luminosa. Em condições de pouca luminosidade no desenvolvimento da cultura, pode haver um menor desenvolvimento foliar, influenciando a taxa fotossintética das plantas, reduzindo a quantidade e qualidade dos frutos produzidos (FEITOSA; GUIMARÃES, 2019).

Sobre a umidade relativa do ar na produção, a cultura do melão é pouco exigente em umidade, sendo favorecida em ambientes mais secos (OLIVEIRA *et al.*, 2017). As faixas ideais de umidade relativa do ar encontram-se entre 60 a 70%. Taxas abaixo dos 50% são prejudiciais à cultura, pois começam a ocorrer perdas de água por evapotranspiração e taxas acima de 75% estão associadas com a perda da qualidade dos frutos e maior incidência de doenças fúngicas. Apesar da cultura do melão se desenvolver melhor em condições de baixa umidade, ela depende de precipitações adequadas, principalmente na ausência de sistemas de irrigação, já que a cultura do melão apresenta demanda por água, principalmente na fase de enchimento dos frutos. O desenvolvimento da cultura pode ser afetado por precipitações escassas ou excessivas. Elevadas precipitações, além de elevar a incidência de doenças no campo, também estão associadas com fatores como: percolação de nutrientes no perfil de solo, influência na ação de agentes polinizadores, além de problemas relacionados à drenagem da água, principalmente em solos mais argilosos (FEITOSA; GUIMARÃES, 2019). Finalmente, a presença de ventos nas regiões de produção é ideal quando se apresenta como uma brisa leve com ventos de velocidade entre 3,2 e 6,5 km/h. Ventos ausentes podem gerar microclimas adequados para proliferação de patógenos e pragas. Já ventos muito fortes permitem a disseminação de doenças em campo, redução na taxa de polinização das plantas, fechamento estomático e provoca ferimentos nas plantas, abrindo possibilidade para infecções de patógenos (FEITOSA; GUIMARÃES, 2019).

Em relação à época de plantio, as épocas mais quentes e secas do ano são as mais recomendadas para o início do ciclo das culturas (FEITOSA E GUIMARÃES, 2019). O modo de propagação da cultura é exclusivamente via sementes, de acordo com Takane *et al.* (2019), podendo ser via direta ou indireta seguido por transplantio.

## 2.2 Gênero *Fusarium* e sua associação à podridão em melão

O rendimento das culturas no campo, a do meloeiro inclusa, estão sujeitas a diversos fatores, bióticos e abióticos, que podem comprometer seu desenvolvimento pleno. Como descrito por Pavan *et al.* (2016), diversos organismos podem estar associados com doenças no meloeiro, a exemplo de fungos, bactérias, vírus e nematóides. Dentro dos fungos fitopatogênicos, Viana *et al.* (2003) destacam os gêneros *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus* e *Sclerotium* associados aos frutos de melão.

Associado ao crescimento da cultura dentro das regiões produtoras, tem sido notado um aumento da incidência e severidade das doenças. Espécies de *Fusarium* podem ser transmitidas via água, material propagativo infectado, equipamentos agrícolas e pelo homem, após a infecção em meloeiro o controle torna-se difícil e esses podem provocar sérias perdas econômicas ao longo dos ciclos produtivos (AGRIOS, 2005). O fungo pode se manter como parasita ou saprófita, sendo esta uma capacidade que confere a persistência no solo, passando por diversos ciclos da cultura e sendo favorecido por manter estruturas de resistência, chamadas de clamidósporos (LESLIE & SUMMERELL, 2006).

A ocorrência de ferimentos facilita a entrada do fungo, assim como condições de alta umidade no campo. O contato direto dos frutos com o solo está relacionado com um número maior de infecções (BRUTON; DUTHIE, 1996). Dentre os modos de ação do fungo pode haver: a deterioração das plantas, podridão das raízes e de frutos na pós-colheita, além da deterioração das folhas em diversas plantas e da associação com outros fungos e nematóides, formando um complexo de doenças (DIAS; TERAQ, 2006; TERAQ *et al.*, 2008). Na sintomatologia da doença o fungo produz lesões que podem ser percebidas à medida em que o fruto amadurece, produzindo também lesões internas marrons. O acondicionamento em pós-colheita é importante, considerando que em umidades elevadas o crescimento micelial pode ser estimulado (BRUTON; DUTHIE, 1996).

O gênero *Fusarium* foi descrito por Link (1809), pertencente ao Filo Ascomycota, e conforme Leslie *et al.* (2001) sua taxonomia vem sendo alterada em função dos conceitos de espécies morfológicas, biológicas e filogenéticas. Até a década de 1980, a taxonomia era baseada apenas em marcadores morfológicos, porém essa metodologia gerou esquemas taxonômicos conflitantes que subestimam a diversidade de espécies dentro do gênero (LESLIE; SUMMERELL, 2006; NELSON *et al.*, 1983).

Com base nisso, Geiser *et al.* (2013) estabelece critérios para definição do uso unitário do nome *Fusarium*, atribuindo critérios para definição dos organismos que são classificados dentro do gênero, tomando por base o trabalho de O'Donnell (2012). Assim, Geiser *et al.* (2013) consideram complexos de espécies, que são grupamentos monofiléticos de espécies como morfologia próxima formados com base em filogenia molecular, a exemplo de: *F. chlamydosporum*, *F. incarnatum-equiseti*, *F. fujikuroi*, *F. oxysporum*, *F. solani* e *F. concolor*, por exemplo. A essas linhagens são atribuídas a designação de complexos de espécies (ou species complex, em inglês), assim sendo descritos, respectivamente: *FCSC* (*Fusarium chlamydosporum species complex*), *FIESC* (*Fusarium incarnatum-equiseti species complex*), *FFSC* (*Fusarium fujikuroi species complex*), *FOSC* (*Fusarium oxysporum species complex*), *FSSC* (*Fusarium solani species complex*) e *FCOSC* (*Fusarium concolor species complex*).

A podridão de *Fusarium* é uma das principais doenças causadoras de perdas em melões (BRUTON; DUTHIE, 1996; HUANG *et al.*, 2000; DIAS; TERA0, 2006; YONG-HONG *et al.*, 2008). O agente causal associado à podridão em frutos do melão foi identificado, na década de 90 no estado do Rio Grande do Norte, apenas com base em caracteres morfológicos, também definido como morfotipo e identificado como *Fusarium pallidoroseum* (TERAO *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Com base no estudo de características morfológicas e filogenéticas com multilocus, se definiram duas espécies como agentes causais da podridão de *Fusarium* em frutos de melão, sendo *F. sulawense* e *Fusarium* sp., que compõem o Complexo de Espécies *Fusarium incarnatum-equiseti* (FIESC - *Fusarium incarnatum-equiseti species complex*). Lima *et al.* (2020), fizeram o primeiro relato de espécies do FIESC causando podridão de *Fusarium* em melão no Brasil. Também com base em estudo filogenético, Araújo *et al.* (2020) relataram espécies de outros complexos do gênero associados à doença no melão: *FSSC*, *FFSC* e *FOSC*.

Na filogenia realizada no gênero *Fusarium*, duas regiões do genoma se destacam na literatura relacionada à caracterização dos fungos do gênero: A região fator de alongação (*TEF1*) e a região da segunda subunidade da polimerase do RNA (*RPB2*), sendo as regiões de maior relevância na caracterização dado o forte sinal filogenético das mesmas. A importância do uso dessas regiões se reflete no amplo uso das mesmas na literatura, a exemplo de Medeiros Araújo (2020) e O'Donnell (2009), com destaque para *TEF1*. Ainda podem ser utilizadas outras regiões gênicas na caracterização de *Fusarium*, a exemplo da calmodulina (*CAM*) e  $\beta$ -tubulina (O'DONNELL, 2009).

### 2.3 Gênero *Fusarium* e sensibilidade a fungicidas

Como tratado anteriormente, a podridão de *Fusarium* é uma importante doença pós-colheita na cultura do melão e apresenta um impacto substancial na exportação dos frutos para o mercado europeu e potencialmente para o mercado asiático. Países como o Reino Unido, Espanha e Holanda representam alguns dos principais compradores do melão brasileiro, principalmente no período entressafra dos cultivos de melão locais, oriundos da Espanha (KIST *et al.* 2019).

Sendo um patógeno de solo, infecções causadas por *Fusarium* spp. são de difícil controle em campo dada a condição do patógeno e sua capacidade de gerar esporos de resistência. Assim, medidas preventivas são as recomendações mais eficientes em campo no manejo da doença, a exemplo do uso de material propagativo sadio, prática de rotação de culturas e uso de cultivares resistentes (AGRIOS, 2005; PAVAN *et al.*, 2016).

Porém, na perspectiva de pós-colheita, a eficiência de medidas curativas para o aumento do tempo de prateleira dos frutos de melão representa uma ampla área de estudos a ser explorada, considerando a falta de trabalhos associados à temática na cultura do melão, como cita Medeiros Araújo (2020). Até o momento, o trabalho de Medeiros Araújo (2020) representa um dos poucos trabalhos com a temática, sendo um importante ponto de partida nos estudos associados ao patossistema, já que usa de diversas terapias e combinações entre elas trazendo resultados muito positivos na vida útil dos frutos e na mitigação de sintomas associados à podridão de *Fusarium*, já que, até o momento, não existem produtos recomendados para o controle da doença na cultura do melão no AGROFIT.

Assim, na testagem do controle da doença, alguns produtos foram testados no experimento de Medeiros Araújo (2020), incluindo produto à base de imazalil e alguns extratos de óleo vegetal, como citronela (*Cymbopogon nardus* L.) e melaleuca (*Melaleuca alternifolia*). Porém ainda existem diversos princípios ativos de produtos químicos que podem ser testados.

De destaque na literatura, o tiofanato metílico é um princípio ativo componente dos benzimidazóis, amplamente usado no combate de organismos patogênicos, como consta no trabalho de Cavalcante (2013). Os produtos componentes dos benzimidazóis atuam na inibição da  $\beta$ -tubulina, influenciando na mitose dos organismos. Porém, por ter atuação tão específica, produtos com esses princípios ativos tendem a causar resistência quando usados continuamente.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral:

Caracterizar isolados de *Fusarium* spp. associados à podridão em frutos de melão no estado do Ceará, por meio de filogenia, marcadores morfológicos, patogenicidade e sensibilidade a fungicida.

#### 3.2 Objetivos Específicos:

1. Obter isolados de *Fusarium* spp. associados à podridão em frutos de melão nas principais regiões produtoras do estado do Ceará;
2. Preservar a diversidade de isolados de *Fusarium* spp. associados à podridão em frutos de melão no estado do Ceará;
3. Caracterizar morfológicamente as populações de *Fusarium* spp. associadas à podridão em frutos de melão no estado do Ceará, através da análise de caracteres culturais e micromorfológicos dos isolados;
4. Realizar extração de DNA, Reação em Cadeia Polimerase (PCR) e análise filogenética dos fragmentos gênicos amplificados e sequenciados do gene *TEF1*;
5. Testar a patogenicidade e quantificar a agressividade dos isolados de *Fusarium* spp. associados à podridão em frutos de melão no estado do Ceará;
6. Determinar os níveis de sensibilidade a fungicida dos isolados de *Fusarium* spp. associados à podridão em frutos de melão no estado do Ceará.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Obtenção dos isolados de *Fusarium* spp. associados à podridão em frutos de meloeiro no estado do Ceará

Foram coletados frutos de meloeiro com e sem sintomas típicos da podridão de *Fusarium* de diversas regiões produtoras do estado do Ceará. Os materiais foram levados ao Laboratório de Micologia (Departamento de Fitotecnia, UFC), onde se procedeu o isolamento das espécies de *Fusarium* associadas. Para frutos assintomáticos, foram montadas câmaras úmidas para o desenvolvimento de sintomas e sinais no pedúnculo (ALFENAS; MAFIA, 2007).

Foi realizado o isolamento direto, pela coleta de sinais do fungo (micélio e esporos) dos frutos incubados e para os frutos sintomáticos, e plaqueados em meio de cultura batata, dextrose e ágar (BDA) acrescido dos antibióticos cloranfenicol e streptomina na concentração de 100 ppm cada um. Em seguida, as placas de Petri permaneceram em sala de incubação mantidos a 25 °C até o crescimento fúngico. Para a obtenção de cultura pura do patógeno foi feita a identificação dos isolados em microscópio de luz e cultura monospórica de acordo com Leslie e Summerell (2006).

### 4.2 Preservação da diversidade de isolados de *Fusarium* spp.

A diversidade de isolados de *Fusarium* spp. obtidos associados à podridão em frutos de meloeiro nas principais regiões produtoras do estado do Ceará foi preservada por meio de dois métodos: em tubos de ensaio e em água destilada e esterilizada (CASTELLANI, 1939) em microtubos. Os isolados foram armazenados na Coleção Micológica da UFC (UFCM), do Laboratório de Micologia, Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará.

Para a preservação dos isolados, foram formadas colônias em meio SNA (meio ágar pobre em nutrientes) por três dias ou até esporulação. A partir das colônias, foram extraídos discos de micélio e transferidos: cinco discos para microtubos (capacidade de 2mL), contendo 1 mL de água destilada esterilizada, feitos em duplicata e um disco em tubos de ensaio com meio de cultura SNA. Ambos os métodos de preservação foram mantidos a 25 °C.

### **4.3 Caracterização morfológica de *Fusarium* spp. associadas a podridão em frutos de meloeiro no estado do Ceará**

A caracterização morfológica dos isolados foi realizada de acordo com Lima *et al.* (2009) adaptado de Leslie e Summerell (2006), sendo estes cultivados nos meios de cultura BDA e SNA. O BDA foi utilizado para avaliação da taxa de crescimento micelial e a pigmentação da colônia. Para determinação da taxa de crescimento micelial, um disco de micélio (5 mm de diâmetro) foi transferido para o centro de uma placa de Petri contendo meio de cultura BDA, seguido de incubação a 25 °C no escuro, por três dias. Foram realizadas três repetições por isolado. Após esse período foram tomadas medições do diâmetro ortogonal das culturas crescidas. Para a avaliação da pigmentação da colônia foi realizada a transferência de um disco de micélio para o centro de uma placa de Petri contendo BDA, seguido de incubação a 25 °C sob fotoperíodo de 12 h, por 10 a 14 dias.

Em SNA se observaram características micromorfológicas, com fragmentos secos e esterilizados de folhas de cravo (*Dianthus caryophyllus* L.). Após 10 a 14 dias de incubação a 25 °C, fotoperíodo de 12 horas, foi avaliada a presença ou não e a coloração dos esporodóquios; frequência, tamanho, formato e origem de conídios do micélio aéreo e conídios do esporodóquio; tipos de fiálides, presença ou não de clamidósporos, presença ou não de conídios do micélio aéreo em falsas cabeças.

Foi realizada a medição dos conídios presentes, por meio do uso do software MOTIC®. Houve a medição de 50 conídios, do micélio aéreo e do esporodóquio, quando presentes na colônia. A partir dos valores obtidos foram calculados o comprimento e largura médios.

### **4.4 Teste de patogenicidade e agressividade dos representantes de morfotipos de *Fusarium* obtidos a partir de frutos de meloeiro com podridão no estado do Ceará**

Os isolados de *Fusarium* spp. representantes dos morfotipos tiveram sua patogenicidade, ou seja, sua capacidade em causar a doença, testada em frutos de melão, assim como a intensidade das lesões, sendo definida pela agressividade (AGRIOS, 2005).

A avaliação ocorreu através da inoculação em frutos sadios de meloeiro da cultivar Amarelo, de acordo com Oliveira *et al.* (2014). O inóculo do patógeno foi produzido em placas de Petri com meio de cultura BDA, mantidas durante dez dias a 25 ± 2 °C, sob fotoperíodo de 12 h. Foram preparadas suspensões de esporos pela adição de água destilada

esterilizada a superfície da colônia fúngica, filtragem em camada dupla de gaze esterilizada e ajuste da concentração de esporos para  $1 \times 10^5$  esporos.mL<sup>-1</sup>, em hemacitômetro. Foi feita a lavagem em água corrente dos frutos, seguido por desinfestação superficial pela imersão em hipoclorito de sódio (NaOCl) 0,05% por cinco minutos e submetidos à secagem. Posteriormente, cada fruto teve marcações na sua superfície em quatro pontos equidistantes (5mm x 1 cm de profundidade), feitas com furador de rolha, onde foram efetuadas as inoculações. Em cada ponto marcado foi feito um ferimento, que recebeu 50 µL da suspensão de esporos.

Após a inoculação, os frutos foram mantidos por sete dias em câmara úmida constituída por bandeja plástica contendo algodão umedecido com água destilada esterilizada, acondicionada em sacos de polietileno. O contato dos frutos com a água foi evitado pelo suporte de cada fruto com uma tampa de placa de Petri esterilizada. Durante o período de avaliação os frutos foram mantidos a uma temperatura de  $25 \pm 2$  °C. A avaliação foi efetuada sete dias após a inoculação pela análise quantitativa, agressividade (AGRIOS, 2005), da doença causada pelos isolados, através da mensuração do diâmetro da lesão externa. Foram utilizadas três repetições para cada tratamento, onde cada fruto foi uma repetição e os dados foram submetidos à análise de variância. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC). As médias dos crescimentos micelial dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### **4.5 Extração de DNA, sequenciamento e análise filogenética**

Isolados representantes dos grupos morfológicos foram cultivados em meio líquido de batata e dextrose (BD) por três dias em agitação de 70 rpm. Posteriormente, foi realizada extração de DNA pelo método de CTAB. Os DNAs extraídos foram avaliados em eletroforese em gel de agarose 1%.

Os fragmentos gênicos dos isolados de *Fusarium* foram previamente amplificados a região do fator de alongação (*TEF1*) usando os iniciadores específicos EF-1/EF-2 (O'DONNELL *et al.*, 1998) e sequenciados nas direções senso e antisenso. Os eletroferogramas foram analisados visualmente utilizando-se o programa BioEdit® e as sequências obtidas neste projeto foram comparadas com sequências existentes na base de dados *GenBank* do *National Center for Biotechnology Information* (NCBI), utilizando a ferramenta *Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST).

Foram obtidos alinhamentos múltiplos das sequências nucleotídicas de espécies filogenéticas tipos dos complexos de espécies de *Fusarium* juntamente com as dos isolados obtidos, utilizando-se programa CLUSTALW (THOMPSON *et al.*, 1994), implementado pelo programa BioEdit®. Com o mesmo programa foi feita a correção manual dos alinhamentos.

Para caracterização filogenética, a inferência utilizada foi de *Neighbor Joining* (NJ). A análise de *Neighbor Joining* foi realizada com o programa MEGA 7, seguida das análises de bootstrap, realizadas com 1000 repetições. *Fusarium concolor* foi utilizado como *outgroup* nas análises.

#### 4.6 Teste de Sensibilidade *in vitro*

Os isolados representantes dos morfotipos foram testados quanto a sensibilidade ao fungicida Cercobin 875 wg®, cujo princípio ativo é o tiofanato metílico. As dosagens utilizadas para o teste foram baseadas na recomendação do produto disposta no AGROFIT, 0,7 a 0,9 g/L.

Foram testadas seis dosagens do fungicida, onde a maior dosagem (C1) seguiu a recomendação do fabricante, sendo de 0,8g/L ou 800 ppm, e as dosagens seguintes foram gradualmente reduzidas, sendo: (C2) 200 ppm, (C3) 100 ppm, (C4) 10 ppm, (C5) 1 ppm e (C6) 0 ppm, sendo a testemunha, como demonstrado na tabela 1.

Tabela 1 - Tratamentos utilizados no teste de sensibilidade

Tratamento	Proporção de Ingrediente Ativo	ADE (mL)
S1 (800 ppm)	1,52 g Cercobin	10,0
S2 (200 ppm)	2,5 mL S1	7,5
S3 (100 ppm)	5,0 mL S2	5,0
S4 (10 ppm)	1,0 mL S3	9,0
S5 (1 ppm)	1,0 mL S4	9,0
S6 (0 ppm)	0 g	–

Fonte: Autor.

Os tratamentos foram diluídos em meio BDA fundente (60 °C), usando a alíquota de 2,4 mL de tratamento para cada 400 mL de meio de cultura a ser vertido. O tratamento controle (S6) consistiu em meio BDA sem fungicida vertido nas placas.

Após o preparo das placas, foram montadas as parcelas do experimento, com uso de um disco de micélio de 5 mm no centro de cada placa de Petri, com três repetições de cada parcela, onde uma placa de Petri representa uma repetição.

O experimento foi acondicionado em sala de incubação com temperatura e fotoperíodo controlados (25 °C e 12h, respectivamente) e mantido até que a testemunha alcançasse a borda da placa para avaliação. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC).

A avaliação consistiu na medição do crescimento dos diâmetros das colônias fúngicas no meio de cultura contendo fungicida com uso de paquímetro digital. Os valores encontrados foram ajustados comparando com os valores obtidos no tratamento controle, de modo a formar a porcentagem de inibição do crescimento micelial (ICM). A fórmula utilizada consistiu de:

$$\text{ICM (\%)} = [(T - F) / T] \times 100$$

Onde T representa o diâmetro da colônia da testemunha (sem fungicida) e F o diâmetro da colônia com o tratamento com fungicida.

Para prosseguimento das avaliações, as concentrações dos fungicidas tiveram seus valores linearizados, por meio da transformação em log<sub>10</sub>, para correta formação da regressão linear. Com os valores ajustados, foram montadas curvas de regressão linear comparando a inibição do crescimento micelial com as concentrações do fungicida transformadas em log<sub>10</sub> através do software Statistix 9.

Com os resultados obtidos, foi calculada a EC<sub>50</sub> a partir do maior resultado encontrado, representando a concentração efetiva do fungicida para inibir 50% do crescimento micelial.

Para avaliação final da sensibilidade dos isolados ao fungicida, os valores obtidos nas análises foram categorizados com base na classificação proposta por Edgington (1971), que considera valores abaixo de 1 ppm de alta eficiência, valores entre 1 a 10 ppm de média eficiência, valores entre 10 a 50 ppm de baixa eficiência e valores com mais de 50 ppm são caracterizados como insensíveis.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Obtenção dos isolados de *Fusarium* spp. associados à podridão em frutos de meloeiro no estado do Ceará.

Foram obtidos 33 isolados a partir de diferentes cultivares de melão, oriundos de regiões produtoras do estado do Ceará, como demonstrado na tabela 2.

Tabela 2 - Origem dos isolados e seus morfotipos.

<b>Código Isolado</b>	<b>Município de Origem</b>	<b>Morfotipo (complexo de espécie)</b>	<b>Cultivar de melão</b>
UFCM-0726	Vale Jaguaribe	<i>Incarnatum</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0727	Icapuí	<i>Incarnatum</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0728	Icapuí	<i>Incarnatum</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0729	Vale Jaguaribe	<i>Equiseti</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0730	Icapuí	<i>Solani</i> (FSSC)	Cantaloupe
UFCM-0731	Icapuí	<i>Incarnatum</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0732	Icapuí	<i>Neocosmospora</i> sp. (FSSC)	Cantaloupe
UFCM-0733	Icapuí	<i>Solani</i> (FSSC)	Cantaloupe
UFCM-0734	Icapuí	<i>Neocosmospora</i> sp. (FSSC)	Cantaloupe
UFCM-0735	Icapuí	<i>Solani</i> (FSSC)	Cantaloupe
UFCM-0736	Icapuí	<i>Solani</i> (FSSC)	Cantaloupe
UFCM-0737	Icapuí	<i>Solani</i> (FSSC)	Cantaloupe
UFCM-0738	Icapuí	<i>Incarnatum</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0739	Icapuí	<i>Incarnatum</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0740	Icapuí	<i>Equiseti</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0741	Icapuí	<i>Equiseti</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0742	Icapuí	<i>Incarnatum</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0743	Icapuí	<i>Equiseti</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0744	Icapuí	<i>Incarnatum</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0745	Fortaleza	<i>Incarnatum</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0746	Fortaleza	<i>Incarnatum</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0747	Fortaleza	<i>Incarnatum</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0748	Icapuí	<i>Solani</i> (FSSC)	Pele de Sapo
UFCM-0749	Icapuí	<i>Oxysporum</i> (FOSC)	Pele de Sapo
UFCM-0750	Icapuí	<i>Incarnatum</i> (FIESC)	Cantaloupe
UFCM-0751	Pacajus	<i>Incarnatum</i> (FIESC)	Amarelo
UFCM-0752	Icapuí	<i>Incarnatum</i> (FIESC)	Cantaloupe

Continua na próxima página

Tabela 2 - Origem dos isolados e seus morfotipos - continuação

UFCM-0753	Icapuí	<i>Solani (FSSC)</i>	Cantaloupe
UFCM-0754	Icapuí	<i>Equiseti (FIESC)</i>	Cantaloupe
UFCM-0755	Fortaleza	<i>Chlamydosporum (FCSC)</i>	Pele de Sapo
UFCM-0756	Icapuí	<i>Chlamydosporum (FCSC)</i>	Amarelo
UFCM-0757	Icapuí	<i>Incaratum (FIESC)</i>	Amarelo
UFCM-0758	Icapuí	<i>Chlamydosporum (FCSC)</i>	Pele de Sapo

Fonte: Autor.

Assim, 26 isolados foram obtidos do município de Icapuí, quatro de Fortaleza, dois da região do Vale do Jaguaribe e um de Pacajús.

Foi realizado o isolamento direto dos frutos, após submissão dos mesmos à câmara úmida, sendo a partir de 3 variedades de melão: amarelo, cantaloupe e pele de sapo. Foram realizadas culturas monospóricas de todos os isolados da coleção de trabalho para padronização dos isolados.

## 5.2 Caracterização morfológica das populações de *Fusarium* spp. associadas à podridão de *Fusarium* em frutos de meloeiro no estado do Ceará.

Foram avaliadas características culturais e micromorfológicas dos isolados selecionados, tomando por referência os morfotipos anteriormente identificados na coleção. Na coleção foram identificados 6 morfotipos, sendo eles: dois isolados pertencentes à *Neocosmospora* sp. (UFCM 0732 e 0734); e sete isolados pertencentes à *F. solani* (UFCM 0730, 0733, 0735, 0736, 0737, 0748 e 0753), ambos morfotipos pertencentes ao complexo de espécies *Fusarium solani* (FSSC). Também foram identificados 15 isolados pertencentes a *F. incarnatum* (UFCM 0726, 0727, 0728, 0731, 0738, 0739, 0742, 0744, 0745, 0746, 0747, 0750, 0751, 0752 e 0757); e cinco isolados pertencentes à *F. equiseti* (UFCM 0729, 0740, 0741, 0743 e 0754), ambos morfotipos pertencentes ao complexo de espécies *Fusarium incarnatum-equiseti* (FIESC). Ademais, três isolados de *F. chlamydosporum* (UFCM 0755, 0756 e 0758), pertencentes ao complexo de espécies *F. chlamydosporum* (FCSC) e um isolado pertencente de *F. oxysporum* (UFCM 0749), pertencente ao complexo de espécies *F. oxysporum* (FOSC).

Dos isolados obtidos foram selecionados seis isolados representantes: UFCM 0732, 0733, 0741, 0749, 0752 e 0758 representando os morfotipos, respectivamente: *Neocosmospora* sp. (FSSC), *F. solani* (FSSC), *F. equiseti* (FIESC), *F. oxysporum* (FOSC), *F. incarnatum* (FIESC) e *F. chlamydosporum* (FCSC) para a realização das análises da avaliação de características culturais, micromorfológicas, patogenicidade e sensibilidade a fungicidas.

Na avaliação das características culturais, a taxa de crescimento após 3 dias no escuro e a análise da pigmentação das colônias foram realizadas após um período de 12 dias (tabela 3). As mensurações para a caracterização micromorfológica relacionadas a caracterização dos conídios do esporodóquio seguem na tabela 4 e conídios do micélio aéreo na tabela 5.

Tabela 3 - Taxa de crescimento dos isolados

Morfotipo	Diâmetro da colônia (mm)
<i>Fusarium chlamydosporum</i>	53,4
<i>Fusarium equiseti</i>	48,6
<i>Fusarium incarnatum</i>	44,2
<i>Fusarium oxysporum</i>	41,3
<i>Fusarium solani</i>	39,7
<i>Neocosmospora</i> sp.	31,8

Fonte: Autor.

Tabela 4 - Caracterização dos conídios do esporodóquio dos isolados

Conídios do esporodóquio	Formato	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	Largura ( $\mu\text{m}$ )	Nº Médio de Septos
<i>F. equiseti</i>	Falcado	32,1 – (39,1) – 47,8	3,0 – (3,8) – 5,0	5
<i>F. incarnatum</i>	Falcado	15,1 – (23,5) – 32,2	2,6 – (3,2) – 3,9	3-4

Fonte: Autor. Observação: Os números entre parênteses representam as médias dos valores encontrados do comprimento e largura dos conídios. Os isolados restantes não apresentaram formação de esporodóquios.

Tabela 5 – Caracterização dos conídios do micélio aéreo dos isolados.

Conídios do micélio aéreo	Formato	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )	Largura ( $\mu\text{m}$ )	Nº Médio de Septos
<i>F. chlamydosporum</i>	Reto	4,6 – (8,7) – 14,1	1,9 – (2,4) – 4,5	0
<i>F. incarnatum</i>	Falcado	14,8 – (25,95) – 37,1	1,9 – (2,8) – 3,6	3
<i>F. oxysporum</i>	Elíptico	5,4 – (8,7) – 16,5	1,5 – (2,3) – 3,2	0
<i>F. solani</i>	Fusifforme	8,0 – (10,9) – 16,1	2,3 – (3,6) – 4,8	0

Fonte: Autor. Observação: Os números entre parênteses representam as médias dos valores encontrados do comprimento e largura dos conídios.

Tratando dos demais aspectos, no morfotipo *chlamydosporum*, as colônias apresentaram pigmentação levemente rosada na frente da placa, com formação de micélio aéreo. No verso da placa, o isolado apresentou coloração rósea mais intensa, com gradiente que clareava do centro para as bordas da colônia.

Na análise micromorfológica, foram encontradas falsas cabeças, dispostas predominantemente em polifiálides ramificadas, mas também com presença de monofiálides e fiálides não ramificadas, com formato de vírgula. Também foram constatados clamidósporos com paredes rugosas, dispostos solitários ou em cadeias, variando entre 2 a 3 esporos. O morfotipo não apresentou formação de esporodóquio em folhas de cravo. Relativo aos conídios formados no micélio aéreo, os mesmos se apresentaram amplamente nas análises em formato reto, com um número de septos variando entre 1 e nenhum. As estruturas identificadas estão dispostas na figura 1.

Figura 1 – Características morfológicas do morfotipo *chlamydosporum*.



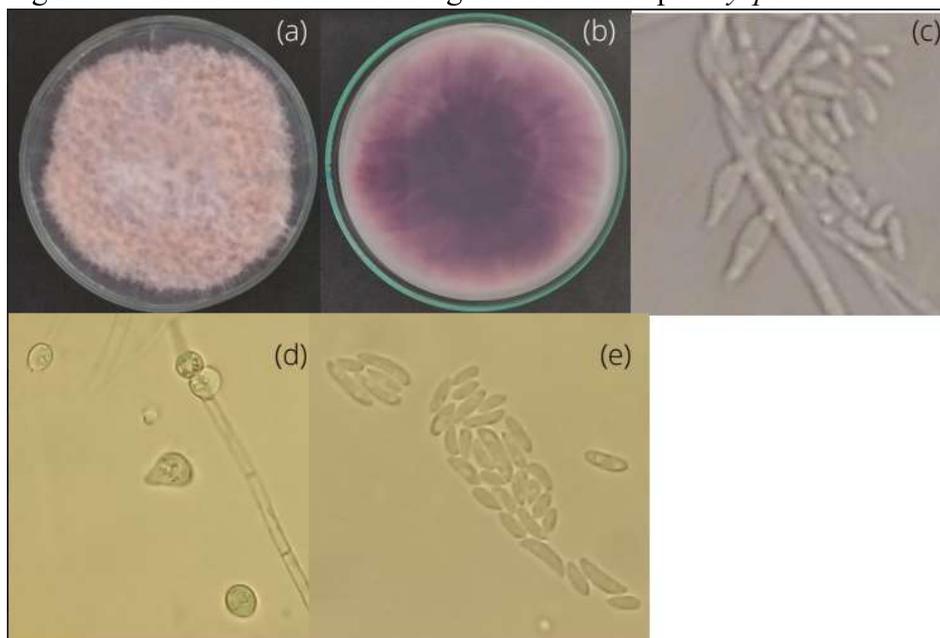
Fonte: Autor. Características morfológicas de *Fusarium chlamydosporum*. (a,b) Colônia em BDA; (c) Clamidósporos; (d) Polifiálides e microconídios em falsas cabeças; (e) Conídios do micélio aéreo.

No morfotipo *oxysporum*, a colônia apresentou coloração violeta na frente da placa, com formação de micélio aéreo. No verso, a tonalidade roxa foi mais intensa, e apresentou gradiente de coloração que foi do roxo mais intenso até as bordas da colônia, que apresentavam coloração branca.

Na análise das células conidiogênicas foram encontradas fiálides curtas, sendo monofiálides não ramificadas, encontradas em baixo número na colônia. Foram notados clamidósporos dispostos solitários com parede lisa. O isolado não apresentou formação de esporodóquio nas folhas de cravo, assim não foram contabilizados conídios do esporodóquio.

Em micélio aéreo apresentou grande produção de conídios, sendo amplamente difundidos em toda a colônia, sendo mais encontrado com formato elíptico e apresentando majoritariamente nenhum septo, mas havendo esporos com um ou até dois septos. As imagens do morfotipo *oxysporum* podem ser conferidas na figura 2.

Figura 2 – Características morfológicas do morfotipo *oxysporum*

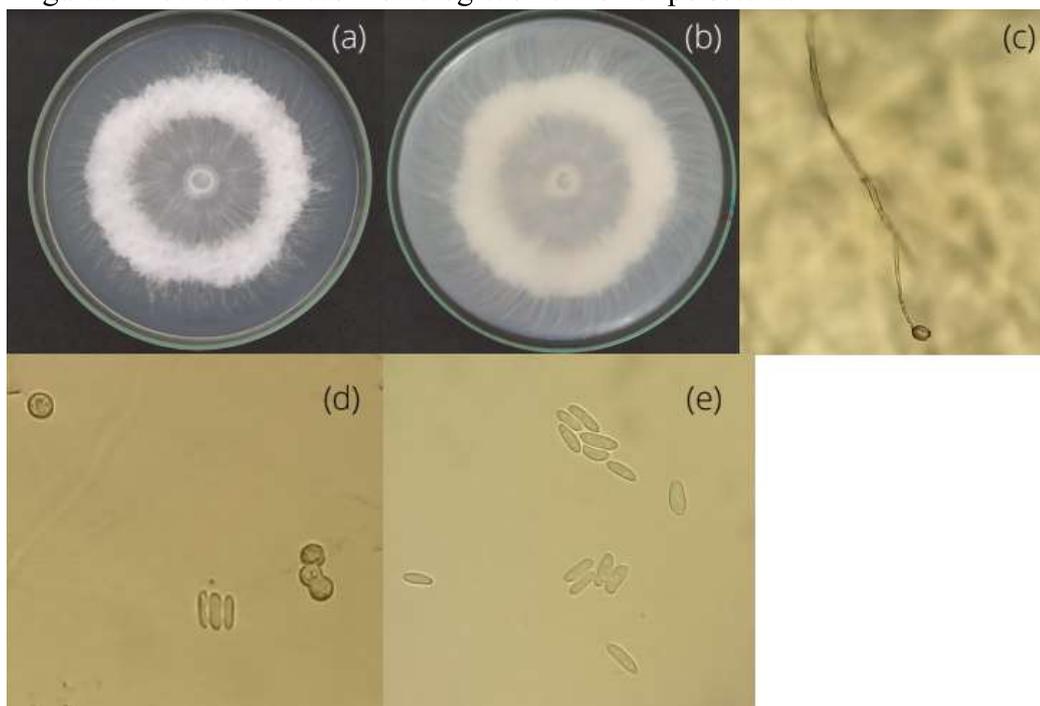


Fonte: Autor e Diene Miranda. Características morfológicas de *Fusarium oxysporum*. (a,b) Colônia em BDA; (c) Monofiálides curtas; (d) Clamidósporos; (e) Conídios do micélio aéreo.

No morfotipo *solani*, a colônia apresentou micélio aéreo e coloração branca na frente da placa. No verso da placa, o isolado apresentou coloração creme, não havendo variações na tonalidade.

Relativo às estruturas do isolado, foram encontradas falsas cabeças, dispostas em longas fiálides sem ramificações, porém, não foram encontradas em grande número. Foram visualizados clamidósporos solitários e em cadeia, estas variando entre 2 e 3 esporos por arranjo, todos com paredes rugosas. Não foram formados esporodóquios em folhas de cravo, assim como não foram constatados conídios do esporodóquio, e o isolado apresentou grande formação de conídios no micélio aéreo, com maior frequência em formato fusiforme. Os conídios não apresentaram septos em grande maioria, mas com presença de esporos com 1 septo na colônia. As estruturas do morfotipo *solani* podem ser observadas na figura 3.

Figura 3 – Características morfológicas no morfotipo *solani*.



Fonte: Autor. Características morfológicas de *Fusarium solani*. (a,b) colônia em BDA; (c) monofialíde e microconídio em falsa cabeça; (d) clamidósporos; (e) conídios do micélio aéreo.

Em *Neocosmospora* sp., a colônia apresentou coloração branca na frente da placa, com um micélio raso. No verso da placa, o isolado apresentou coloração âmbar no centro da placa, formando um gradiente que se estende a tons creme.

Foi constatada no morfotipo a fase sexual de *Fusarium*, com a presença abundante de peritécios alaranjados e formação de ascos hialinos globosos, estrutura que ocorreu exclusivamente nos isolados desse morfotipo. Não foram encontrados clamidósporos na colônia, nem formação de esporodóquio nas folhas de cravo. As fotos da pigmentação da colônia e o peritécio e os ascósporos podem ser vistos na figura 4.

Figura 4 – Características morfológicas do morfotipo *Neocosmospora* sp.

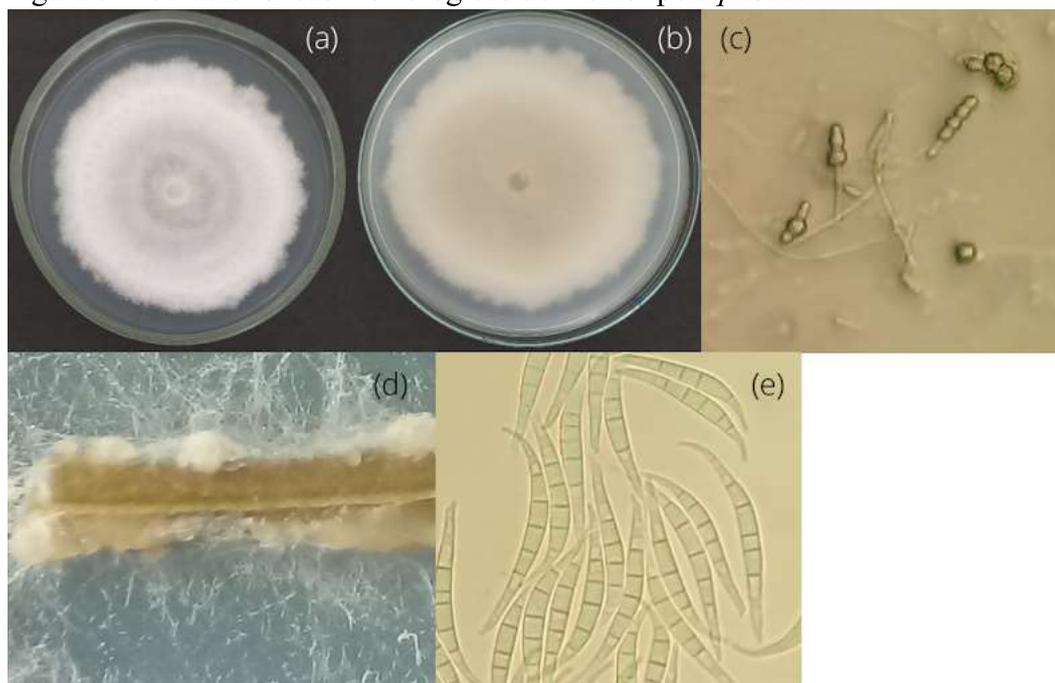


Fonte: Autor. Características morfológicas de *Neocosmospora* sp. (a,b) Colônia em BDA; (c) Peritécio; (d) Ascós; (e) Ascóporos.

No morfotipo *equiseti*, a coloração da colônia teve um tom intenso de branco na frente da placa, com micélio bem denso, e no verso foi constatada tonalidade bege que clareava para tonalidade creme. A colônia não apresentou micélio aéreo, não havendo assim, falsas cabeças, fiálides e conídios do micélio aéreo.

Porém houve grande presença de clamidósporos, presentes principalmente em cadeias, variando entre 2 até 4 esporos por cadeia, também havendo solitários. Os mesmos apresentavam paredes rugosas. O isolado apresentou formação abundante de esporodóquios em folhas de cravo, apresentando coloração creme, e seus conídios apresentaram morfologia falcada delgada, com afilamentos nas pontas do esporo, tanto na célula pé, como na célula apical. Os conídios apresentaram um número médio de 5 septos. As estruturas identificadas estão dispostas na figura 5.

Figura 5 – Características morfológicas do morfotipo *equiseti*.

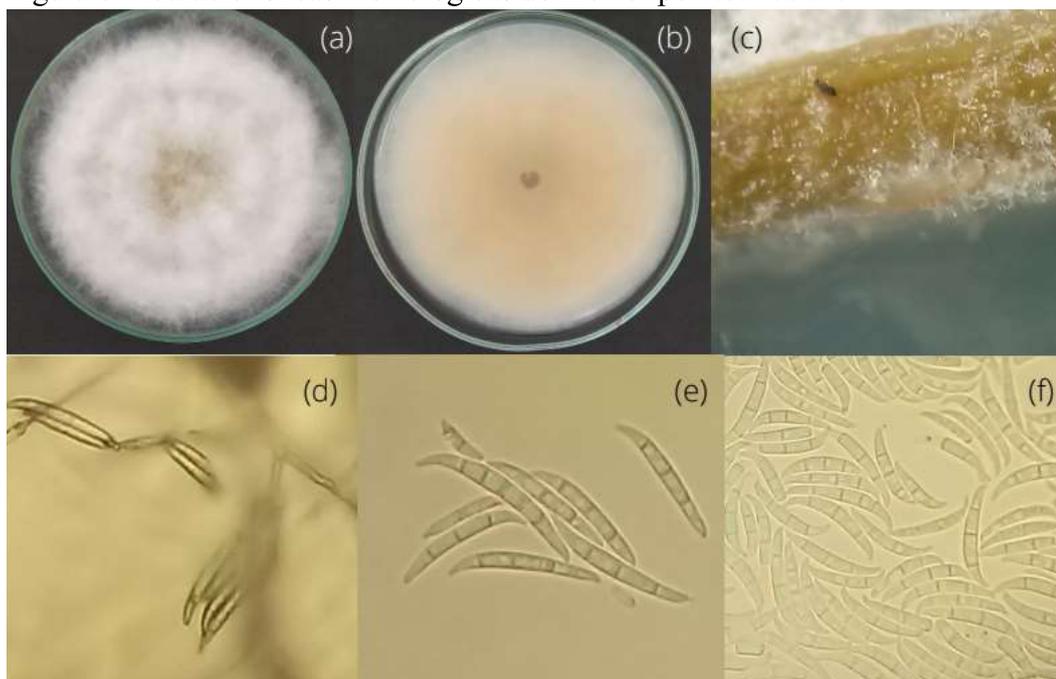


Fonte: Autor. Características morfológicas de *Fusarium equiseti*. (a,b) colônia em meio BDA; (c) Clamidósporos; (d) Esporodóquios em folha de cravo; (e) Conídios do esporodóquio.

Já no morfotipo *incarnatum*, a colônia apresentou coloração creme no centro da colônia, porém o restante teve coloração branca, com micélio denso. No verso da placa, foi constatada a coloração âmbar no centro, com gradiente que ia até a cor creme nas pontas. A colônia apresentou formação de micélio aéreo.

Sobre as estruturas, foram identificadas falsas cabeças com formato “orelha de coelho”, havendo um maior número de polifiálides e ramificações, porém também foram constatadas monofiálides e fiálides não ramificadas. Não foram encontrados clamidósporos. Houve formação de esporodóquios nas folhas de cravo, com uma coloração âmbar. Relativo aos esporos, o isolado apresentou grande produção dos mesmos, tanto em esporodóquio como em micélio aéreo. Os conídios do esporodóquio apresentaram formato falcado, com uma maior curvatura na parte dorsal do esporo, além de um número médio de septos que variou entre 3 e 4. Já os conídios do micélio aéreo também apresentaram formato falcado, mas com menor curvatura dos esporos, além de número de septos de 3 em média. As estruturas do morfotipo *incarnatum* estão dispostas em figura 6.

Figura 6 – Características morfológicas do morfotipo *incarnatum*



Fonte: Autor. Características morfológicas de *Fusarium incarnatum*. (a,b) Colônia em BDA; (c) Esporódóquio em folha de cravo; (d) Polifialídes e microconídios em falsas cabeças; (e) Conídios do micélio aéreo; (f) Conídios do esporódóquio.

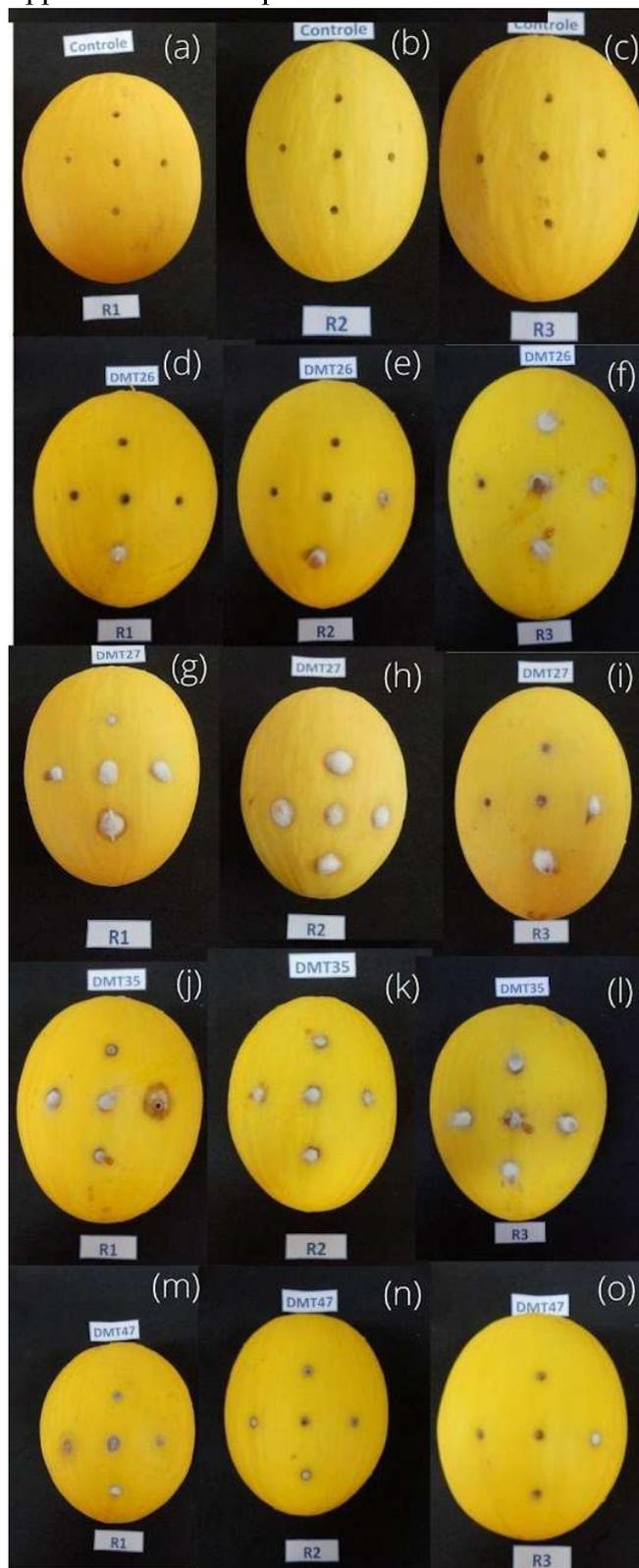
### 5.3 Teste de patogenicidade dos representantes de morfotipos de *Fusarium*

Foram avaliados dentre os isolados obtidos a respeito de sua patogenicidade, que representa a capacidade do patógeno causar a doença à qual ele está sendo associado.

Todos os isolados avaliados foram patogênicos, comprovados com o aparecimento dos sintomas e sinais da doença a partir do segundo dia pós inoculação. O tratamento controle não apresentou formação de sintomas e/ou sinais. Os resultados do experimento podem ser observados nas figuras 7 e 8.

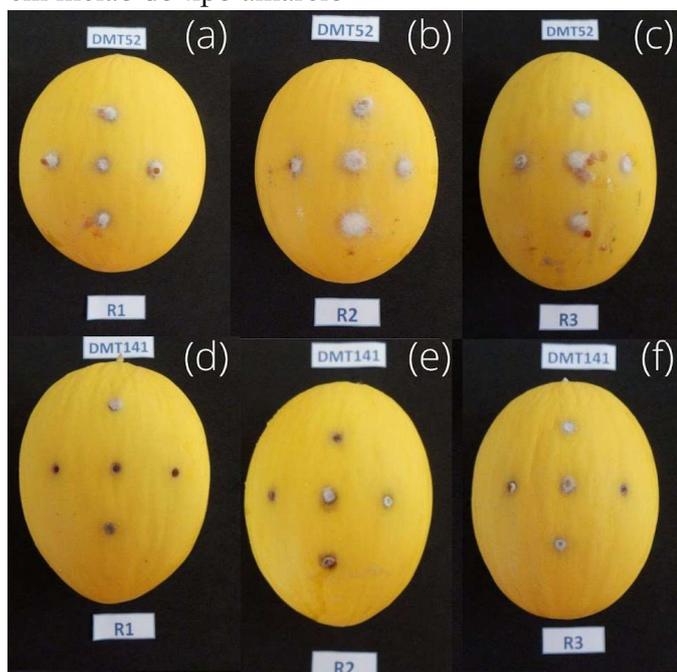
A partir dos reisolamentos dos representantes testados, foram confirmadas as características dos mesmos morfotipos inoculados nos frutos, concluindo com sucesso as etapas do postulado de Koch.

Figura 7 – Teste de patogenicidade de *Fusarium* spp. em melão do tipo amarelo



Fonte: Autor. Teste de patogenicidade de *Fusarium* spp. em melão do tipo amarelo. (a,b,c) - Controle; (d, e, f) - *Neocosmospora* sp.; (g, h, i) - *Fusarium solani*; (j, k, l) - *Fusarium equiseti*; (m, n, o) - *Fusarium oxysporum*; (p, q, r) - *Fusarium incarnatum*; (s, t, u) - *Fusarium chlamydosporum*.

Figura 8 – Teste de patogenicidade de *Fusarium* spp. em melão do tipo amarelo



Fonte: Autor. Teste de patogenicidade de *Fusarium* spp. em melão do tipo amarelo. (a, b, c) – *Fusarium incarnatum*; (d, e, f) - *Fusarium chlamyosporum*.

O morfotipo *F. solani* se apresentou com a maior média dentre os tratamentos avaliados, seguido por *F. incarnatum* e *F. equiseti*, com médias que apresentaram diferença significativa do controle e dos demais tratamentos, mostrando-se como os mais agressivos. Dos tratamentos restantes, os isolados de *F. oxysporum*, *Neocosmospora* e *F. chlamyosporum* se apresentaram na ordem respectiva não possuindo diferenças significativas entre si, e apresentando diferenças significativas para o controle.

Tabela 6 – Comparação de médias do teste de agressividade através do teste Tukey.

Tratamentos	Código do isolado	Crescimento micelial*	Resultados do teste
Controle	–	0,0000	C
<i>F. chlamyosporum</i>	UFCM 0758	0,5798	B
<i>Neocosmospora</i> sp.	UFCM 0732	0,5813	B
<i>F. oxysporum</i>	UFCM 0749	0,5974	B
<i>F. equiseti</i>	UFCM 0741	0,8360	A
<i>F. incarnatum</i>	UFCM 0752	0,9088	A
<i>F. solani</i>	UFCM 0733	0,9296	A

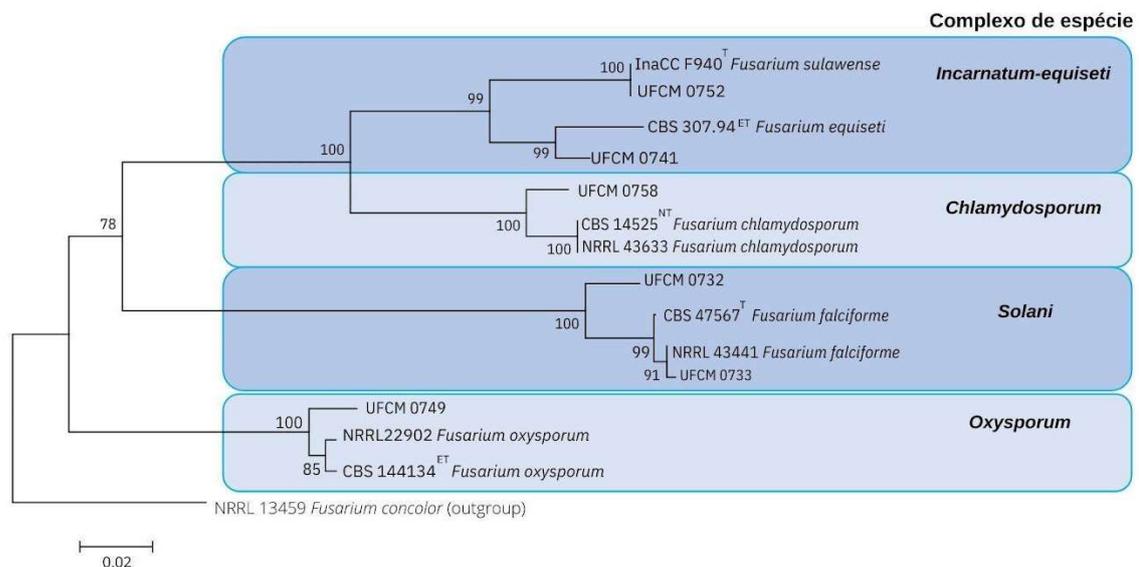
Fonte: Autor. CV(%) = 15,30. \* Valores transformados para Log(x+1). Letras diferentes nos resultados do teste representam diferenças significativas entre os isolados.

#### 5.4 Sequenciamento de *TEFI* e análise filogenética

Com a análise filogenética das sequências obtidas através do sequenciamento do gene EF-1 $\alpha$  foi possível identificar os complexos de espécies dentro do gênero *Fusarium*, previamente através de pesquisa pela ferramenta BLAST e posterior associação dos morfotipos estudados com a formação de clados com as espécies tipos. Apesar de ser um teste mais simples, a árvore de NJ montada foi eficiente na resolução dos clados, com altas taxas de bootstrap, comprovando a robustez da análise.

A inferência filogenética a nível de gênero foi robusta, onde 4 complexos de espécies foram identificados nos isolados caracterizados: Os isolados de *Neocosmospora* sp. e *F. solani* agruparam dentro do Complexo de Espécies *Fusarium solani* (FSSC), os isolados de *F. incarnatum* e *F. equiseti* agruparam com o complexo de espécies respectivo (FIESC), enquanto o isolado de *F. oxysporum* e o isolado de *F. chlamydosporum* agruparam dentro dos complexos de espécies *F. oxysporum* (FOSC) e *F. chlamydosporum* (FCSC) respectivamente, com base nas espécies tipos consultadas. Apresentando valores de bootstrap de 100, 99, 100 e 100%, respectivamente (Figura 9).

Figura 9 – Árvore Filogenética de *TEF1* dos isolados representantes de morfotipos de *Fusarium* associados ao melão.



Fonte: Autor.

### 5.5 Teste de sensibilidade *in vitro* a fungicida

Os valores de sensibilidade entre os isolados avaliados apresentaram variação entre os mesmos e suas concentrações, havendo tratamentos com melhor resposta ao produto.

Os valores dos tratamentos dentro dos isolados apresentaram crescimento contínuo de inibição à medida que as dosagens aumentaram, porém nenhum dos tratamentos alcançou 100% de inibição, com o valor de 94,29% sendo o máximo alcançado na maior concentração com *Fusarium incarnatum*. Os valores das dosagens transformados na base log<sub>10</sub> se encontram na tabela 7. As curvas de regressão formadas se encontram nos gráficos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 e suas respectivas equações se encontram na tabela 8.

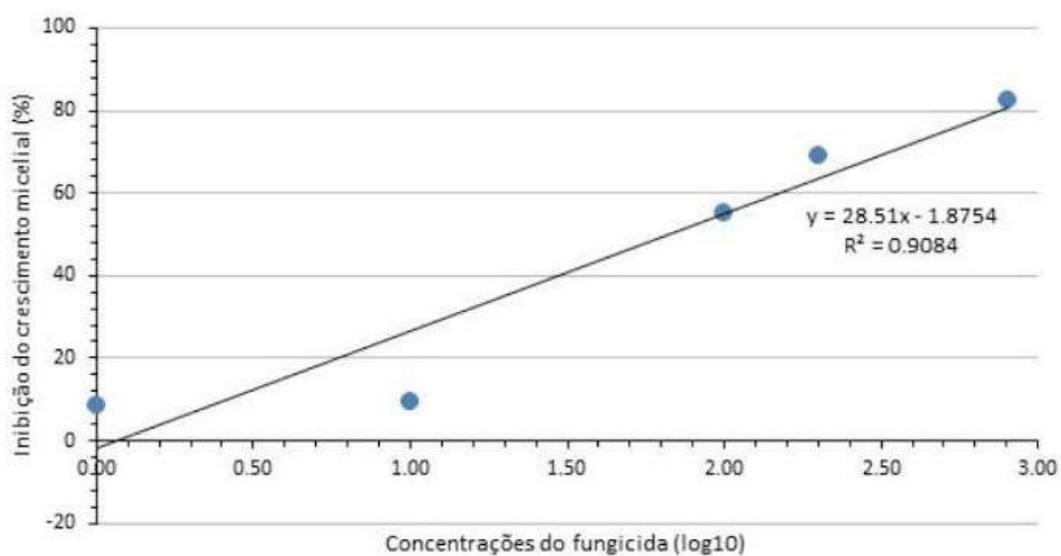
Tabela 7 – Valores das dosagens após conversão na base log10

Dosagem (ppm)	Valor log10
800	2,90
200	2,30
100	2,00
10	1,00
1	0

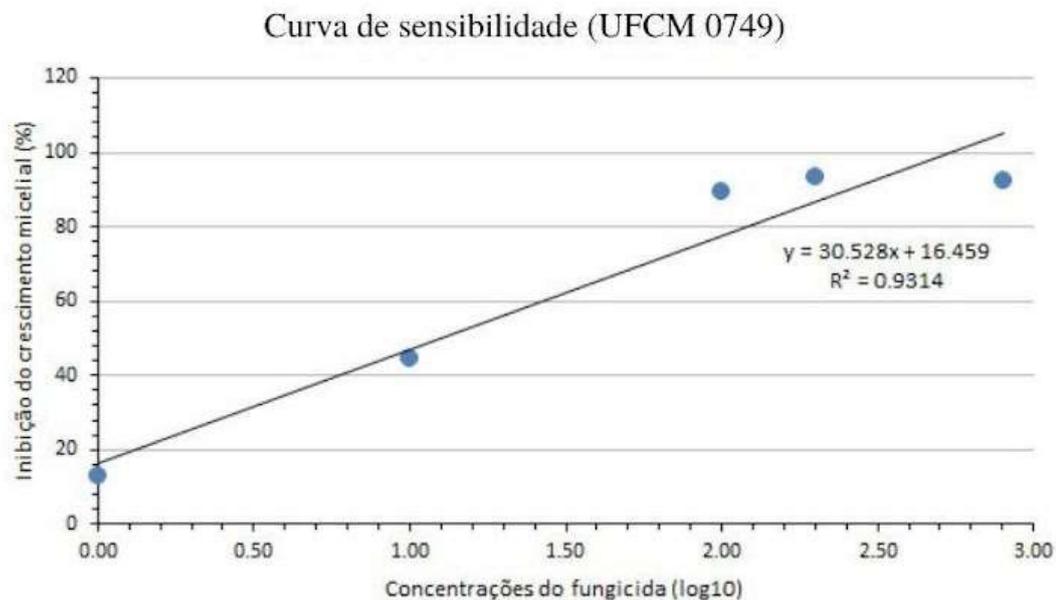
Fonte: Autor.

Gráfico 1 – Curva de Regressão formada por morfotipo *chlamydosporum*.

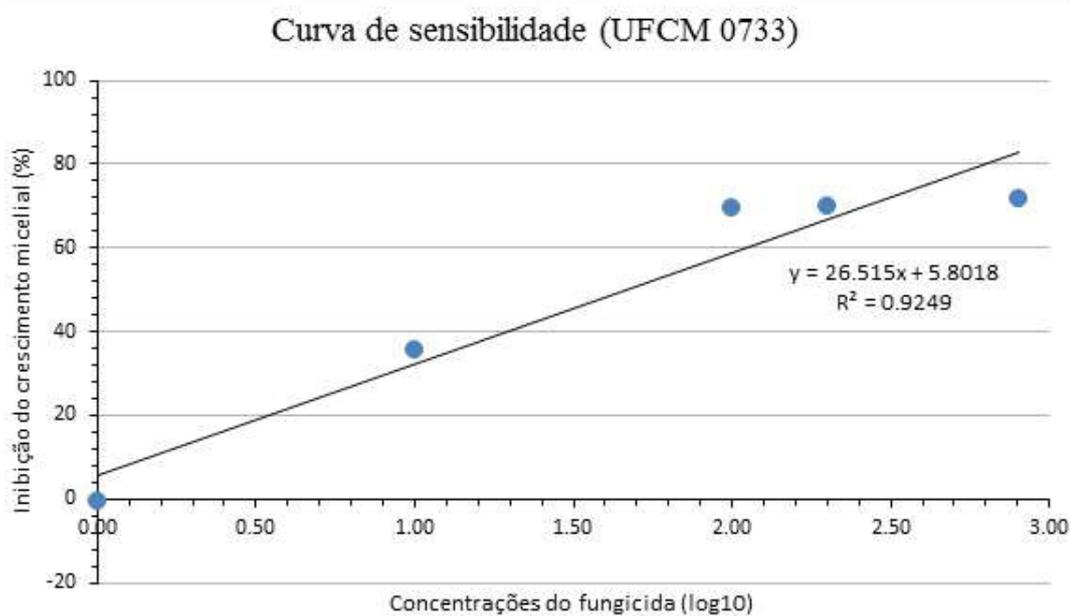
Curva de sensibilidade (UFCM 0758)



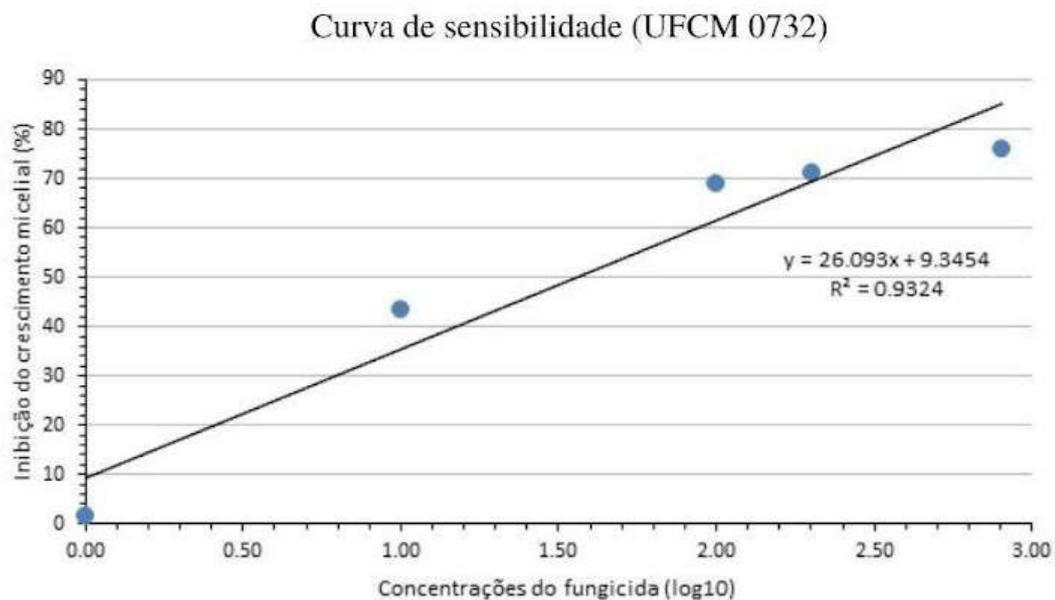
Fonte: Autor.

Gráfico 2 – Curva de regressão formada por morfotipo *oxysporum*.

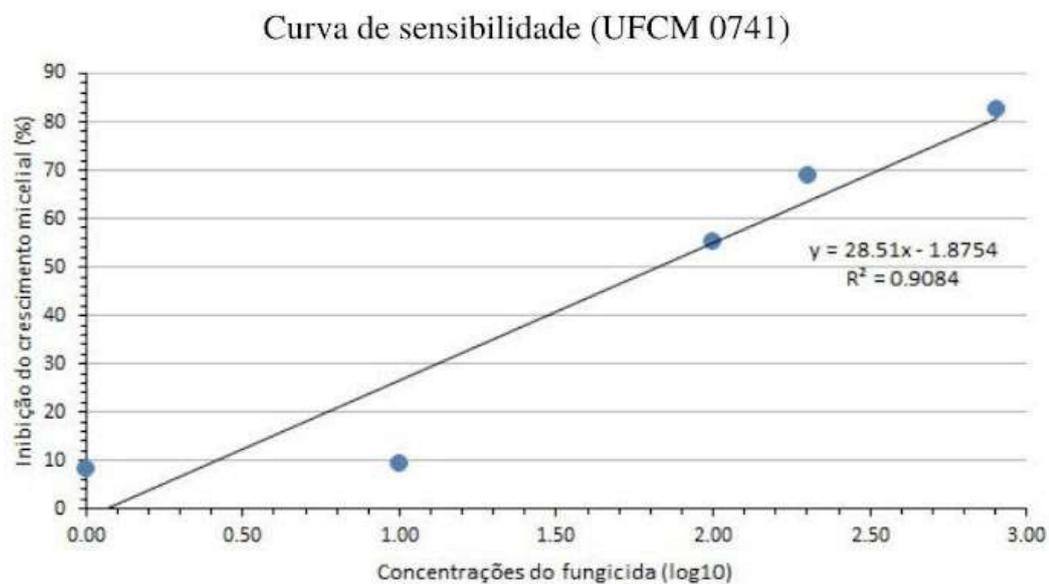
Fonte: Autor.

Gráfico 3 – Curva de regressão formada por morfotipo *solani*.

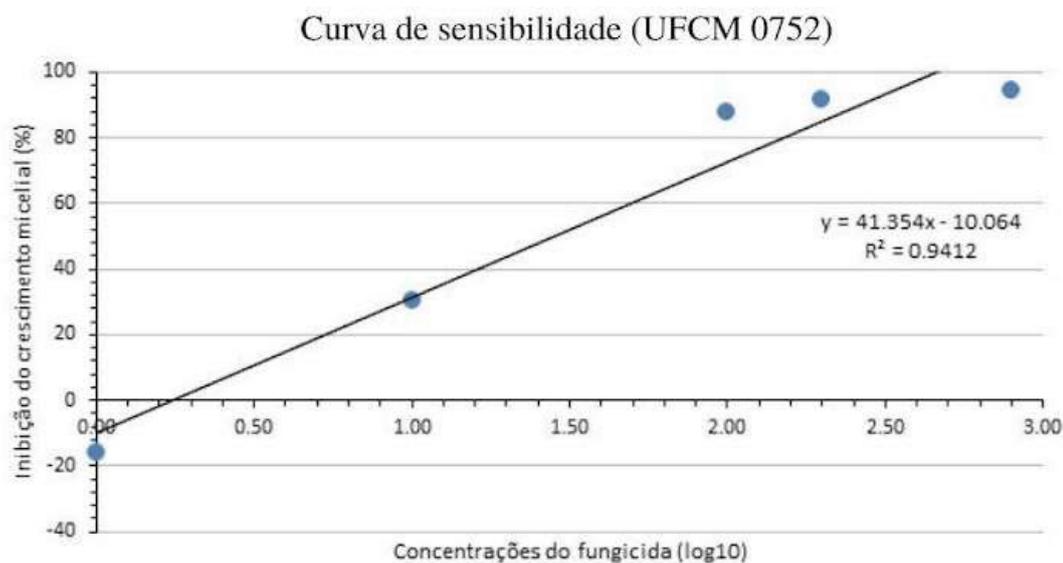
Fonte: Autor.

Gráfico 4 – Curva de regressão formada por morfotipo *Neocosmospora* sp.

Fonte: Autor.

Gráfico 5 – Curva de regressão formada por morfotipo *equiseti*

Fonte: Autor.

Gráfico 6 – Curva de regressão formada por morfotipo *incarnatum*

Fonte: Autor.

Tabela 8 - Equações de regressão formadas pelos isolados de *Fusarium*.

Morfotipo	UFCM	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
<i>Neocosmospora</i> sp.	0732	$y = 26,09x + 9,34$	0,9324
<i>F. solani</i>	0733	$y = 26,52 + 5,80$	0,9249
<i>F. equiseti</i>	0741	$y = 28,51x - 1,87$	0,9084
<i>F. oxysporum</i>	0749	$y = 30,53x + 16,46$	0,9314
<i>F. incarnatum</i>	0752	$y = 41,35x - 10,06$	0,9412
<i>F. chlamydosporum</i>	0758	$y = 28,51x - 1,87$	0,9084

Fonte: Autor.

Os valores de EC50 encontrados apresentaram baixa variação entre si, variando na faixa entre 6,16 e 37,71 mg i.a./L.

Trazendo os valores para a classificação utilizada (EDGINGTON, 1971), quase a totalidade dos tratamentos apresentaram baixa eficiência no controle do crescimento das colônias, à exceção do isolado de *F. chlamydosporum*, que apresentou eficiência média, com valor de 6,16 mg/L. Os resultados obtidos se encontram na tabela 9.

Tabela 9 – Sensibilidade de isolados ao Fungicida

<b>Morfotipo</b>	<b>UFCM</b>	<b>EC 50 (mg/L)</b>	<b>Classificação de Edgington</b>
<i>F. equiseti</i>	0741	33,71	Baixa Eficiência
<i>F. incarnatum</i>	0752	25,04	Baixa Eficiência
<i>F. solani</i>	0733	14,80	Baixa Eficiência
<i>Neocosmospora</i> sp.	0732	13,65	Baixa Eficiência
<i>F. oxysporum</i>	0749	10,78	Baixa Eficiência
<i>F. chlamydosporum</i>	0758	6,16	Média Eficiência

Fonte: Autor.

## 6 DISCUSSÃO

Os marcadores morfológicos típicos foram decisivos para a tomada de decisão sobre os morfotipos definidos no estudo. Em *F. chlamydosporum*, a coloração rosada da colônia já dava um indício do pertencimento do isolado ao morfotipo, já que é uma coloração característica do mesmo. Na análise das estruturas, a presença de falsas cabeças em formato de vírgulas é considerada uma característica chave na classificação, considerando a descrição da espécie por Leslie & Summerell (2006). Os mesmos autores ainda citam aspectos que foram encontrados nas análises do trabalho, a exemplo: ocorrência de conidióforos do micélio aéreo com um aspecto de árvore, a não formação de esporodóquios nas folhas de cravo, a forma reta dos conídios do micélio aéreo, assim como da presença de clamidósporos rugosos em cadeia.

O único representante do morfotipo *F. oxysporum* foi agrupado levando em consideração a coloração de sua colônia, numa tonalidade roxa que comumente é atribuída ao morfotipo (LESLIE & SUMMERELL, 2006). O isolado não apresentou esporodóquios nas folhas de cravo, indicando que o mesmo não forme as estruturas. A característica chave na classificação do morfotipo *oxysporum* foi a presença de monofiálides curtas formando falsas cabeças. Outros aspectos ainda coincidiram com a descrição de Leslie & Summerell (2006), como a predominância de clamidósporos solitários na colônia e formato elíptico dos conídios do micélio aéreo.

As colônias de *F. solani*, na literatura, são descritas por Leslie & Summerell (2006) como podendo apresentar micélio escasso e sem pigmentação na colônia, como o padrão encontrado no isolado analisado. A presença de monofiálides longas foi o principal marcador morfológico desse morfotipo encontrado. Ainda assim, o morfotipo apresentou características típicas esperadas, como a presença de clamidósporos em cadeias curtas ou solitários, além de conídios do micélio aéreo com formato fusiforme.

*Neocosmospora* sp., morfotipo relacionado ao complexo de espécies *Fusarium solani* de acordo com O'Donnell *et al.* (2020), foi o único isolado com formação da fase sexuada, dada pela presença abundante de peritécios na colônia do isolado. A presença dessas estruturas foram o principal indicativo do pertencimento deste isolado ao morfotipo, caracterizado com base nessas estruturas. A coloração alaranjada dos peritécios, juntamente com os ascos hialinos são características comuns às referências de *Neocosmospora* segundo Rossman *et al.* (1999), também sendo identificados a forma globosa nos ascos, além de sua

parede mais espessa. Foi constatado um arranjo de oito ascósporos por asco em média, também relatado na literatura.

Na definição do morfotipo *F. equiseti*, a coloração branca da colônia demonstrava indícios de sua classificação, embora não seja uma característica chave nessa classificação. A análise começa a ser mais bem definida ao passo que se verificou a ausência de micélio aéreo, aspecto que é um importante marcador morfológico que auxilia na diferenciação de *F. equiseti* de outras espécies de *Fusarium*, a exemplo de *F. scirpi*. (LESLIE & SUMMERELL, 2006). A vasta presença de clamidósporos, solitários ou em cadeias, também é citado na literatura como um padrão típico do morfotipo, com paredes rugosas. A ampla presença de esporodóquios é esperada para o morfotipo, de acordo com Leslie & Summerell (2006), assim como a forma falcada de seus conídios. Destaca-se a forma mais delgada desses esporos, com suas pontas mais afiladas quando comparadas a conídios de outros morfotipos, sendo outra característica chave na definição do morfotipo *equiseti*.

Para a classificação do morfotipo de *F. incarnatum*, o principal aspecto analisado foi a formação das polifiálides no micélio aéreo, formando o arranjo de falsas cabeças definido como “orelhas de coelho”, um dos principais aspectos encontrados no morfotipo *incarnatum*. A presença de esporodóquios alaranjados, como o encontrado, também representa um padrão comum no morfotipo, ainda tendo algumas características típicas, como a ausência de clamidósporos, forma falcada e o número de septações entre 3 e 4 tanto nos conídios do micélio aéreo, como nos conídios do esporodóquio.

Através dos resultados obtidos, foi notado que os isolados testados eram plenamente capazes de provocar a doença nos frutos, mesmo com concentrações de esporos menores que a ideal, fator que foi verificado em estudo de Oliveira et al. (2014), onde isolados com concentrações mais baixas foram capazes de infectar frutos de melão. Com os reisolamentos e confirmação das características morfológicas de cada isolado pode se cumprir com as etapas do postulado de Koch e associar os patógenos a doença, provando que todos foram patogênicos.

Assim, as médias obtidas da medição da infecção indicam que o isolado de *F. solani* seguido pelo isolado de *F. incarnatum* como os que apresentaram maior agressividade, corroborando com os resultados de outros estudos realizados com podridão de *Fusarium* em melão, a exemplo de Araújo et al. (2020), onde espécies associadas aos complexos de espécies referidos (*F. falciforme* - FSSC e *F. sulawense* - FIESC) apresentaram as maiores lesões quando inoculados em melão.

Os resultados encontrados na filogenia confirmam os dados observados nas avaliações morfológicas e patogênicas, reforçando as informações disponíveis em literatura. Destacam-se os complexos de espécies associados com o teste de patogenicidade, já que as espécies mais agressivas realmente se tratavam dos complexos de espécies apontados pela literatura como os de maior destaque até então no patossistema.

Até o momento não existem produtos recomendados para o combate da podridão de *Fusarium* na cultura do melão. Assim a tomada de decisão para a avaliação seguiu a recomendação disposta no AGROFIT para a podridão de *Fusarium* em frutos de abacaxi, que permite o uso de 0,7 a 0,9 g/L do produto Cercobin 875 wg®, cujo princípio ativo é o Tiofanato metílico.

A avaliação de sensibilidade dos isolados representativos dos morfotipos com o produto à base de tiofanato metílico, sendo comparada com valores relatados na literatura, indica uma baixa eficiência no combate ao *Fusarium*. Nos trabalhos relatados anteriormente, foram observados resultados de alta eficiência, a exemplo dos resultados *in vitro* obtidos por Miller *et al* (2020), que conduziu um patossistema entre *Fusarium* x melancia.

Com o resultado do teste *in vitro* foi demonstrado que o produto não conseguiu impedir o crescimento de micélio de forma eficiente, a exemplo dos resultados encontrados com o isolado de *F. solani*, um dos mais agressivos dentre os testados na capacidade de causar a doença, que conseguiu colonizar o meio de cultura do tratamento com maior concentração de fungicida no teste.

## 7 CONCLUSÃO

- Todos os isolados testados foram patogênicos;
- Foram observados quatro complexos de espécies de *Fusarium* associados ao patossistema;
- O produto à base de tiofanato metílico apresenta baixa eficiência na inibição do crescimento micelial dos isolados testados.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. Plant pathology. 5th ed. Oxford:Elsevier Academic Press, 2005. 922p.

AGROFIT. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em:

<[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acessado em: 29 de abril de 2022, 2022.

AGROSTAT, 2020. Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. Disponível em: <<https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>> Acessado em: 03 de maio de 2022, 2022.

ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. Métodos em fitopatologia. Viçosa: Editora UFV, 2007.

ARAGÃO, F.A.S. de; NUNES, E.W.L.P.; BOMFIM, I.G.A.; NUNES, G.H.S.; QUEIROZ, M.A. Descrição e Classificação Botânica do Meloeiro. In: GUIMARÃES, M.A.; ARAGÃO, F.A.S. de. Produção de Melão. 22. ed. Viçosa, MG: Editora UFV. 2019.

BRUTON, B. D.; DUTHIE, J. A. Fusarium rot. Compendium of cucurbit diseases. ZITTER, T. A.; HOPKINS, D. L., et al. St. Paul: : APS Press: 50-51 p. 1996.

CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. Journal of Tropical Medicine & Hygiene, v. 24, p. 270-276, 1939.

CAVALCANTE, R.D. Sensibilidade de isolados de *Lasiodiplodia theobromae* de mamoeiros do nordeste brasileiro a tiofanato metílico. 2013. Dissertação (Mestrado em fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2013.

DIAS, R. C. S.; TERAPO, D. Doenças das cucurbitáceas. In: OLIVEIRA, S. M. A. O.; TERAPO, D., et al (Ed.). Patologia pós-colheita: Frutas, olerícolas e ornamentais tropicais. Brasília. : Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 595-627.

EDGINGTON, L.V.; KLEW, K.L. Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. Phytopathology, St. Paul, v. 61, p. 42-44, 1971.

FAO. (<https://www.fao.org/faostat/en/#compare>). Acesso em: 26 de abril de 2022, 2022.

FEITOSA, F.R.C.; GUIMARÃES, M.A. Condições Climáticas e Épocas de Plantio. In: GUIMARÃES, M.A.; ARAGÃO, F.A.S. de. Produção de Melão. 22. ed. Viçosa, MG: Editora UFV. 2019.

GARRETT, S. D. Pathogenic root-infecting fungi. Cambridge, University Press, 1970. xi 294 pp.

GEISER, D.M. et al. One Fungus, One name: Defining the Genus *Fusarium* in a Scientifically Robust Way That Preserves Longstanding Use. © 2013 The American Phytopathological Society. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-07-12-0150-LE>>

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, 2000.

KIST, B.B., DOS SANTOS, C.E., DE CARVALHO, C., BELING, R.R. (2019). Anuário brasileiro de Horti & Fruti. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2019. Disponível em: <  
[http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2019/07/HortiFruti\\_2019\\_DUPLA.pdf](http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2019/07/HortiFruti_2019_DUPLA.pdf)> Acesso em 26 de abril de 2022.)

LEMOS NETO, H.S.; GUIMARÃES, M.A. Tratos Culturais e Práticas para o Cultivo. *In: GUIMARÃES, M.A.; ARAGÃO, F.A.S. de. Produção de Melão. 22. ed. Viçosa, MG: Editora UFV. 2019.*

LESLIE, J. F.; ZELLER, Kurt A.; SUMMERELL, Brett A. Icebergs and species in populations of *Fusarium*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, v. 59, n. 3, p. 107-117, 2001.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. *The Fusarium laboratory manual*. Ames, Iowa: Blackwell Publishing, 2006.

LIMA, C. S.; PFENNING, L. H.; MICHEREFF, S. J. Tropical *Fusarium* Workshop. *In: UFRPE, P. D. P.-G. E. F.-. 2009, Recife. p.296.*

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*, v.70, n.1, p. 133-143, 2020.

NELSON, P.E., TOUSSOUN, T.A., MARASAS, W.F.O. *Fusarium species: an illustrated manual for identification*. University Park, Pennsylvania: Pennsylvania State University Press. 193 p, 1983.

NUNES, G. H. S. et al. Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melão cultivados no agropolo Mossoró-Assu. *Horticultura Brasileira*, v. 22, p. 744-747, 2004.

MEDEIROS ARAÚJO, M.B. *Species of Fusarium causing peduncular rot in melon in Brazil and alternative management methods. 2020. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2020.*

MEDEIROS ARAÚJO, M. B. et al. *Fusarium* rot of melon is caused by several *Fusarium* species. *Plant Pathology*, 2020.

MILLER, N.F., STANDISH, J.R., QUESADA-OCAMPO, L.M. Sensitivity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Niveum* to Prothioconazole and Pydiflumetofen In vitro and Efficacy for *Fusarium* Wilt management in watermelon. *Raleigh: Plant Pathology*, 2019.

PAVAN, M.A.; REZENDE, J.A.M.; KRAUSE-SAKATE, R. Doenças das Cucurbitáceas. *In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas. 5. ed. Ouro Fino, MG: Editora Ceres. 2016.*

- O'DONNELL K, et al. No to Neocosmospora: phylogenomic and practical reasons for continued inclusion of the *Fusarium solani* species complex in the genus *Fusarium*. *mSphere* 5:e00810-20. <https://doi.org/10.1128/mSphere.00810-20>.
- O'DONNELL, K. et al. Internet-Accessible DNA Sequence Database for Identifying Fusaria from Human and Animal Infections. *Journal of Clinical Microbiology*, v. 48, n. 10, p. 3708-3718, 2010.
- O'DONNELL, K. et al. Phylogenetic analyses of RPB1 and RPB2 support a middle Cretaceous origin for a clade comprising all agriculturally and medically important fusaria. *Fungal Genetics and Biology*, v. 52, p. 20-31, 2013.
- O'DONNELL, K. et al. Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: Concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 95, n. 5, p. 2044-2049, 1998.
- O'DONNELL, K. et al. Novel Multilocus Sequence Typing Scheme Reveals High Genetic Diversity of Human Pathogenic Members of the *Fusarium incarnatum*-*F. equiseti* and *F. chlamydosporum* Species Complexes within the United States. *Journal of Clinical Microbiology*, v. 47, n. 12, p.3851-3861, 2009.
- OLIVEIRA, F.I.C. de. NUNES, A.C. SILVA, F.D. SILVA, G.T.M.A. ARAGAO, F.A.S. de. Cultura do melão. In: FIGUEIRÊDO, M. C. B. de; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. de (Ed.). Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 17-32.
- OLIVEIRA, M. J. D. et al. 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.
- SALVIANO. A.M. et al. A cultura do melão. 3. ed. rev. e atual. Brasília, DF : Embrapa, 2017. 202 p. : il. color. ; 11 cm x 15,5 cm. (Coleção Plantar, 76).
- SIDRA/IBGE. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612#resultado>. Acessado em: 06 de maio de 2022, 2022.
- TAKANE, R.J.; GUIMARÃES, M.A.; PINTO, O.R.O.; PEREIRA, J.S.; TAYRA, I. Plantio: Semear Diretamente ou Produzir Mudas?. In: GUIMARÃES, M.A.; ARAGÃO, F.A.S. de. Produção de Melão. 22. ed. Viçosa, MG: Editora UFV. 2019.
- TERAO, D. et al. Estratégias de controle de podridões em pós-colheita de melão: uma revisão. Embrapa Agroindústria Tropical,. Fortaleza. 2008.
- THOMPSON, J.D.; HIGGINS D.G.; GIBSON, T.J. Clustal W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, v.22, p.4673-4680, 1994.
- VIANA, F. M. P. et al. Doenças do meloeiro. In: FREIRE, F. C. O.; CARDOSO, J. E., et al (Ed.). Doenças de fruteiras tropicais de interesse agroindustrial. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica, 2003. p. 107-143.

VILLANI, A.; MORETTI, A.; DE SAEGER, S.; HAN, Z.; DI MAVUNGU, J. D.; SOARES, C. M.; PACIOLLA, C. A polyphasic approach for characterization of a collection of cereal isolates of the *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex. *International journal of food microbiology*, v. 234, p. 24-35, 2016.

YONG-HONG, G. et al. Induces Resistance Against *Fusarium* and Pink Rots by Acibenzolar-S-Methyl in Harvested Muskmelon (cv. Yindi). *Agricultural Sciences in China*, v. 7, n. 1, p. 58-64, 2008.