



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

AURYNO DE SOUSA DOS REIS

**FUNGOS ASSOCIADOS A SEMENTES DE MELÃO E O ANTAGONISMO DE
ISOLADOS DE *Trichoderma* sp. CONTRA ISOLADOS DOS COMPLEXOS DE
ESPÉCIES *Fusarium incarnatum-equiseti* E *Fusarium solani***

FORTALEZA

2026

AURYNO DE SOUSA DOS REIS

FUNGOS ASSOCIADOS A SEMENTES DE MELÃO E O ANTAGONISMO DE
ISOLADOS DE *Trichoderma* sp. CONTRA ISOLADOS DOS COMPLEXOS DE
ESPÉCIES *Fusarium incarnatum-equiseti* E *Fusarium solani*

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Agronomia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção
do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^o. Dr. Cristiano Souza Lima
Coorientadora: Prof^o. Dra. Christiana de
Fatima Bruce da Silva

FORTALEZA

2026

AURYNO DE SOUSA DOS REIS

FUNGOS ASSOCIADOS A SEMENTES DE MELÃO E O ANTAGONISMO DE
ISOLADOS DE *Trichoderma* sp. CONTRA ISOLADOS DOS COMPLEXOS DE
ESPÉCIES *Fusarium incarnatum-equiseti* E *Fusarium solani*

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Agronomia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção
do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 22/01/2026.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof^a. Dra. Christiana de Fátima Bruce da Silva (Coorientadora)
Embrapa Agroindústria Tropical

Prof^o. Dr. Arthur Prudêncio de Araújo Pereira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Ana Kelly Firmino da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.
Aos meus pais e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar a Deus, por todo apoio e amor incondicional.

Aos meus pais, Anauri e Diana, meus avós e irmãos, por todo amor e apoio ao longo de toda a minha graduação e nos desafios da vida.

Aos meus amigos integrantes do "grupo dos piorais", Daniel, Ryan, Jônathas, Jairo e ao meu amigo Caio.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Cristiano, pela oportunidade e confiança e todo suporte no meu desenvolvimento durante a graduação.

A Universidade Federal do Ceará, pelo privilégio de pertencer a esta instituição.

Aos professores Drs. Christiana, Arthur e a Dra. Ana Kelly por se disporem a participar da banca.

A todos que de alguma forma contribuíram diretamente ou indiretamente na execução deste experimento e deste TCC.

“Ter fé é assinar uma folha em branco e
deixar que Deus nela escreva o que
quiser”

Santo Agostinho de Hipona

RESUMO

O melão (*Cucumis melo*), possui grande importância econômica, vendido como fruta apesar de ser olerícola, é pouco calórico, rico em fibras e composto por 83% de água. Em vários anos o Nordeste liderou a produção nacional, com destaque para o Rio Grande do Norte, seguido por Ceará, Bahia e Pernambuco. A falta de manejos adequados impacta diretamente no valor de produção, assim como nos gastos atrelados ao controle, sendo um dos principais grupos fúngicos responsáveis por grandes perdas na produção, ocasionando em murcha e podridão dos frutos, o *Fusarium*. O gênero fúngico *Trichoderma* destaca-se como alternativa para o tratamento de sementes, caracterizando-se como organismo saprofítico de ocorrência natural no solo, capaz de exercer ação antagônica contra diversos fitopatógenos. Nesse sentido, o trabalho realizado objetivou determinar os fungos associados a sementes de diferentes tipos de melão, além de analisar o potencial antagonista de isolados de *Trichoderma* sp. sobre isolados de *Fusarium* spp. Foram analisadas sementes dos melões tipo Amarelo, Cantaloupe, Dilo e Pele de Sapo, com e sem desinfestação superficial, utilizando-se o método do papel de filtro para o teste de sanidade. Os fungos identificados foram *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium* spp., sendo este último detectado em sementes dos melões Amarelo e Dilo. A caracterização morfológica permitiu a identificação de isolados pertencentes aos complexos de espécies *Fusarium solani* (FSSC) e *Fusarium incarnatum-equiseti* (FIESC). Os ensaios de antagonismo *in vitro* demonstraram que os isolados de *Trichoderma* spp. foram eficientes na inibição do crescimento micelial dos patógenos, com destaque para o isolado FVE23, que apresentou maior potencial antagônico, especialmente sobre o FSSC. Os resultados indicaram que sementes de melão podem atuar como importantes veículos de disseminação de *Fusarium* spp., e que o controle biológico com *Trichoderma* spp. constitui uma alternativa promissora e ambientalmente sustentável para o manejo de patógenos associados à sementes de melão.

Palavras-chave: Biocontrole; *Cucumis melo*; teste de sanidade.

ABSTRACT

The melon (*Cucumis melo* L.) is botanically classified as a vegetable, although it is marketed as a fruit, and has great economic importance. It is low in calories, high in fiber, and composed of 83% water. For many years, the Northeast region from Brazil has led national production, especially the states of Rio Grande do Norte, followed by Ceará, Bahia, and Pernambuco. The cost of production is directly correlated with the lack of adequate management practices, especially those related to disease control. Among fungal problems in the field, *Fusarium* is one of the main groups responsible for losses in melon crops, causing fruit rot and wilt. An alternative method for seed treatment that stands out is the biological control with the fungus *Trichoderma*, which is a naturally occurring saprophytic soil organism capable of exerting antagonistic activity against several phytopathogens. The present study aimed to identify the association between fungi and seeds from different melon fruits and to analyse the potential antagonistic effect of different *Trichoderma* isolates against the detected *Fusarium* species. Seeds of Amarelo, Cantaloupe, Dilo, and Pele de Sapo varieties, with and without surface disinfestation, were analyzed using the blotter test method. The fungi identified were *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, and *Fusarium spp.*, the latter being identified in the seeds of the Amarelo and Dilo varieties. Morphological characteristics allowed for the identification of the *Fusarium solani* species complex (FSSC) and the *Fusarium incarnatum–equiseti* species complex (FIESC). The in vitro antagonism assay showed that *Trichoderma spp.* isolates were effective in inhibiting the mycelial growth of the pathogens, especially with the FVE23 isolate, representing the highest antagonistic potential, mainly against the FSSC. The results indicate that melon seeds can be important vehicles for the dissemination of diseases of *Fusarium*, and the biological control with *Trichoderma spp.* represents an alternative option and a sustainable management strategy for disease control in the melon cultivation.

Keywords: Biocontrol; *Cucumis melon*; Seed health test.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Tipos de melões utilizados no experimento.....	24
Figura 2	– Montagem do experimento em câmara de fluxo laminar.....	25
Figura 3	– Sementes plaqueadas em câmara de incubação.....	25
Figura 4	– Semente de melão com <i>Aspergillus sp.</i> e em preparação microscópica.....	28
Figura 5	– Semente de melão com <i>Penicillium sp.</i> e em preparação microscópica.....	29
Figura 6	– Semente e radícula com <i>Fusarium sp.</i> e em preparação microscópica.....	29
Figura 7	– Gráfico de porcentagem de sinais nas sementes de melão Amarelo.....	30
Figura 8	– Gráfico de porcentagem de sinais nas sementes de melão Cantaloupe.....	31
Figura 9	– Gráfico de porcentagem de sinais nas sementes de melão Dilo.....	31
Figura 10	– Gráfico de porcentagem de sinais nas sementes de melão Pele de sapo.....	32
Figura 11	– Caracterização morfológica do FIESC com visualização em microscópio e em Placa de Petri.....	35
Figura 12	– Caracterização morfológica do FSSC com visualização em microscópio e em Placa de Petri.....	35
Figura 13	– Gráfico do crescimento micelial das testemunhas.....	37
Figura 14	– Crescimento dos isolados em Placa de Petri.....	37
Figura 15	– Gráfico do crescimento micelial com antagonismo.....	38
Figura 16	– Crescimento micelial com antagonismo em Placa de Petri.....	38
Figura 17	– Gráfico do crescimento micelial do FSSC com diferentes antagonistas.....	39
Figura 18	– Gráfico do crescimento micelial do FIESC com diferentes antagonistas....	39
Figura 19	– Gráfico da taxa de crescimento micelial médio dos diferentes tratamentos com antagonismo.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Percentual de inibição dos tratamentos em relação aos grupos controle (ANOVA e teste Tukey)	36
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	HIPÓTESE	15
3	OBJETIVOS	15
3.1	Objetivo Geral	15
3.1.1	<i>Objetivos Específicos</i>	15
4	REVISÃO DE LITERATURA	16
4.1	A cultura do melão no Brasil	16
4.2	Características do melão: planta, fruto e sementes	16
4.3	Disseminação do patógeno	18
4.4	<i>Fusarium</i>	20
4.4.1	Complexo de espécies <i>Fusarium Solani</i>	21
4.4.2	Complexo de espécies <i>Fusarium incarnatum-equiseti</i>	21
4.5	Controle biológico	22
5	MATERIAL E MÉTODOS	24
5.1	Área experimental	24
5.2	Levantamento da população fúngica associada às sementes de melão	24
5.3	Caracterização morfológica dos isolados de <i>Fusarium</i> spp. associados a sementes de melão	26
5.4	Antagonismo de isolados de <i>Trichoderma</i> spp. a isolados de <i>Fusarium</i> spp.	27
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6.1	Levantamento da população fúngica associada às sementes de melão	29
6.1.1	<i>Amarelo</i>	31
6.1.2	<i>Cantaloupe</i>	31
6.1.3	<i>Dilo</i>	32
6.1.4	<i>Pele de sapo</i>	32
6.2	Identificação do Complexo de espécies do <i>Fusarium</i> presentes em sementes do melão Amarelo e Dilo	34
6.3	Antagonismo <i>in vitro</i> de <i>Trichoderma</i> ao Complexo de espécies <i>Fusarium Solani</i> e <i>Incarnatum-equiseti</i>	36
7	CONCLUSÃO	46

REFERÊNCIAS	47
--------------------------	-----------

1. INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma cucurbitácea, olerícola, proveniente principalmente de regiões de clima quente. Este é caracterizado pela presença de uma polpa doce e succulenta e aroma atraente. É subdividido em 16 espécies botânicas, com 11 classificações de grupos botânicos. Outrossim, as sementes possuem formato oval, com superfície lisa e dura, de cor amarela, com miolo branco-amarelado (Zhang *et al.*, 2024).

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/STAT), em 2021 a produção anual de melão foi de 29 milhões de toneladas, sendo a Ásia responsável pela maior produção. No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2024 o valor da produção de melão foi de 1.387.617 mil reais, enquanto, no Ceará, no mesmo ano, o valor da produção foi de 109.672 mil reais.

Entretanto, as fitodoenças são responsáveis pela maior taxa de perda de toda a produção meloeira, podendo ser ocasionada principalmente por bactérias, fungos e vírus. Tais doenças impactam diretamente no valor de produção, assim como nos gastos atrelados ao controle, sendo um dos principais grupos fúngicos responsáveis por grandes perdas na produção, ocasionando em murcha e podridão dos frutos, o *Fusarium* (Viana *et al.*, 2021). Além disso, segundo Salviano e Faria (2017) as doenças fúngicas, quando não manejadas corretamente, podem impactar diretamente na produtividade e na qualidade do fruto, podendo causar sérios prejuízos aos produtores.

Outrossim, as sementes de melão constituem importantes fontes de disseminação e preservação de agentes fitopatogênicos, tornando essencial o uso de sementes com boa qualidade sanitária como estratégia de controle (Müller, 2013). Embora produtos químicos convencionais continuem sendo largamente empregados no tratamento de sementes, visando à prevenção de enfermidades, os agentes de controle biológico demonstram menor impacto ambiental, baseando-se na aplicação de microrganismos vivos diretamente nas sementes (Campos, 2009; Ethur *et al.*, 2006). De acordo com Resende *et al.* (2004), o gênero fúngico *Trichoderma* destaca-se como alternativa para o tratamento de sementes, caracterizando-se como organismo saprofítico de ocorrência natural no solo, capaz de exercer ação antagônica contra diversos fitopatógenos.

Dessa forma, é de vital importância a compreensão da propagação de patógenos como *Fusarium* em sementes de melão, assim como o efeito da inibição do patógeno na presença ou ausência do biocontrole do *Trichoderma*.

2. HIPÓTESES

Espécies de *Fusarium* estão presentes em sementes de diferentes tipos de melão.

Isolados de *Trichoderma* são eficientes na ação antagonista contra as espécies de *Fusarium* das sementes de melão.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Investigar os fungos associados a sementes de diferentes tipos de melão, além de analisar o potencial antagonista de isolados de *Trichoderma* sobre as espécies de *Fusarium* identificadas.

3.2 Específicos

1. Investigar os fungos associados a sementes de quatro tipos de melão comercial, com ênfase para o gênero *Fusarium*;
2. Identificar e preservar isolados de *Fusarium spp.* obtidos no teste de sanidade;
3. Verificar o efeito antagonista de isolados de *Trichoderma sp.* contra isolados de *Fusarium spp.*

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 A cultura do melão no Brasil

O melão (*Cucumis melo* L.) tem sua origem comprovada nas regiões da Ásia e África, integrando a família das cucurbitáceas. Esta espécie vem sendo historicamente cultivada e domesticada ao longo dos últimos quatro séculos, conforme relatado por Zhao *et al.* (2019).

As cucurbitáceas apresentam grande diversidade, especialmente em cores, aroma e textura da casca. Entre os tipos de melão, os mais comuns são pele de sapo, gália, cantaloupe, caipira e amarelo. O melão amarelo (*Cucumis melo* var. *inodorus*) é um dos mais populares no Brasil, com diversas cultivares, como a Goldex, valorizado pela resistência ao transporte e armazenamento (Moreira *et al.*, 2009; McCreight *et al.*, 1993). O melão, vendido como fruta apesar de ser olerícola, é pouco calórico, rico em fibras e composto por 83% de água. Consumido *in natura* ou como suco, possui vitaminas A, B e C benéficas à saúde. Em 2024, o Nordeste liderou a produção nacional (92%), com destaque para o Rio Grande do Norte (61,84%), seguido por Pernambuco (12%), Bahia (11%) e Ceará (8,68%) (Beling, 2024). A produção gera impactos econômicos, resultando em R\$534 milhões para o RN e R\$91 milhões para o CE (Abrafrutas, 2024).

A exportação total de melões atingiu 243 mil toneladas, tendo como principais destinos os Países Baixos (42,1%), Espanha (26,6%) e Reino Unido (24,5%). O foco das exportações ocorre no início e no final do ano, períodos em que a produção de melão no Nordeste brasileiro é mais intensa (Abrafrutas, 2024).

4.2 Características do melão: planta, fruto e sementes

O melão (*C. melo*), originário do Oriente Médio, é cultivado há mais de quatro mil anos e se espalhou pela Europa, África e Américas. Atualmente, gera renda em países como China, Turquia, Irã e Brasil. É uma planta trepadeira da família Cucurbitaceae, com caules longos, folhas verdes grandes e flores amarelas. Pertence à classe Magnoliopsida e é cultivada comercialmente como anual, embora tenha potencial perene (Oliveira *et al.*, 2025).

As folhas do melão possuem textura áspera devido à presença de pelos, são simples e alternadas. As flores, com tonalidade amarela e cinco pétalas, podem ser masculinas, femininas ou hermafroditas (Kirkbride, 1993; Oliveira *et al.*, 2017).

O fruto é uma baga carnosa entre 0,6 e 3,5 kg, variando de 10 a 90 cm, com formatos arredondado, oval, oblongo ou comprido. Sua casca pode ser creme, cinza, amarela, laranja,

verde ou preta, e ter textura rendilhada, verrugosa ou lisa. A polpa apresenta coloração esverdeada, branca, laranja ou salmão, sabor insípido, picante ou doce, textura dissolvente e, às vezes, aroma. Cada fruto contém de 200 a 600 sementes.

O meloeiro possui diversas variedades, como Amarelo, Branco, Gália e Cantalupo, que se diferenciam em formato, cor, sabor e época de plantio. O cultivo é favorecido em ambientes quentes, com alta temperatura e boa luz, essenciais para seu. A espécie cresce melhor entre 18 e 30 °C; acima de 35 °C, seu desenvolvimento e a qualidade dos frutos são prejudicados, enquanto abaixo de 10 °C o crescimento diminui a umidade ideal do ar varia de 60% a 80%. O solo deve ter boa drenagem, aeração e pH entre 6,0 e 7,5. A propagação é feita principalmente por sementes ou métodos vegetativos (Oliveira *et al.*, 2025).

No Brasil, os principais grupos de melão cultivados são *cantalupensis* e *inodorus* (Brito, 2017). Os frutos *cantalupensis* têm tamanho médio, casca rugosa e sabor intenso; já os *inodorus* possuem casca lisa e resistente ao transporte, mas são menos doces. As variedades mais cultivadas incluem melão gália, pele de sapo, cantaloupe e canário, apreciadas por sua doçura e firmeza (Nogueira *et al.*, 2023).

O melão amarelo, amplamente cultivado no Brasil pela sua durabilidade e aceitação comercial, adapta-se bem ao Nordeste (Oliveira *et al.*, 2025) e tem origem espanhola. Possui sabor doce, polpa firme e clara, casca amarela brilhante e formato oval com resistência a danos mecânicos. Destaca-se por híbridos resistentes a *Fusarium* e oídio. Com teor de °Brix entre 13 e 16, é ideal para exportação (AGRISTAR, s.d.). O melão pele de sapo do grupo *Inodorus* tem frutos grandes, ovalados, polpa verde e casca com manchas verde-escuras. Com sólidos solúveis acima de 11%, representa cerca de 19% da produção na região de Mossoró (Chapada do Apodi) graças ao seu alto rendimento e forte aceitação internacional (Terceiro Neto *et al.*, 2021). O melão pele de sapo, originário da Espanha, geralmente tem frutos menores (menos de 2 kg), embora possam ultrapassar 3 kg. Junto com o amarelo, é uma das variedades mais consumidas na Península Ibérica (Fontes & Puiatti, 2005; Oliveira *et al.*, 2017).

As doenças representam um dos principais obstáculos ao cultivo do melão, afetando a produção e a qualidade dos frutos destinados aos mercados nacional e internacional. Destacam-se as de origem microbiana, como fungos, bactérias, vírus e nematoides, que causam prejuízos significativos à cultura, sendo, por isso, o foco de maior atenção e estudo pelos produtores (Terao *et al.*, 2007).

Problemas causados por agentes fitossanitários reduzem a qualidade e o aspecto dos frutos, diminuem seu valor comercial e podem inviabilizar a produção (Demartelaere *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2023; Bento *et al.*, 2024).

As principais doenças de origem biótica incluem fungos (míldios, crestamento gomoso, antracnose, oídio e murcha de *Fusarium*), bactérias (mancha angular e murcha bacteriana), nematoides (nematóide das galhas) e vírus (vírus do mosaico do pepino).

4.3 Disseminação do patógeno

Fungos patogênicos são organismos diversos que podem viver em tecidos mortos, no solo ou apenas em células vivas do hospedeiro. Nessas relações, apenas o patógeno se beneficia (Barbieri & Carvalho, 2001). Além disso, uma semente é uma estrutura biológica sofisticada que abriga reservas nutritivas e contém uma pequena planta, capaz de gerar um novo organismo quando encontra condições favoráveis para seu desenvolvimento (Meena *et al.*, 2013). Patógenos presentes nas sementes podem causar problemas como falha na germinação ou doenças em plantas. Bactérias, fungos, nematóides e vírus, podem ser transmitidos por sementes (Jha, 1995).

Microrganismos fitopatogênicos comprometem a qualidade sanitária das sementes ao causar lesões, apodrecimento e anomalias que afetam a germinação e o crescimento das plantas (Nóbrega & Nascimento, 2020). Além da sanidade, a qualidade genética, física e fisiológica das sementes é essencial para o desenvolvimento saudável das plantas. Muitos organismos, especialmente fungos, podem ser transmitidos das sementes para as plantas (Parisi *et al.*, 2019).

A composição da flora fúngica, formada por diversos gêneros de fungos, pode impactar negativamente a taxa de germinação, reduzir a produção de mudas e diminuir o número de plantas emergidas quando associada às sementes. Essa interferência resulta em prejuízos para o produtor, principalmente devido à diminuição da qualidade sanitária das mudas (Silva, 2021).

A qualidade sanitária da semente depende da presença de patógenos como vírus, bactérias e fungos no lote, sendo essencial investigar os mecanismos de transporte, proliferação e interação desses agentes com a planta, bem como sua etiologia (Meena *et al.*, 2013).

A sanidade da semente é fundamental, pois patógenos reduzem o valor comercial das culturas e podem introduzir doenças em novas regiões. O tratamento de sementes é essencial para prevenir pragas e enfermidades no campo (Sharma *et al*, 2015).

Entre os principais danos causados por fungos estão a morte gradual dos embriões das sementes infectadas durante o armazenamento, além do enfraquecimento ou até mesmo da morte de plântulas futuras, especialmente quando os fungos atacam ainda no campo. Sementes contaminadas originam plântulas que não se desenvolvem adequadamente, resultando em menor valor comercial e produtividade, devido a alterações fisiológicas (Jha, 1995).

Nos últimos anos, diversas doenças têm sido registradas no país, principalmente por sementes contaminadas. Os modos de transmissão via semente são: externa, interna e concomitante. Na transmissão externa, o inóculo fica na superfície da semente, em formas como micélio, escleródio, esporo, nematoides ou bactérias. Fungos como *Alternaria*, *Stemphylium*, *Fusarium*, carvões e ferrugens predominam nesse tipo. A contaminação é detectada por microscópio ou lavagem de sementes. Exemplos incluem a ferrugem do cártamo (*Puccinia carthami*, Corda), carvão coberto da cevada (*Ustilago hordei*, Bref.) e carvão do trigo (*Tilletia caries*, (DC.) Tul. & C. Tul.).

Na transmissão interna, o inóculo está localizado nos tecidos internos da semente, fazendo com que ela pareça saudável por fora, mesmo estando infectada por dentro. O patógeno pode ser encontrado em diferentes camadas, como o tegumento, testa, pericarpo e até mesmo no embrião. Esse tipo de transmissão ocorre através do transporte de células vegetativas, partículas virais, esporos, nematóides ou picnídios, como é o caso do carvão-solto do trigo (*Ustilago nuda* f.sp. *tritici*, Schaffnit), da perna-preta do repolho (*Phoma lingam*, (Tode) Desm.), da mancha de ascoquitose da ervilha (*Ascochyta* spp.) e da antracnose do feijão (*Colletotrichum lindemuthianum*, (Sacc. & Magnus) Briosi & Cavara).

Ao contrário das citadas anteriormente, essa contaminação não ocorre diretamente na semente, mas sim em resíduos que acompanham o lote, como galhos, folhas e partículas de terra e poeira. Frequentemente, essas partículas trazem consigo sementes de parasitas, cistos de nematoides, exsudatos bacterianos, escleródios fúngicos e esporos. Esse tipo de transmissão costuma passar despercebido, apesar de ser muito relevante, pois as doenças introduzidas dessa forma acontecem mais frequentemente do que se imagina, principalmente pela dificuldade em identificar essas partículas contaminadas. Inóculos de míldios, doenças bacterianas e ferrugens podem ser transmitidos por esse meio, causando enfermidades graves e difíceis de erradicar (Gebeyaw, 2020).

A fase de propagação é essencial no cultivo da planta, exigindo rigor na seleção dos materiais, pois danos podem comprometer seu desenvolvimento (Asimah *et al.*, 2016). Fungos e bactérias, mesmo que não presentes no solo, podem estar nas sementes e gerar sintomas visíveis, perdas comerciais e problemas como abortamento e podridão desde a germinação. Por isso, as sementes são consideradas o principal vetor de patógenos para novas áreas (Mancini *et al.*, 2016).

4.4 *Fusarium*

O fungo *Fusarium*, do filo *Ascomycota* e descrito por Link em 1809, tem conídios em formato de banana ou canoa. Muitas espécies são classificadas pela morfologia dos macroconídios, mas esse método é limitado pela subjetividade, sensibilidade ambiental e semelhanças com outros grupos (Leslie, 2006). Apesar do impacto econômico do melão nas regiões produtoras, cerca de 37% da produção é perdida devido a fatores como clima, transporte, contaminação, doenças e principalmente à ação do fungo *Fusarium* (Embrapa, 2015).

Várias espécies de plantas são afetadas por *Fusarium*, especialmente após a colheita do melão, reduzindo sua vida útil e qualidade para exportação. Casos de murcha e podridão ligados ao Complexo *Fusarium incarnatum-equiseti* (FIESC) foram relatados na China, Tailândia e Brasil (Araújo, 2021).

Esporos presentes no solo podem penetrar nas raízes da planta por ferimentos ou aberturas. Ao se desenvolverem, as hifas danificam os tecidos das raízes e do caule, causando murcha e morte em casos graves. Se a planta sobreviver, ela fica fragilizada, com menor produção, longevidade e resistência (Steinkellner *et al.*, 2005).

A infecção dos frutos tem início ainda no campo, durante o período de maturação, quando o fungo começa a se multiplicar. Os sintomas tornam-se mais evidentes nas etapas de classificação, embalagem, armazenamento e transporte do produto (Evangelista, 2022). O desenvolvimento do patógeno é intensificado por práticas de manejo inadequadas antes e após a colheita, como machucados e arranhões nos frutos, além do armazenamento em temperaturas elevadas, fatores que estimulam a formação de um micélio branco na superfície ou, em alguns casos, no interior do fruto. Isso revela o estado latente do fungo, que pode se expandir e contaminar outros itens, tornando-os impróprios para comercialização ao consumidor final (Junior, 2020).

A presença de fungos nas sementes, seja por contaminação do solo onde foram plantadas ou por já estarem infectadas, causa danos aos órgãos de reserva, dificultando o processo de germinação e transformando as sementes em veículo para espalhar o patógeno. Quando o fungo infecta plantas adultas, as sementes produzidas por essas plantas também sofrem prejuízos, pois parte dos nutrientes é utilizada pelo fungo para se desenvolver, afetando a quantidade e a qualidade das sementes geradas. Isso pode resultar na redução de áreas cultiváveis, já que o simples fato de encontrar o fungo no solo sinaliza perdas produtivas em futuras colheitas (Raimundi, 2019).

4.4.1 Complexo de espécies *Fusarium solani*

Culturas de isolados do Complexo de espécies *Fusarium solani* (FSSC) em meio batata, dextrose e ágar (BDA) variam do branco ao creme, com pouco micélio e alta produção de esporodóquios, que podem ser creme, azul ou verde. Normalmente não apresentam pigmentação em ágar, mas podem exibir tons de marrom ou violeta (Leslie & Summerell, 2006). Estas espécies correspondem a espécies filogenéticas derivadas da morfoespécie *F. solani* e uma delas já foi relatada em melão no Brasil (Araújo et al., 2021).

As características do Esporodóquio são: nas folhas de cravo, possuem coloração creme, azul e verde mais comuns e concentram muitos macroconídios, especialmente o creme. Os macroconídios são largos, retos, robustos e têm célula apical arredondada. As células basais lembram um pé ou são pouco desenvolvidas, geralmente retas e quase cilíndricas, com extremidades entalhadas ou arredondadas e de 3 a 7 septos (Leslie, 2006).

Os microconídios são ovais, elípticos, reniformes ou fusiformes, possuem até dois septos e se agrupam em falsas cabeças nos micélios aéreos. Clamidósporos são gerados rapidamente e em grande quantidade após 2 a 4 semanas, geralmente entre as hifas ou intercalados.

4.4.2 Complexo de espécies *Fusarium incarnatum-equiseti*

Fungos do FIESC, causando podridão de *Fusarium* em melão, encontrados no solo e disseminados por vento, água e ação humana, foram relatados pela primeira vez em 1999 no Rio Grande do Norte. Hoje, é uma das principais doenças que afetam o melão em todas as regiões produtoras (Terao et al., 2008; Lima et al., 2021).

Macroconídios são raros, com base semelhante a um pé, podendo surgir em esporodóquios alaranjados. A principal característica é a produção de mesoconídios retos e fusiformes por polifialídes no micélio aéreo (Subramanian, 1971).

Mesoconídios são facilmente visualizados *in situ* ao microscópio, lembrando “orelhas de coelho”. Os clamidósporos apresentam formas variadas conforme a tensão, dificultando sua observação em alguns casos. Em meio de cultura, o micélio aéreo cresce rapidamente, mudando de branco para bege ou marrom (Gerlach & Nirenberg, 1982).

4.5 Controle biológico

O controle biológico de pragas pode ser classificado em natural, conservacionista, clássico e complementar. O natural usa inimigos naturais sem intervenção humana, enquanto o conservacionista envolve ações para estimular esses antagonistas. O clássico introduz predadores da área original da praga, sendo um método tradicional. Já o complementar seleciona agentes específicos para cada praga e cultura, mas seus efeitos são limitados a poucos ciclos de cultivo (Stenberg *et al.*, 2021).

Apesar dos avanços nas pesquisas sobre controle biológico, é fundamental continuar desenvolvendo novas tecnologias, tornando as existentes mais acessíveis e eficientes, e ampliando o uso dos agentes de controle (Boro *et al.*, 2022).

Agentes de Biocontrole (ABCs) são organismos naturais ou modificados que eliminam pragas e doenças, promovendo o crescimento de microrganismos e insetos benéficos (Singh *et al.*, 2020). Incluem microrganismos, vermicompostos e substratos vegetais, que aumentam a produtividade agrícola e controlam doenças. ABCs fortalecem a resistência das plantas por competição, parasitismo, predação e destruição de patógenos, substituindo fertilizantes e pesticidas químicos. Podem ser isolados ou mistos, intensificando a atividade microbiana e elevando a absorção de nutrientes do solo (Suarez *et al.*, 2024).

O controle biológico de pragas e doenças em plantas utiliza predadores naturais e microrganismos que competem por recursos ou produzem toxinas para eliminar patógenos. Os métodos mais comuns empregam bactérias como *Agrobacterium*, *Pseudomonas* e *Bacillus*, além de fungos como *Gliocladium*, *Coniothyrium*, *Candida* e *Trichoderma* (Gawai, 2018).

Os agentes microbianos de biocontrole atuam por diferentes mecanismos para aprimorar o controle de patógenos em plantas, incluindo a disputa por espaço e recursos, a interrupção do desenvolvimento do patógeno, além de estimular a resistência ou o condicionamento das plantas. Microrganismos capazes de produzir enzimas, antibióticos e

outros compostos metabólicos que prejudicam organismos nocivos são empregados como antagonistas (Köhl *et al.* 2019).

Embora os fertilizantes minerais sejam amplamente utilizados e conhecidos para o controle de doenças, o controle biológico surge como uma alternativa vantajosa, pois apresenta especificidade ao alvo, rápida degradação, aplicação em pequenas quantidades, capacidade de reprodução e permanência prolongada no campo, além de ser eficaz tanto no controle de doenças quanto na promoção do crescimento vegetal. No entanto, apesar desses benefícios, é importante considerar também algumas desvantagens dos agentes microbianos, como a suscetibilidade às condições abióticas, a possibilidade de adaptação da praga-alvo devido ao uso repetido da mesma espécie de biocontrole e o elevado custo desses produtos, o que pode limitar sua viabilidade econômica (Boro *et al.*, 2022).

Diversas espécies de fungos destacam-se como excelentes agentes de biocontrole (ABCs) devido a características específicas. O *Trichoderma* é reconhecido por sua elevada eficácia no combate a diferentes patógenos vegetais, tornando-se um dos principais ABCs utilizados na agricultura (Mukhopadhyay & Kumar, 2020). Diversas linhagens de *Trichoderma* têm se mostrado eficientes principalmente por liberarem compostos resultantes de seu metabolismo secundário, capazes de promover o desenvolvimento das plantas, fortalecer o sistema radicular, reduzir o impacto de várias doenças e regular o crescimento de microrganismos associados às plantas (Zin & Badaluddin, 2020).

Ao longo dos últimos 10 anos, o mercado agropecuário brasileiro vem ampliando seus investimentos em produtos de controle biológico. Esse período ficou conhecido como a “década de ouro da microbiologia agrícola”, com destaque para os estudos sobre organismos do gênero *Trichoderma* (Mantovani, 2023). A primeira observação data de por Persoon (1974) e se apresenta comumente com uma colônia filamentosa verde, com sua classificação sendo dificultada pelas suas hifas, conídios e micélios parecendo com outros fungos associados a hialohifomicose. O seu crescimento é bastante afetado pelos fatores ambientais, como o seu crescimento e infecção em outros fungos sendo mais rápida em locais mais claros (Santos & Santos, 2025).

Algumas espécies de *Trichoderma* inibem o crescimento de outros fungos por meio de seus exsudados metabólicos. *T. koningii* produz Koninginins, com ação antimicrobiana e antifúngica, enquanto *T. harzianum* e *T. virens* sintetizam agentes antifúngicos (Guzmán-Guzmán *et al.*, 2023).

5. MATERIAL E MÉTODOS

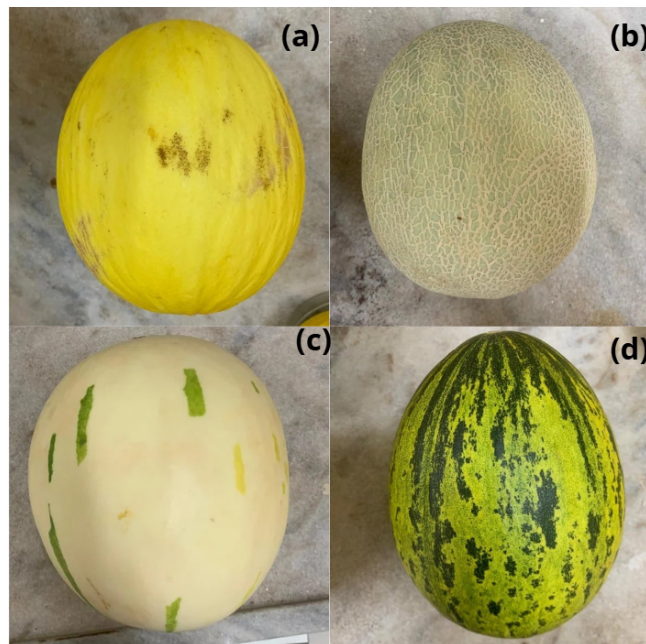
5.1 Área experimental

O experimento foi conduzido no Laboratório de Micologia do Departamento de Fitotecnia - Setor de Fitossanidade da Universidade Federal do Ceará, no período de outubro de 2025 a janeiro de 2026.

5.2 Levantamento da incidência de fungos associados às sementes de melão

Foram analisadas oito amostras de quatro cultivares de melão (Cantaloupe, Amarelo, Dilo ou Dino e Pele de sapo) (FIGURA 1).

Figura 1 – Tipos de melão utilizados no experimento.

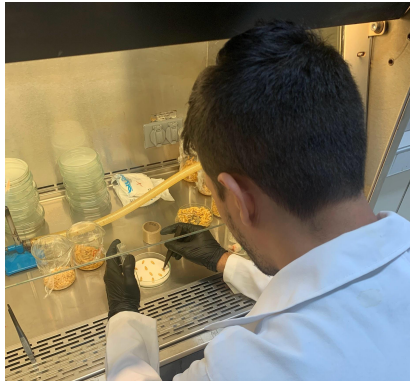


Fonte: Autor (2026). **(a)** Melão Amarelo; **(b)** Melão Cantaloupe; **(c)** Melão Dilo; **(d)** Melão Pele de Sapo.

Os melões dos quais foram retiradas as sementes foram adquiridos em um supermercado localizado na cidade de Fortaleza e escolhidos de forma aleatória.

De cada tipo, foram utilizadas duzentas sementes; destas, cem foram submetidas à desinfestação. A coleta, separação e desinfestação das sementes foram realizadas em câmara de fluxo laminar, para evitar a contaminação do material (FIGURA 2). Na desinfestação, foi utilizada uma solução de álcool a 70% por 30 segundos e, posteriormente, imersão em solução de hipoclorito a 1% de cloro ativo por 2 minutos, sendo em seguida submetidas à tríplex lavagem em água destilada esterilizada (ADE).

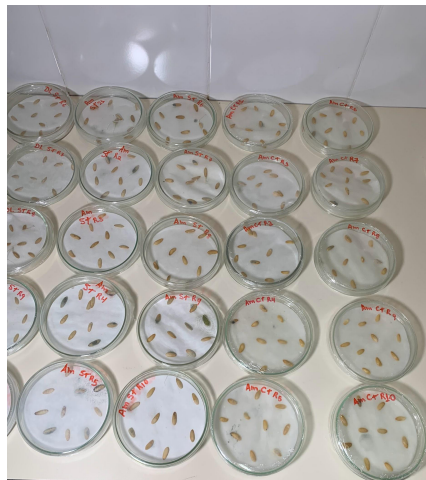
Figura 2 – Montagem do experimento em câmara de fluxo laminar..



Fonte: Autor (2026)

Após a desinfestação, dez sementes foram distribuídas igualmente dentro de uma placa de Petri de vidro, contendo três camadas de papel de filtro esterilizado previamente umedecido com água destilada esterilizada (ADE), utilizando 200 sementes para cada tipo de melão, com 100 sementes com desinfestação e 100 sem desinfestação, totalizando 10 repetições para cada tratamento, segundo o método do papel de filtro (ISTA, 1966). Após o plaqueamento, as sementes foram incubadas por sete dias, à temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas (FIGURA 3). Ao final desse período, foi realizada a avaliação utilizando microscópio estereoscópico, possibilitando a observação das características morfológicas de conídios e conidióforos, o que permitiu a identificação dos fungos desenvolvidos sobre as sementes (Barnett & Hunter, 1972).

Figura 3 – Sementes plaqueadas em câmara de incubação.



Fonte: Autor (2026)

Foi realizado o isolamento direto por meio da coleta dos sinais do fungo (micélio e esporos) presentes nas sementes incubadas. Em seguida, o material foi plaqueado em meio de

cultura batata-dextrose-ágar (BDA) acrescido dos antibióticos cloranfenicol e estreptomicina, ambos na concentração de 100 ppm, conforme o fabricante. As placas de Petri foram incubadas por sete dias, à temperatura de 25 ± 2 °C e sob fotoperíodo de 12 horas, para o crescimento fúngico. Para a obtenção de culturas puras do patógeno, os isolados foram previamente identificados em microscópio óptico e, posteriormente, submetidos à obtenção de cultura monospórica, conforme metodologia descrita por Leslie e Summerell (2006).

Para a preservação dos isolados, colônias foram cultivadas em meio (BDA) até o início da esporulação. A partir dessas colônias, discos de micélio foram retirados e transferidos para tubos de ensaio de 2 mL, contendo meio BDA solidificado, sendo acondicionados quatro discos por cada tubo. Posteriormente, os tubos foram mantidos em condições controladas de luminosidade e temperatura, visando à conservação da viabilidade e das características morfológicas dos isolados fúngicos.

5.3 Caracterização morfológica dos isolados de *Fusarium* spp. associados a sementes de melão

Para a caracterização morfológica dos isolados utilizou-se a metodologia descrita por Lima *et al.* (2009), onde os fungos foram cultivados em meios de cultura BDA e SNA (meio ágar pobre em nutrientes). O BDA foi utilizado para avaliação da pigmentação da colônia, onde foi riscado em uma placa, estruturas do *Fusarium* presente em cada semente com sinais do patógeno.

Em meio SNA, foram avaliadas as características micromorfológicas dos isolados fúngicos. Após sete dias de incubação à temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de 12 horas, realizou-se a observação da presença ou ausência de esporodóquios, bem como de sua coloração. Também foram analisadas a frequência, o tamanho, o formato e a origem dos conídios provenientes do micélio aéreo e dos esporodóquios. Adicionalmente, avaliaram-se os tipos de fiálides, a presença ou ausência de clamidósporos e a ocorrência de conídios do micélio aéreo organizados em falsas cabeças, características fundamentais para a identificação taxonômica dos isolados.

5.4 Antagonismo de isolados de *Trichoderma* spp. a isolados de *Fusarium* spp.

Após a identificação dos isolados fúngicos, procedeu-se à avaliação do antagonismo exercido por isolados de *Trichoderma* spp. no controle dos agentes causais da podridão de

Fusarium. Para essa finalidade, foram utilizados dois isolados de *Trichoderma* provenientes da coleção da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Os isolados utilizados foram obtidos a partir de diferentes hospedeiros vegetais: o isolado FVE23 foi originalmente isolado de amostras de abacaxi ornamental (*Ananas bracteatus*), enquanto o isolado LPPC301 foi obtido a partir da rizosfera de bananeiras (*Musa* sp.). A diversidade de origem dos isolados visa ampliar a avaliação do potencial antagonista desses microrganismos frente aos patógenos associados à cultura do melão.

O experimento seguiu a metodologia de Le Skidmore e Dickinson (1976), incorporando entre cepas de *Trichoderma spp.* e de cada patógeno fúngico. Nesse modelo, discos de 5 mm de diâmetro de *Trichoderma spp.* e isolado fúngico foram posicionados em bordas opostas de placas de Petri contendo meio BDA. Essas placas foram incubadas a 25±2 °C por 7 dias, submetidas a um sistema automático de 12 horas com luz e 12 horas no escuro. Para a testemunha, foi utilizado meio de cultura apenas com o patógeno e BDA. As medições foram feitas com auxílio de paquímetro digital, sendo medido diariamente o crescimento micelial em milímetros de cada fungo.

O delineamento experimental escolhido para a avaliação do antagonismo foi o inteiramente casualizado (DIC), com três repetições para cada tratamento, onde todo o ensaio foi repetido três vezes. A Porcentagem de Inibição do Crescimento (PIC) foi calculada pela fórmula:

$$PIC(\%) = \frac{R1 - R2}{R1} * 100$$

Onde R1 corresponde ao raio do micélio dos patógenos fúngicos nas placas controle e R2 ao raio do micélio dos patógenos fúngicos com a presença do antagonista (Almeida *et al.*, 2024).

Para avaliar a atividade antagonista (AA) de *Trichoderma* contra os patógenos, foi utilizada a escala de classificação de Korsten e Jager (1995), que classifica a inibição como: 0 para nenhuma inibição, 1 para inibição de 1 a 25%, 2 para inibição de 25 a 50%, 3 para inibição de 50 a 75% e 4 para inibição de 75 a 100%. Este teste baseia-se no PIC e avalia o nível de controle das espécies de *Trichoderma* sobre cada patógeno. De acordo com Louzada *et al.* (2009), uma pontuação de AA de 3 ou menos significa controle biológico eficaz pelo antagonista.

A ANOVA do crescimento micelial médio diário foi realizado utilizando o Software R (R Core Team, 2022) versão 4.5.2., com as médias comparadas pelo teste de Tukey (P=0,05), utilizando.

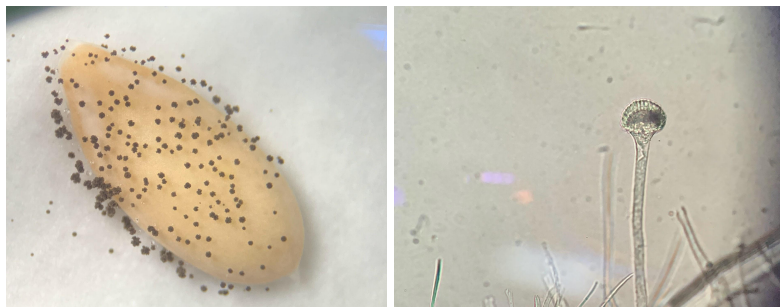
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Levantamento da incidência de fungos associados às sementes de melão

Após sete dias do plaqueamento das sementes com e sem desinfestação, foi possível observar a quantidade de colônias fúngicas de cada placa e seu respectivo gênero a partir das características morfológicas presentes em cada semente. Foram observados três gêneros de fungos em associação com as sementes analisadas, verificando-se que, *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. foram comuns às sementes das variedades. Esses são fungos de armazenamento, típicos causadores de podridão em sementes e responsáveis por reduções na viabilidade e longevidade (Machado, 1988). Dentre os de interesse fitopatológico, *Fusarium* foi o escolhido para se identificar a fundo suas características, por conta que ele é um importante patógeno da cultura do melão, causador de murchas vasculares e tem na semente seu principal veículo de disseminação e sobrevivência (Zitter *et al.*, 1996).

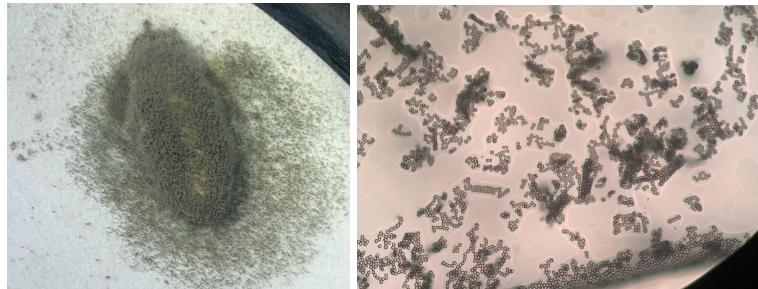
O gênero *Aspergillus*, é formado por fungos filamentosos, com hifas septadas, geralmente hialinas, embora algumas espécies apresentem pigmentação escura este apresenta crescimento rápido em meios de cultura, formando colônias com coloração variável, como verde, amarelo, marrom, preto ou esbranquiçado, conforme a espécie. Sobre a vesícula desenvolvem-se fiálides, que podem estar dispostas diretamente ou sobre metúlulas, formando cadeias de conídios. Os conídios são esféricos ou subsféricos, rugosos ou lisos, e facilmente dispersos pelo ar (Figura 4) (Zitter *et al.*, 1996).

Figura 4 – Semente de melão com *aspergillus* e em preparação microscópica.



O gênero *Penicillium* possui conidióforos ramificados, caracteristicamente em forma de “pincel” (do latim *penicillus*) estes são fungos filamentosos, com hifas septadas e geralmente hialinas apresentam crescimento rápido em meios de cultura, formando colônias de coloração verde, azul-esverdeada, acinzentada ou esbranquiçada, dependendo da espécie (Figura 5) (Zitter *et al.*, 1996).

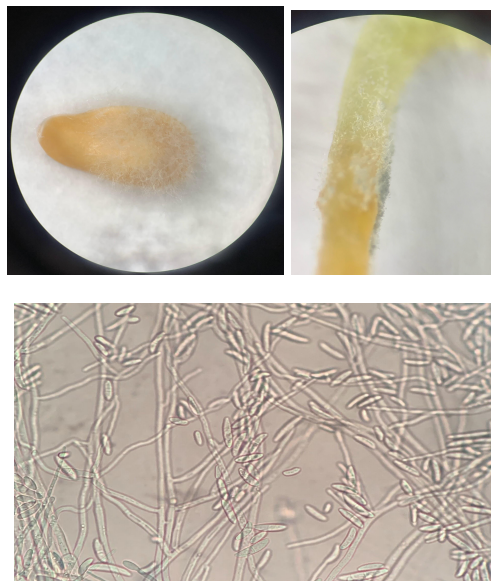
Figura 5 – Semente de melão com *Penicillium* e em preparação microscópica.



Fonte: Autor (2026)

O gênero *Fusarium* é composto por fungos filamentosos, com hifas septadas e geralmente hialinas. Apresentam crescimento rápido em meios de cultura, formando colônias de coloração variável, como branca, rosada, lilás, avermelhada ou alaranjada, dependendo da espécie. Algumas espécies formam clamidósporos, estruturas de resistência de parede espessa (Figura 6) (Afzalinea, *et al.* 2025).

Figura 6 – Semente e radícula com *Fusarium* e em preparação microscópica.



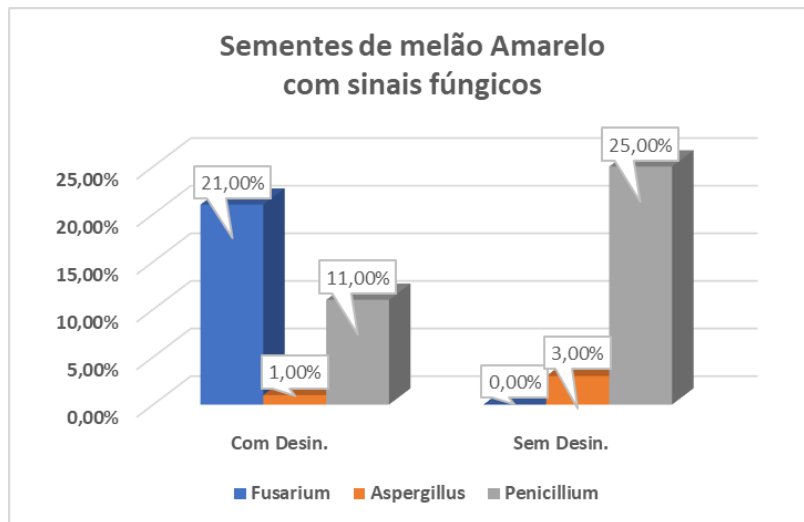
Fonte: Autor (2026)

6.1.1 Melão tipo Amarelo

Foram contadas cada semente do melão Amarelo com sinais da presença dos patógenos estudados, contabilizando o total de semente do tratamento (com ou sem desinfestação) e apresentando a porcentagem de semente com a presença fúngica.

Quanto ao tipo Amarelo com desinfestação, foi identificado a presença do gênero *Fusarium* em 21% das sementes, do gênero *Aspergillus* em 1% e do gênero *Penicillium* em 11% das sementes observadas. Nas sementes sem desinfestação foram identificadas as porcentagens: 3% das sementes com a presença do gênero *Aspergillus* e 25% com o gênero *Penicillium*. Não foi encontrado presença de *Fusarium* em sementes desinfestadas (Figura 7).

Figura 7 – Gráfico de porcentagem de sinais nas sementes de melão Amarelo.



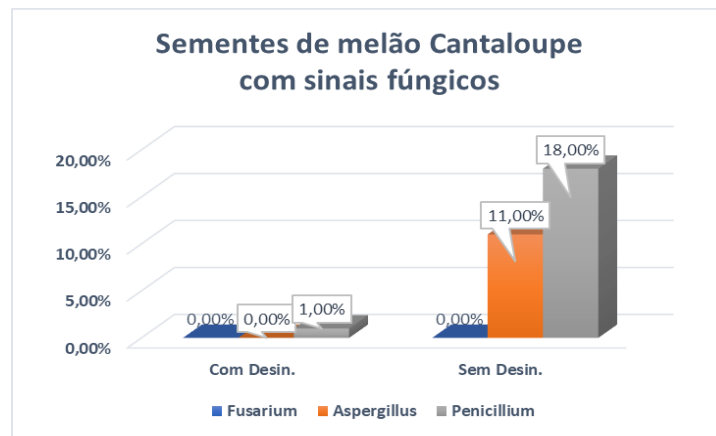
Fonte: Autor (2026)

6.1.2 Melão tipo Cantaloupe

Foram contadas cada semente do melão Amarelo com sinais da presença dos patógenos estudados, contabilizando o total de semente do tratamento (com ou sem desinfestação) e apresentando a porcentagem de semente com a presença fúngica.

Quanto ao tipo Amarelo com desinfestação, foi identificado a presença do gênero *Fusarium* em 21% das sementes, do gênero *Aspergillus* em 1% e do gênero *Penicillium* em 11% das sementes observadas. Nas sementes sem desinfestação foram identificadas as porcentagens: 3% das sementes com a presença do gênero *Aspergillus* e 25% com o gênero *Penicillium*. Não foi encontrado presença de *Fusarium* em sementes desinfestadas (Figura 8).

Figura 8 – Gráfico de porcentagem de sinais nas sementes de melão Cantaloupe



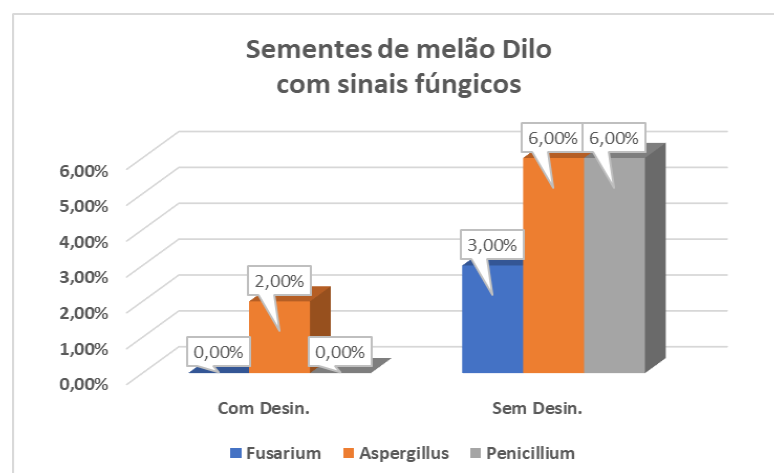
Fonte: Autor (2026)

6.1.3 Melão tipo Dilo

Foram contadas cada semente do melão Dilo com sinais da presença dos patógenos estudados, contabilizando o total de semente do tratamento (com ou sem desinfestação) e apresentando a porcentagem de semente com a presença fúngica.

Quanto ao tipo Amarelo com desinfestação, foi identificado a presença do gênero *Aspergillus* em 2%, não sendo encontrado outros fungos. Nas sementes sem desinfestação foram identificadas as porcentagens: 3% das sementes com a presença do gênero *Fusarium*, *Aspergillus*, 6% do gênero *Aspergillus* e 6% com o gênero *Penicillium*. Não foi encontrado presença de *Fusarium* em sementes desinfestadas (Figura 9).

Figura 9 – Gráfico da presença de sinais nas sementes de melão Dilo



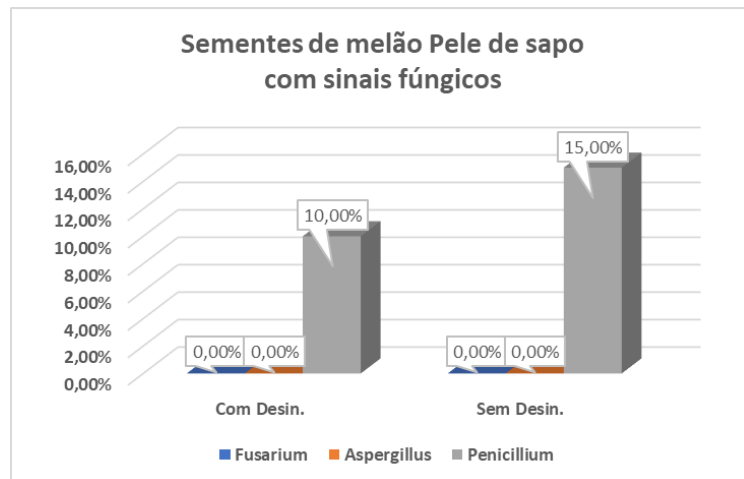
Fonte: Autor (2026)

6.1.4 Melão tipo Pele de sapo

Foram contadas cada semente do melão Pele de sapo com sinais da presença dos patógenos estudados, contabilizando o total de semente do tratamento (com ou sem desinfestação) e apresentando a porcentagem de semente com a presença fúngica.

Quanto ao tipo Amarelo com desinfestação, foi identificado a presença somente do gênero *Penicillium* em 10% das sementes observadas, não sendo observado outros fungos. Nas sementes sem desinfestação foi identificada a presença do gênero em 15% das sementes, não sendo encontrada a presença de *Fusarium* ou *Aspergillus* em sementes desinfestadas (Figura 10).

Figura 10 – Gráfico da presença de sinais nas sementes de melão Pele de sapo



Fonte: Autor (2026)

Esses resultados indicam que sementes de melão Amarelo e Dilo podem conter estruturas do gênero *Fusarium* já aderidas às suas estruturas externas ou internas, como no cotilédone, uma vez que mesmo após a desinfestação superficial ainda apresentaram sinais do patógeno. No melão Dilo, isso ocorre em sementes sem desinfestação, o que indica que o fungo não consegue adentrar a estrutura interna da mesma, porém consegue se alojar na parte externa da estrutura. Foi possível observar também que no tipo Amarelo, apesar das sementes terem sido desinfestadas, ainda houve a presença do *Fusarium* no teste de sanidade. Isso pode indicar que o gênero *Fusarium* é capaz de adentrar até a semente, ocasionando a infecção já nas suas fases iniciais pré-desenvolvimento da planta (Boughalleb & Mahjoub, 2006).

De acordo com Costa *et al.* (2017), algumas variedades do melão Cantaloupe e Pele de Sapo, podem ser resistentes a patógenos como *Fusarium*, isso pode ser um indicativo para o não aparecimento desse patógeno na semente dessas duas variedades.

A transmissão de *Fusarium* em sementes de melão é bem documentada, tendo vários relatos sobre sua transmissão em sementes de espécies da família cucurbitaceae (Pest Management Handbook, 2025). Como relatado por Muniz *et al.* (2004), que encontraram *Fusarium oxysporum* associados a semente de melão (*Cucumis melo* L.). A presença do patógeno foi destacada por poder se apresentar tanto interno quanto externo a sementes, de acordo com documentos técnicos da Embrapa (Henning, 1997). Alguns guias agrícolas de outros países, como dos EUA, indicam a capacidade do fungo de penetrar as camadas das sementes, podendo se alojar abaixo do tegumento, fazendo com que as sementes de melão abriguem infecções internas (Pest Management Handbook, 2025).

Mesmo que o *Fusarium* costume abrigar as camadas internas da semente, ele também é capaz de adentrar o seu interior, sendo observada uma consistente distinção entre contaminação interna e externa (Boughalleb & Mahjoub, 2006). Foram encontrados na parte tanto internamente quanto externamente exemplares de *F. oxysporum* e *F. solani*, sendo transmitidos por sementes de melancia (*Citrullus lanatus*), planta próxima do melão (McGrath, 2020). Assim, quando observamos a infecção em sementes que foram desinfestadas (como as do melão amarelo) há indícios que o patógeno está localizado nas estruturas internas da semente, enquanto que as não desinfestadas (como no melão Dilo) indicam que a contaminação foi superficial, podendo também ter tido uma contaminação interna em conjunto dá exterior (Boughalleb & Mahjoub, 2006). Sendo então a ideia que os patógenos localizados no interior da semente não são eliminados com a desinfestação externa corroborada com as observações do trabalho.

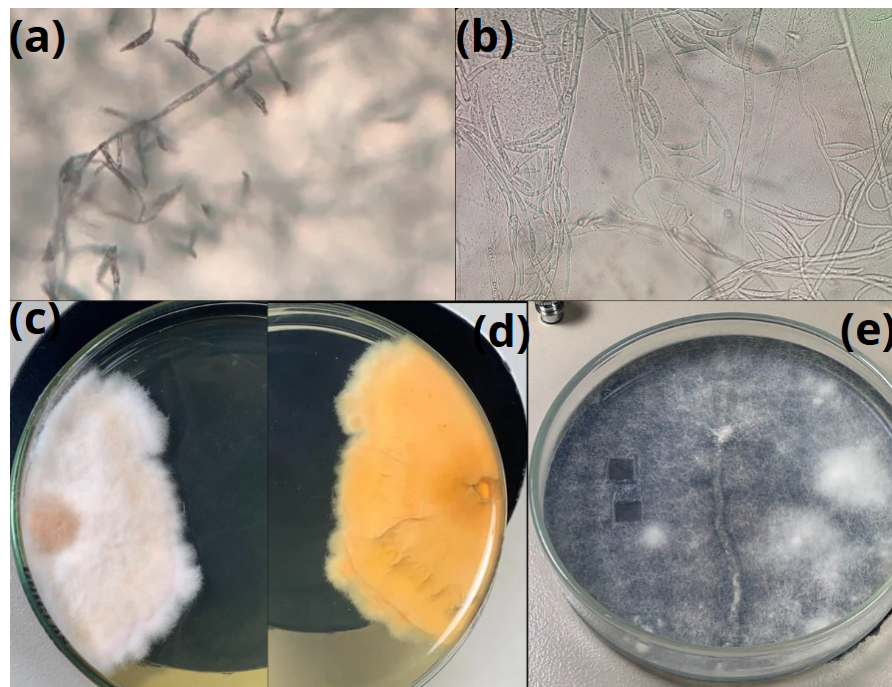
Em resumo, as evidências científicas desse experimento confirmaram que sementes de melão do Dilo e Amarelo podem conter fungos fitopatogênicos em seus tecidos internos e externos (Viana, 2001). Para a variedade Dilo, a indicação é que a contaminação está na parte externa da semente, contaminação no seu tegumento em sementes sem tratamento, enquanto que as sementes com tratamento da variedade Amarelo apresentou infecção mesmo com desinfestação superficial, indicando a penetração do contaminante das sementes (McGrath, 2020). Esses resultados estão de acordo com outros estudos prévios sobre a transmissão de *Fusarium* por sementes de cucurbitáceas.

6.2 Identificação do isolado do complexo de espécies do *Fusarium incarnatum-equiseti* presentes em sementes do melão Amarelo e Dilo

Foram avaliadas as características culturais e micromorfológicas dos isolados selecionados. Os isolados de *Fusarium* encontrados no melão Dilo apresentaram características típicas do FIESC: Conidióforos esporodóquios irregularmente ramificados, densamente compactados, de paredes lisas e finas. Fiálides esporodoquiais subuladas a subcilíndricas, de paredes lisas e finas, monofialídicos, Clamidósporos globosos a subglobosos, raramente de forma irregular, terminal ou intercalar, solitário ou em cadeia, de parede rugosa. (Afzalnia *et al.*, 2025).

Suas características em cultura, envolvem estruturas circulares com margem filiforme, brancas a creme pálido, algodonosas; reverso branco a creme pálido. Colônias em SNA possuem características circulares com margem filiforme, hialinas a brancas, floculadas; reverso branco (Figura 11) (Afzalnia *et al.*, 2025).

Figura 11 – Caracterização morfológica do FIESC com visualização em microscópio e em Placa de Petri.

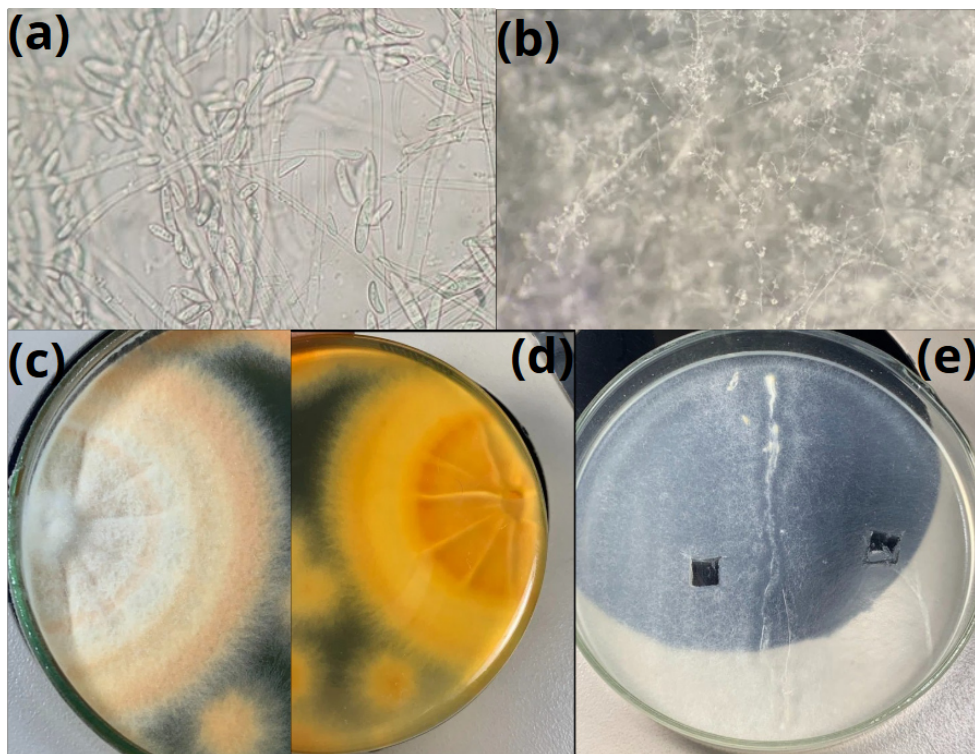


Fonte: Autor (2026). (a) Fiálides; (b) Macroconídios; (c) Vista frontal da placa em meio BDA; (d) Vista do verso da placa em meio BDA; (e) Vista da placa em meio SNA.

Os isolados de *Fusarium sp.* encontrados em sementes do melão Amarelo apresentaram características típicas do FSSC: Colônia com micélio aéreo e coloração branca na frente da placa. No verso da placa, o isolado apresentou coloração creme, não havendo variações na tonalidade.

Com relação às estruturas do isolado, foram observadas falsas cabeças, dispostas em longas fiáldes sem ramificações. Foram observados clamidósporos solitários e em cadeia, com paredes globosas. Apresentou formação de conídios de no micélio aéreo, com maior frequência em formato fusiforme.

Figura 12 – Caracterização morfológica do FSSC com visualização em microscópio e em Placa de Petri.



Fonte: Autor (2026). (a) Conídios; (b) Falsas cabeças; (c) Vista frontal da placa em meio BDA; (d) Vista do verso da placa em meio BDA; (e) Vista da placa em meio SNA.

6.3 Antagonismo *in vitro* de isolados de *Trichoderma* ao FIESC e FSSC

Os resultados obtidos na avaliação realizada neste trabalho, possibilitaram a confecção da tabela 1. Nela foram inseridas as diferenças entre os antagonistas fúngicos, quanto à capacidade para inibir o crescimento micelial de FIESC e FSSC quando comparado à testemunha.

Os resultados da ANOVA, do teste de Tukey 5 % e a categorização pela classificação de Korsten e Jager (1995) estão compilados na Tabela 1.

Tabela 1 – Percentual de inibição do crescimento dos tratamentos em relação aos grupos controle (ANOVA e teste Tukey).

Tratamento	FSSC			FIESC		
	FSSC	FSSC-LPPC301	FSSC-FVE23	FIESC	FIESC-LPPC301	FIESC-FVE23
Inibição(%)	0,00a	40,23bc	53,00c	0,00a	16,39ab	38,60b
Korsten e Jager (1995)	0	2	3	0	1	2

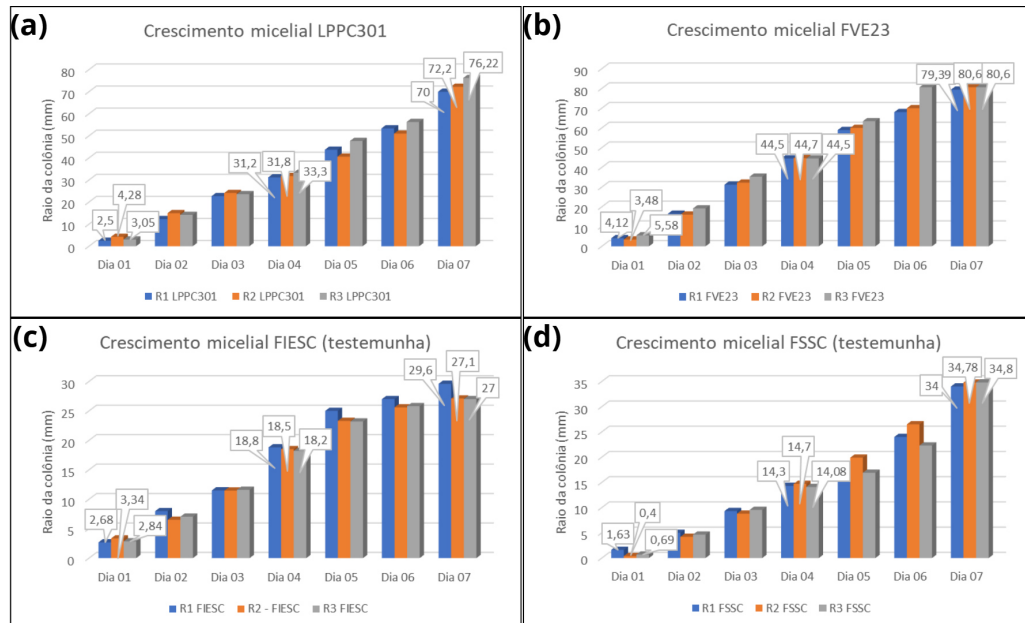
Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada grupo controle, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).
Fonte: Autor (2026).

Mesmo que alguns isolados, como o FIESC e o FIESC-LPPC301, sejam estatisticamente iguais, pela classificação de Korsten e Jager (1995) eles pertencem a diferentes grupo, sendo que por esse parâmetro, pode-se concluir que os tratamentos FSSC-LPPC301, FSSC-FVE23, FIESC-LPPC301 e FIESC-FVE23 apresentaram controle biológico eficaz pelo antagonista. Sendo que, o que demonstrou maior potencial antagônico foi o tratamento FSSC-FVE23.

Importante notar que a escala de Korsten e Jager (1995) reforça o que foi observado acima sobre o indicativo de resistência do FIES em comparação ao FSSC, no qual o FIESC, por apresentar parâmetro menores, indica uma menor reação ao antagonismo dos isolados quando teve contato com os mecanismos de controle do LPPC301 e do FVE23. Já o FSSC, por ser classificado em escalas maiores, reforça a sua menor resistência ao antagonismo protagonizado pelos isolados de *Trichoderma*.

Utilizando a metodologia de Bell *et al.* (1982), foi possível obter o gráfico de crescimento micelial das testemunhas, representadas pelas figuras 13.

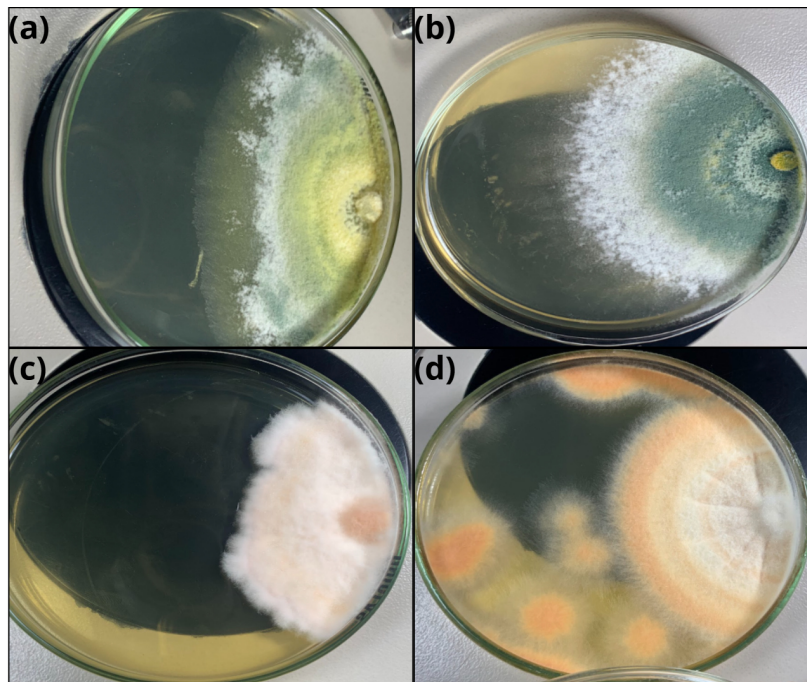
Figura 13 – Gráfico do crescimento micelial das testemunhas



Fonte: Autor (2026). (a) LPPC301; (b) FVE23 ;(c) FIESC; (d) FSSC.

Para a observação dos isolados de FSSC, FIESC, FVE23 e LPPC301, foi utilizado um disco micelial em meio BDA para crescimento pleno do fungo em ambiente controlado.

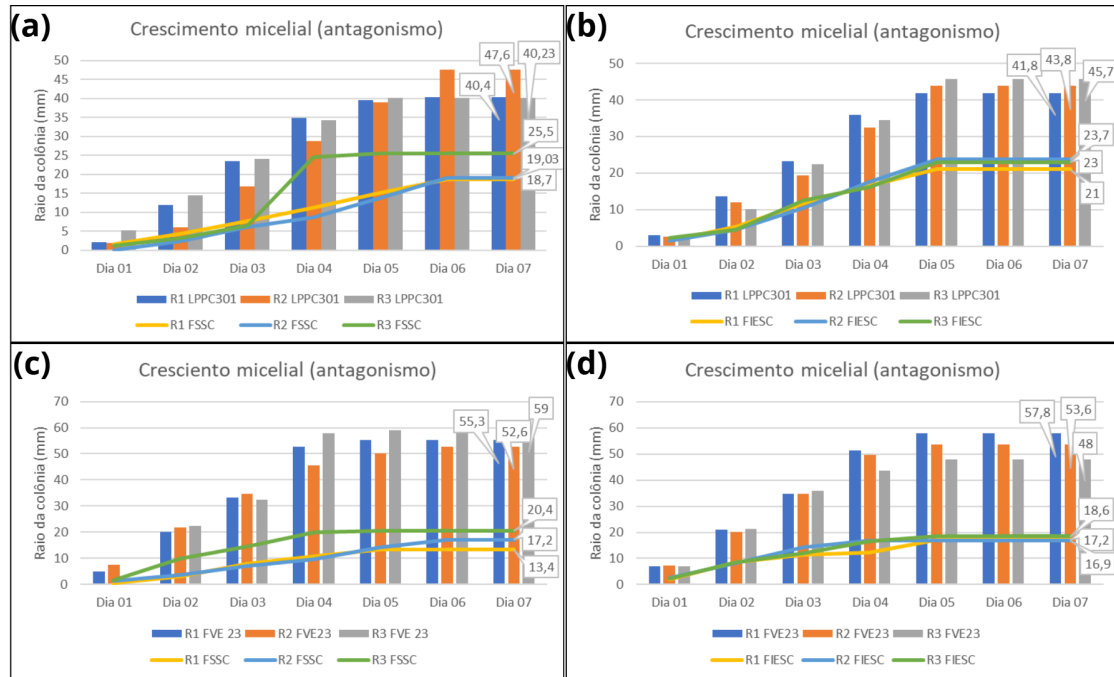
Figura 14 – Crescimento dos isolados em Placa de Petri.



Fonte: Autor (2026). (a) LPPC301; (b) FVE23 ;(c) FIESC; (d) FSSC.

O crescimento fúngico em cada placa que foi utilizado o antagonista, em ação com o patógeno, pode ser observado nas figuras 15.

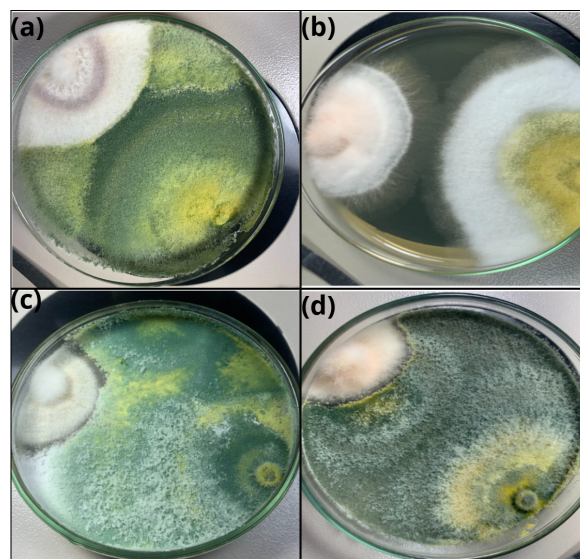
Figura 15 – Gráfico do crescimento micelial com antagonismo.



Fonte: Autor (2026). (a) FSSC-LPPC301; (b) FIESC-LPPC301 ;(c) FSSC-FVE23; (d) FIESC-FVE23.

Representação do crescimento fúngico em ação antagonista de isolados *trichoderma* aos isolados de FSSC e FIESC.

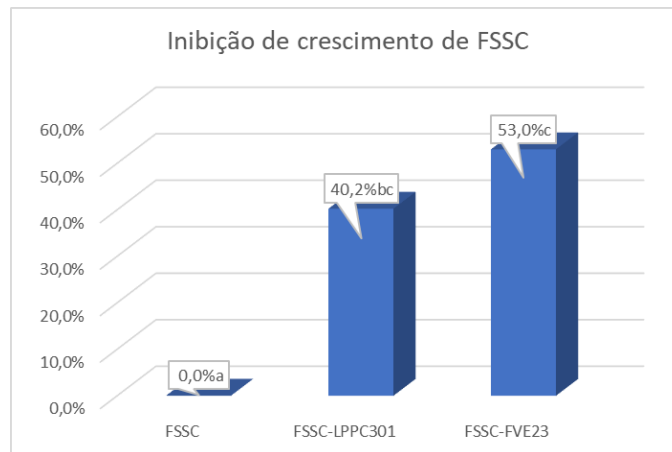
Figura 16 – Crescimento micelial com antagonismo em Placa de Petri.



Fonte: Autor (2026). (a) FSSC-LPPC301; (b) FIESC-LPPC301 ;(c) FSSC-FVE23; (d) FIESC-FVE23.

Após o crescimento, foram realizados testes estatísticos de verossimilhança, para saber se a mudança no crescimento micelial dos fungos patogênicos foi significativa, utilizando o teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados obtidos são observados nas figuras 14 e 15. Apresentando as diferenças entre os antagonistas fúngicos, quanto a capacidade para inibir o crescimento micelial de FIESC e FSSC quando comparado à testemunha.

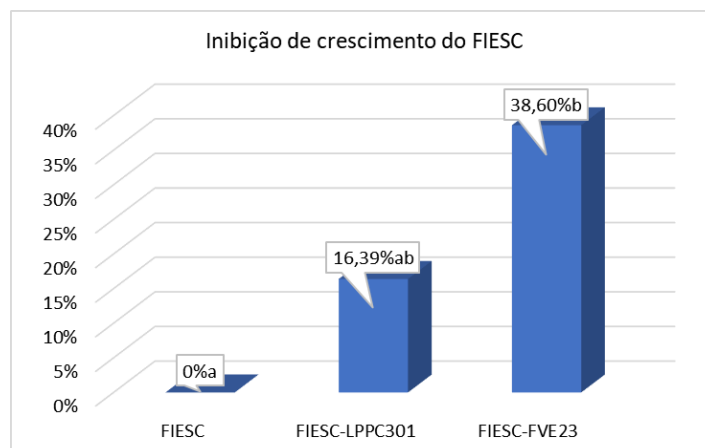
Figura 17 – Gráfico do crescimento micelial do FSSC com diferentes antagonistas



Fonte: Autor (2026)

Para o FSSC, quando colocado na placa com o LPPC301, apresentou um menor crescimento, assim como quando aplicado com o FVE23, ambos sendo estatisticamente iguais, mas se diferenciando do crescimento observado na placa de FSSC isolada, que representa 0% de inibição. Assim como evidenciado por Azevedo (2020), onde o *trichoderma sp.* foi eficaz em controlar o crescimento do *fusarium sp.*.

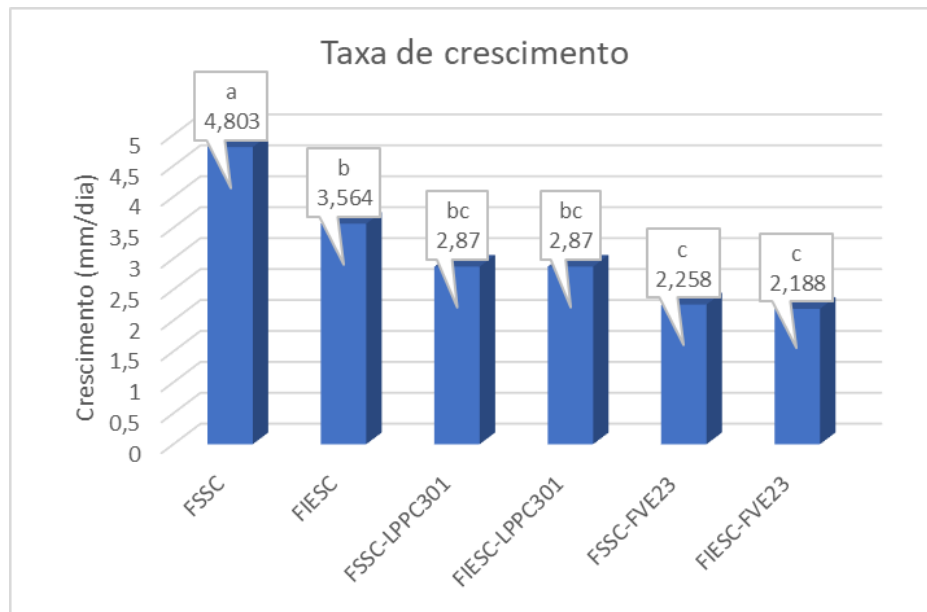
Figura 18 – Gráfico do crescimento micelial do FIESC com diferentes antagonistas



Fonte: Autor (2026)

Já para o FIESC, ambos os tratamentos com *Trichoderma* foram significativamente iguais, e apresentaram menor crescimento micelial que o testemunha. No entanto, o crescimento do tratamento com o LPPC301 é significativamente igual ao seu crescimento sem tratamento, indicando que para o FIESC, o FVE23 foi mais eficiente em inibir o patógeno.

Figura 19 – Gráfico da taxa de crescimento micelial médio dos diferentes tratamentos com antagonismo



Fonte: Autor (2026)

Realizando a verificação estatística referente ao Crescimento micelial por dia de todos os conjuntos estudados, observa-se que a testemunha FSSC apresentou maior crescimento micelial que a testemunha FIESC, quando comparados isoladamente. Mas assim que foram adicionados os isolados LPPC301 e FVE23, o seu crescimento micelial se equiparou estatisticamente ao do FIESC submetido às mesmas condições. Esse resultado sugere que o FIESC apresenta uma maior resistência ao antagonismo realizado pelos mecanismos de controle do LPPC301 e FVE23 quando comparado com o FSSC. Assim como descrito por Azevedo (2020), possibilitando afirmar que isolados de trichoderma são eficazes para o controle de mais de um Complexo de espécies do gênero de *Fusarium*.

7. CONCLUSÃO

A partir do teste de sanidade foram observados 3 gêneros de fungos em associação com as sementes de melão analisadas: *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium*.

Evidenciou-se a identificação e preservação dos isolados do Complexo de espécies *Fusarium solani* (FSSC) em sementes de melão do amarelo com desinfestação e Complexo de espécies *Fusarium incarnatum-equiseti* (FIESC) em sementes de melão sem desinfestação do dilo.

Por fim, confirmou-se a eficiência de controle em isolados de *Fusarium* mediante a ação antagonista de isolados de *Trichoderma* sp., em que foi constatado controle mais efetivo do isolado FVE 23.

REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS – Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. Painéis de Produção. [s.d.]. Disponível em: <https://abrafrutas.org/paineisde-producao/>. Acesso em: 18 jun. 2025.
- AFZALINIA, S., MEHRABI-KOUSHKI, M. & Farokhinejad, R. Two new species of *Fusarium* in the *F. incarnatum-equiseti* species complex from *Oryza sativa* in Iran. *Antonie van Leeuwenhoek* 118, 5 (2025). <https://doi.org/10.1007/s10482-024-02019-y>
- AGRISTAR. Melão Amarelo Híbrido Goldex F1. Disponível em: <https://agristar.com.br/topseed-premium/melao-amarelo-hibrido/goldex-fl/2453422/>. Acesso em: 7 jan. 2026.
- ALMEIDA, B. DE H. *et al.* Evaluation of fungicides and *Trichoderma* spp. for controlling soil-borne fungal pathogens in melon crops. **Revista Caatinga**, v. 37, 2024.
- ARAÚJO, M. B. M. *et al.* *Fusarium* rot of melon is caused by several *Fusarium* species. **Plant Pathology**, v. 70, n. 3, p. 712-721, 2021.
- ASIMAH, V.K.; Dzah, C.S.; Asante-Donyinah, D.; Adzinyo, O. Effects of Creaming Method and Flour Formulation on Acceptability and Proximate Characteristics of Cake from Corn, Wheat and Soya Bean Composite Flour. **Food Sci. Qual. Manag.** 2016, 53, 7–14.
- AZEVEDO, *et al.* (2020). Antagonistic effect of *Trichoderma* isolates and its metabolites against *Fusarium solani* and *F. oxysporum* in chickpea. *Brazilian Journal of Development*. 6. 36344-36361. 10.34117/bjdv6n6-251.
- BARBIERI, Rosa L.; CARVALHO, Fernando I. F. de. Pelotas: Departamento de Fitotecnia, FAEM/UFPEL, 2001.
- BARNETT, H. L. & HUNTER, B. B. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1972. 241 p.
- BELING, R. R. (ed.). *Melão. Anuário brasileiro de horti & fruti*, Santa Cruz do Sul, p. 45, 2022. Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2022/>. Acesso em: 2 maio 2022.
- BELL, D. K.; WELLS, H. D.; MARKHAM, C. R. In vitro antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. *Phytopathology*, Lancaster, 72: 379 - 82, 1982.
- BENTO, E. A.; SOUZA, V. M. G.; SANTOS SILVA, J. L.; QUEIROZ AMBRÓSIO, M. M. Efeito de bactérias isoladas do solo sobre espécies de *Fusarium* oriundas do melão. *Revista Eletrônica do Seminário de Iniciação Científica da UFERSA*, v. 30, n. 1, 2024, 2024.
- BORO, M., Sannyasi, S., Chettri, D. *et al.* Microorganismos em estratégias de controle biológico para o manejo de patógenos microbianos de plantas: uma revisão. **Arch Microbiol.** 204 , 666 (2022).

BOUGHALLEB, N.; EL MAHJOUB, M. *In vitro* determination of *Fusarium* spp. infection on watermelon seeds and their localization. **Plant Pathology Journal**, v. 5, p. 178–182, 2006.

BRITO, E. S. Avaliação da capacidade antioxidante de variedades de melão (*Cucumis melo* L.) comercializadas no Brasil e determinação do teor de glutathiona reduzida (GSH). 2017. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

CAMPOS, Ângela Diniz; HAMPE, Magdolna Maria Vozari; FERREIRA, Alfredo Gui; ANTUNES, Irajá Ferreira; CASTRO, Luis Antônio Suita de. Indução de resistência sistêmica à antracnose em feijoeiro-comum pela raça delta avirulenta de *Colletotrichum lindemuthianum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 15-21, jan. 2009.

COCK, M. J.; VAN LENTEREN, J. C.; BRODEUR, J.; BARRATT, B. I.; BIGLER, F.; BOLCKMANS, K.; CÔNSOLI, F. L.; HAAS, F.; MASON, P. G.; PARRA, J. Os novos procedimentos de acesso e repartição de benefícios previstos na Convenção sobre Diversidade Biológica ameaçam o futuro do controle biológico? **Biocontrol**, v. 55, n. 2, p. 199–218, 2010.

COSTA, N. D. (ed.); SALVIANO, A. M. (ed.). **A cultura do melão**. 3. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 202 p. il. color. (Coleção Plantar, 76). ISBN 978-85-7035-665-9.

COSTA, N. D.; YURI, J. E.; GIONGO, V.; ANGELOTTI, F. 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.

CRISTOVAM; FERNANDES, Caio Nascimento; AMORIM, Deucleiton Jardim; SCHMILDT, Edilson Romais; ARANTES, Lúcio de Oliveira; DIAS, Carla da Silva (org.). . 1. ed. São José dos Pinhais: **Brazilian Journals Editora**, 2025.

DEMARTELAERE, A. C. F.; PRESTON, H. A. F.; PRESTON, W.; COSTA, W. P. L. B.; MATA, T. C.; NICOLINI, C.; SOUZA, J. B.; PAIVA, L. L.; MEDEIROS, D. C.; CAMPOS, F. M. A.; SILVA, T. P. P.; SILVA, E. S.; CANDIDO, D.; LIMA, F. R. A.; MEDEIROS, M. L. S.; FERREIRA, A. S.; BEZERRA, J. A. M.; NETO, D. F. S.; SILVA, S. I. S. Métodos biológico e alternativo no controle da mancha aquosa no meloeiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n.1, p.4979–5003,2021.

HENNING, A. D. Patologia de sementes. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1994. 43 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/>>. doc/459850. Acesso em: 15 jan. 2026.

ETHUR, Luciana Zago; ROCHA, Edileusa Kersting da; MILANESI, Paola; MUNIZ, Marlove Fátima Brião; BLUME, Elena. Sanidade de sementes e emergência de plântulas de nabo forrageiro, aveia preta e centeio submetidas a tratamentos com bioprotetor e fungicida. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 17-34, 2006.

EVANGELISTA, L. F. B.; ALMEIDA, B. H.; LUZ, K. S. S.; SOUZA, D. C. S.; FILHO, J. B. P.; SOUZA, P. A. Controles alternativos no manejo da podridão por *Fusarium* sp. em

pós-colheita do melão: uma revisão. Research, **Society and Development**, v. 11, n. 9, e34811931940, 2022.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. Disponível em: <https://www.fao.org/home/en>. Acesso em: 14 jan. 2026.

FERREYRA-SUAREZ, Dante; GARCÍA-DEPRAECT, Octavio; CASTRO-MUÑOZ, Roberto. A review on fungal-based biopesticides and biofertilizers production. **Ecotoxicology And Environmental Safety**, [S.L.], v. 283, p. 116945, set. 2024. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116945>.

FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. Cultura do melão. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). Olericultura: teoria e prática. Viçosa: UFV, 2005. Cap. 26. p. 407-428.

FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. Cultura do melão. In: FONTES, P. C. R.; NICK, C. Olericultura teoria e prática. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, DAA, 2021. 614 p.

GAWAI, D. Role of fungi as biocontrol agents for the control of plant diseases in sustainable agriculture. In: Fungi and their role in sustainable development: current perspectives. Berlin: **Springer**, 2018. p. 283–291.

GERLACH, W.; NIRENBERG, H. The genus *Fusarium* – a pictorial atlas. Berlin: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (Berlin–Dahlem), n. 209, p. 1–405, 1982. (Inclui espécies como *F. anthophilum*, *F. camptoceras*, *F. equiseti*, *F. heterosporum*, *F. lactis*, *F. oxysporum*, *F. poae*, *F. proliferatum*, *F. redolens*, *F. sporotrichioides*, *F. sacchari*, *F. sambucinum*, *F. scirpi*, *F. semitectum*, *F. solani*, *F. subglutinans*, *F. succisae*, *F. tricinctum*, *F. udum* e *F. verticillioides*).

GUZMÁN-GUZMÁN, Paulina; KUMAR, Ajay; SANTOS-VILLALOBOS, Sergio de Los; PARRA-COTA, Fannie I.; OROZCO-MOSQUEDA, Ma. del Carmen; FADIJI, Ayomide Emmanuel; HYDER, Sajjad; BABALOLA, Olubukola Oluranti; SANTOYO, Gustavo. Trichoderma Species: our best fungal allies in the biocontrol of plant diseases: a review. **Plants**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 432, 17 jan. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/plants12030432>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Melão: Ceará. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/melao/ce>. Acesso em: 12 jan. 2026.

ISTA (INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION). Internacional rules for seed testing; Proceedings of the International Seed Testing Association, 31: 1 - 152, 1966.

JUNIOR, R. D. L.; ZAMPIERI, D. S.; ZOCCOLO, G. L. Diferenciação de espécies crípticas de fungos do gênero *Fusarium* causadores de podridão do pedúnculo do melão (*Cucumis melo* L.): uma abordagem em fingerprinting lipídico via *ESI-QTOF-MS*. 2020. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/79202/3/2020_dis_rdlmajunior.pdf. Acesso em: 28 dez. 2025.

KIRKBRIDE JUNIOR, J. H. Biosystematics monograph of the genus *Cucumis* (Cucurbitaceae): botanical identification of cucumbers and melons. North Carolina: Parkway, 1993. 159 p.

KÖHL, J.; KOLNAAR, R.; WILLEM, R. Modo de ação de agentes de controle biológico microbiano contra doenças de plantas: relevância além da eficácia. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 845, 2019.

KORSTEN, L.; DE JAGER, E. S. Mode of action of *Bacillus subtilis* for control of avocado postharvest pathogens. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, v. 18, p. 124–130, 1995.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. *The Fusarium laboratory manual*. London: Blackwell, 2006. 400p

LE SKIDMORE, A. M.; DICKINSON, C. H. Colony interactions and hyphal interference between *Septoria nodorum* and phylloplane fungi. *Transactions of the British Mycological Society*, v. 66, n. 1, p. 57–64, 1976. LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. *The Fusarium laboratory manual*. Ames: **Blackwell Publishing**, 2006.

LIMA, C. S.; PFENNIG, L.H.; MICHEREFF, S.J. Tropical Fusarium Workshop. in: UFRPE, P.D.P-G, 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, 2021.

LOUZADA, G. A. S.; CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; LOBO JÚNIOR, M.; MARTINS, I.; BRAÚNA, L. M. Antagonist potential of *Trichoderma* spp. from distinct agricultural ecosystems against *Sclerotinia sclerotiorum* and *Fusarium solani*. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 145–149, 2009.

MACHADO, J.C. *Patologia de sementes: fundamentos e aplicações*. Brasília: MEC, 1988. 107p.

MANCINI, V.; Murolo, S.; Romanazzi, G. Métodos de diagnóstico para detecção de patógenos fúngicos em sementes de hortaliças. **Plant Pathol.** 2016 , 65 , 691–703.

MANTOVANI, Felipe Vilmor (2023). Artigo (Especialização em Fitossanidade) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Cascavel, 2023.

MCGRATH, M. T., 2020. Managing Pathogens Inside Seed with Hot Water. Disponível em: <https://www.vegetables.cornell.edu/pest-management/disease-factsheets/managing-pathogens-inside-seed-with-hot-water/#:~:text=downy%20mildew%20of%20basil%20in,get%20in%20t%20these%20pathogens>. Acesso em: 02 de janeiro de 2026.

MEKONNEN GEBEYAW. Review on: Impact of Seed-Borne Pathogens on Seed Quality. **American Journal of Plant Biology**. Vol. 5, No. 4, 2020, pp. 77-81. doi: 10.11648/j.ajpb.20200504.11

MUKHOPADHYAY, R.; KUMAR, D. *Trichoderma*: um agente antifúngico benéfico e perspectivas sobre seu mecanismo de potencial de biocontrole. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 30, n. 1, p. 1–8, 2020.

MÜLLER, Juceli. . 2013. 102 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2013.

MUNIZ, M. F. B.; GONÇALVES, N.; GARCIA, D. C., 2004. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de melão (*Cucumis melo*)

NÓBREGA, J. S. & Nascimento, L. C. do. Sanidade de sementes e sua influência no controle de fitopatógenos. **Research, Society and Development**. 2020; 9(1): 1-20. doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8101>

NOGUEIRA, G. A.; CONRADO, V. S. C.; FREIRES, A. L. A.; SOUZA, J. J. F.; FIGUEIREDO, F. R. A.; BARROSO, K. A.; ARAËJO, M. B. M.; NASCIMENTO, L. V.; LIMA, J. S. S.; BEZERRA NETO, F.. Aggressivity of Different *Fusarium* Species Causing Fruit Rot in Melons in Brazil. **Plant Disease**, [S.L.], v. 107, n. 3, p. 886-892, 1 mar. 2023. Scientific Societies. <http://dx.doi.org/10.1094/pdis-04-22-0728-sr>.

OLIVEIRA, F. I. C.; NUNES, A. C.; SILVA, F. D.; SILVA, G. T. M. A. ARANGÃO, F. A. S. A 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, 2017a.

OLIVEIRA, V. S.; FERREIRA, L. S.; MARCHIORI, J. J. P.; DOUSSEAU-ARANTES, S.; VARGENS, F. N.; FERREIRA, T. C.; FERNANDES, C. N.; AMORIM, D. J.; SCHMILDT, E. R.; ARANTES, L. O.; DIAS, C. S. (org.). . 1. ed. São José dos Pinhais: **Brazilian Journals Editora**, 2025.

PARISI, J. J. D., Santos, A. F., Barbedo, C. J. & Medina, P. F. Patologia de sementes florestais: danos, detecção e controle, uma revisão. **Summa Phytopathologica**. 2019; 45(2): 129-133. doi: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/188545>

PEST MANAGEMENT HANDBOOK. Cucumber (*Cucumis sativus*)-*Fusarium* Wilt. Disponível em: <https://pnwhandbooks.org/plantdisease/host-disease/cucumber-cucumis-sativus-fusarium-wilt#:~:text=,just%20under%20the%20seed%20coat> . Acesso em: 2 de janeiro de 2026.

PINTO, F. M.; MARIANO, R. L. R.; SANTOS, E. A.; OLIVEIRA, G. C.; CARDOSO, J. E. Recomendações para o controle das principais doenças que afetam a cultura do melão na Região Nordeste. Fortaleza, CE: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2001. 12 p. (Circular Técnica, 12). ISSN 1676-6601.

RAIMUNDI, M. K.. Fitopatologia aplicada. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019. 208 p.

RESENDE, M. L.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; PINHO, R. G. V.; VIEIRA, A. R. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 793-798, jul./ago. 2004.

SANTOS, U. R.; SANTOS, J. Lima dos. Lessons from the field: trichoderma in agriculture and human health. **Canadian Journal Of Microbiology**, [S.L.], v. 71, p. 1-15, 1 jan. 2025. Canadian Science Publishing. <http://dx.doi.org/10.1139/cjm-2024-0227>.

SILVA, M. F.; ASSUNÇÃO, C. T.; SANTOS, N. E.; DAMIÃO, V.H.B.; CONDÉ, S. A.; NASCIMENTO, H. R.; ROSMANINHO, L.B.C.; MOURA, L. O. Propagação e produção de mudas de plantas hortícolas. In: MELO, J. O. F. (Org.). Ciências agrárias: limites e potencialidades em pesquisa. Guarujá-SP: **Científica Digital**, 2023a. 73-83p.

SILVA, T. P. P. Influência do extrato de *Crassiphycus birdiae* na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de gergelim. **Brazilian Journal of Development**. 2021; 7(3): 28250-28269. doi: 10.34117/bjdv7n3-510

STEINKELLNER, S.; MAMMERLER, R.; VIERHEILIG, H. Microconidia germination of the tomato pathogen *Fusariumoxysporum* in the presence of root exudates. **Journal of Plant Interactions**, March 2005; 1: p23-30.

STENBERG, J. A., Sundh, I., Becher, P. G. *et al.* Quando se trata de controle biológico? Uma estrutura de definições, mecanismos e classificações. *J Pest Sci* 94 , 665–676 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01354-7>.

SUBRAMANIAN, C. V. Hyphomycetes: an account of Indian species, except *Cercosporae*. New Delhi: **Indian Council of Agricultural Research**, 1971.

TERAO, Daniel; VIANA, F. M. P.; AZEVEDO, F. R. e; AMORIM, S. G.. Manejo integrado de doenças do meloeiro. In: *Proteção integrada da planta*. [S. l.: s. n.], [2007]. cap. 18, p. 207–225.

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

TERCEIRO NETO, C. P. C. *et al.* Irrigation Management Strategies with Brackish Water in Production and Post-harvest Quality of “Toad Skin” Melon. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 232, n. 6, p. 231, 2021.

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J. Doenças fúngicas. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S.; GOTO, R. Hortaliças-fruto. Maringá: EDUEM, 2018, 271-313 pp.

VAN ECK, W. H.; SCHIPPERS, B. Ultrastructure of developing chlamydospores of *Fusarium solani* f. *cucurbitae* in vitro. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 8, p. 1–6, 1976.

VAN ECK, W. H. Ultrastructure of forming and dormant chlamydospores of *Fusarium solani* in soil. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 22, p. 1634–1642, 1976.

VAN LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KÖHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Controle biológico utilizando invertebrados e microrganismos: muitas novas oportunidades. **Biocontrol**, v. 63, n. 1, p. 39–59, 2018.

VIANA, F. M. P., 2001. Recomendações para o Controle das Principais Doenças que Afetam a Cultura do Melão na Região Nordeste. Disponível: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/425112/1/ct12.pdf#:~:text=raízes%20e%20colo%20e%20a,pode%20sobreviver%20por%20até%20três>. Acesso em: 03 de janeiro de 2026.

ZHANG, G.; LI, Z.; LIU, L.; XIANG, Q.. Road to valorisation of melon seeds (*Cucumis melo* L.): a comprehensive review of nutritional profiles, biological activities, and food applications. **Sustainable Food Technology**, [S.L.], v. 2, n. 5, p. 1166-1182, 2024. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/d4fb00119b>.

ZHAO, G.; LIAN, Q.; ZHANG, Z.; FU, Q.; HE, Y.; MA, S.; HUANG, S. A comprehensive genome variation map of melon identifies multiple domestication events and loci influencing agronomic traits. **Nature Genetics**, v. 51, n. 11, p. 1607-1615, 2019.

ZIN, N. A.; BADALUDDIN, N. Funções biológicas de *Trichoderma* spp. para aplicações agrícolas. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 65, n. 2, p. 168–178, 2020.

ZITTER, T. A.; HOPKINS, D. L.; THOMAS, C. E. Compendium of cucurbit diseases. **Saint Paul: APS Press**, 1996. 87 p.