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

PEDRO SIDARQUE LIMA PINTO

ADAPTABILIDADE DE *Cladosporium* spp. E SENSIBILIDADE A PRODUTOS À BASE DE COBRE

MOSSORÓ
2025

PEDRO SIDARQUE LIMA PINTO

ADAPTABILIDADE DE *Cladosporium* spp. E SENSIBILIDADE A PRODUTOS À BASE DE COBRE

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

Linha de Pesquisa: Fitopatologia

Orientador: Rui Sales Júnior, Prof. Dr.

Co-orientador: Andréia Mitsa Paiva Negreiros, Profª. Dra.

MOSSORÓ

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

L659a Lima Pinto, Pedro Sidarque.
Adaptabilidade de Cladosporium spp. e sensibilidade a produtos à base de cobre / Pedro Sidarque Lima Pinto. - 2025.
43 f. : il.

Orientador: Rui Sales Junior.
Coorientadora: Andréia Mitsa Paiva Negreiros.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2025.

1. Cucurbitáceas. 2. fitopatologia. 3. sarna. 4. melão. I. Sales Junior, Rui, orient. II. Paiva Negreiros, Andréia Mitsa , co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automáto em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

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

PEDRO SIDARQUE LIMA PINTO

ADAPTABILIDADE DE *Cladosporium* spp. E SENSIBILIDADE A PRODUTOS À BASE DE COBRE

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

Linha de Pesquisa: Fitopatologia

Defendida em: _29_ / __07_ / _2025_.

BANCA EXAMINADORA

_____
Rui Sales Junior, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

_____
Andréia Mitsa Paiva Negreiros, Prof.ª Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

_____
Ismaele Breckenfeld da Costa, Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

_____
Márcia Michelle de Queiróz Ambrósio, Prof.ª Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

_____
Hailson Alves Ferreira, Prof. Dr. (UFRN)
Membro Examinador

À minha família. Por todo cuidado e carinho,
que me fizeram chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a mim, porque eu não desisti. Por ter tido forças para aguentar as situações e permanecido até o fim.

Agradeço a minha mãe Geruza e minha avó Francisca, por serem meus pilares e sempre me apoiarem.

Agradeço a todo o pessoal do Laboratório de Fitopatologia II da UFERSA, em especial Allinny Luzia, Sabrina Queiroz, Dariane Viana, Carla Sonale, Fernanda Santos e Naama Melo, por terem me ajudado em todo o experimento e deixado os dias no laboratório mais alegres.

Aos meus amigos pessoais Gilsivan Sales, Sarah Sanny, Daise Rocha e Erica Larissa que sempre se fizeram presentes, tornando essa trajetória mais leve.

Agradeço ao comitê de orientação, o Prof. Dr. Rui Sales Júnior e a coorientadora Dra. Andréia Mitsa Paiva Negreiros, por todas as ideias, orientações, conversas, paciência e ensinamentos.

Agradeço a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), ao programa de Pós Graduação em Fitotecnia e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado, assim como o material e local necessário para que tudo pudesse acontecer.

Agradeço, por fim, a todas as pessoas, órgãos e fomentos não citados aqui, mas que contribuíram tanto direta como indiretamente para que essa pesquisa pudesse ser realizada.

Agonia, êxtase, paz. Cada passagem tem sua própria beleza.

Karthus – League of Legends

RESUMO

O Nordeste brasileiro é um dos maiores produtores de melão (*Cucumis melo* L.) do País. A prática do monocultivo, associado ao manejo inadequado de tecnologias, tem contribuído para o aumento na incidência e severidade de doenças nas áreas de cultivo. Estudos recentes identificaram a ocorrência de manchas foliares e lesões necróticas em frutos de cucurbitáceas (melão, melancia e abóbora) associadas à infecção causada pelo fungo *Cladosporium tenuissimum*. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar os componentes de adaptabilidade de isolados de *Cladosporium* spp., avaliando diferentes níveis de temperatura, pH e salinidade, além da sensibilidade a diferentes produtos agrícolas à base de cobre. O experimento foi conduzido no laboratório de Fitopatologia II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Foram analisados 19 isolados de *Cladosporium* spp. Para os componentes de adaptabilidade foram avaliados: temperatura, pH, salinidade e a sensibilidade aos produtos à base de cobre. Os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições por tratamento. Os ensaios foram repetidos. Para isso, discos de micélio de 6 mm de diâmetro, obtidos com quatorze dias de crescimento em meio batata-dextrose-ágar BDA, no escuro, foram depositados em placas de Petri e submetidos a diferentes condições experimentais: temperaturas de 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C; pH 5, 6, 7, 8 e 9; concentrações de cloreto de sódio (NaCl) de 0, 250, 500, 750 e 1000 mM; e cinco produtos cúpricos (500 mL/ha para Copper Crop®, 200 g/100 L para Kocide 538 WG®, 1,8 kg/ha para Redsheld® 750, 200 mL/ 100 L para Supera® e 1 L/400 L para Difere®). Os resultados revelaram ampla variabilidade de resposta dos isolados frente aos componentes de adaptabilidade. A temperatura ótima para crescimento micelial dos isolados avaliados variou entre 19,28 e 24,85 °C. As concentrações de NaCl reduziram significativamente o crescimento de todos os isolados *in vitro*. Para a concentração a 250 mM, o crescimento dos isolados variou de 1,39 (CLAD 3) a 2,38 mm dia^{-1} (CML09); na concentração de 500 mM a variação foi de 1,23 (CLAD 3) a 2,27 mm dia^{-1} (CML11); em 750 mM, o crescimento variou de 1,12 (CLAD 3) a 2,07 mm dia^{-1} (CML11); e na concentração de 1.000 mM o crescimento variou de 1,05 (CMX04) a 1,91 mm dia^{-1} (CLAD). No entanto, nenhuma das concentrações foi capaz de inibir completamente o crescimento dos isolados. No pH 5, o crescimento variou de 1,66 (CML07) a 2,99 mm dia^{-1} (CML09); para o pH 6 a variação de crescimento foi de 1,24 (CML07) a 2,84 mm dia^{-1} (CML09); já no pH 7 o menor crescimento foi de 1,24 (CML07) e o maior em 2,62 mm dia^{-1}

(CMX01); para o pH 8 o crescimento variou de 1,07 (CML07) a 2,64 mm dia^{-1} (CMX03); e no pH 9 o crescimento variou de 1,17 (CML07) a 2,58 mm dia^{-1} (CMX03). Os produtos Supera®, Redshield® 750, Kocide 538 WDG® e Difere® apresentaram os maiores valores de porcentagem de inibição de crescimento (PIC) para a maioria dos isolados, destacando-se estatisticamente em relação ao Copper Crop®. O Redshield® 750 foi mais eficaz para os isolados CML11, CLAD 3 e CLAD 4, enquanto Redshield® 750 e Difere® se destacaram nos isolados CLAD e CLAD 2. Os dados gerados neste estudo ampliam o entendimento sobre a variabilidade de *Cladosporium* spp. e oferecem novas informações para o desenvolvimento de programas de melhoramento e adoção de medidas de controle mais eficientes nas principais áreas produtoras da região.

Palavras-chave: Cucurbitáceas; fitopatologia; sarna; melão.

ABSTRACT

The Northeast region of Brazil is one of the largest producers of melons (*Cucumis melo* L.) in the country. However, the practice of monoculture combined with inadequate technological management has contributed to an increase in the incidence and severity of diseases in cultivation areas. Recent studies have identified the occurrence of leaf spots and necrotic lesions on cucurbit fruits (melon, watermelon, and pumpkin), associated with infections caused by the fungus *Cladosporium tenuissimum*. Given this context, the objective of this study was to evaluate the adaptability of *Cladosporium* spp. isolates to various environmental conditions, assessing different levels of temperature, pH, and salinity, as well as their sensitivity to copper-based agricultural products. The experiment was conducted in the Plant Pathology II Laboratory at the Federal Rural University of the Semi-Arid. Nineteen isolates of *Cladosporium* spp. were analyzed. The following adaptability factors were evaluated: temperature, pH, salinity, and sensitivity to copper-based products. The experiments followed a completely randomized design (CRD) with four replicates per treatment, and all tests were repeated. For this purpose, 6 mm diameter mycelial discs, obtained after fourteen days of growth on potato dextrose agar (PDA) medium in the dark, were placed in Petri dishes and subjected to the following experimental conditions: temperatures of 5, 10, 15, 20, 25, 30, and 35 °C; pH levels of 5, 6, 7, 8, and 9; sodium chloride (NaCl) concentrations of 0, 250, 500, 750, and 1000 mM; and five copper-based products (Copper Crop® at 500 mL/ha, Kocide 538 WG® at 200 g/100 L, Redshield® 750 at 1.8 kg/ha, Supera® at 200 mL/100 L, and Difere® at 1 L/400 L). The results revealed wide variability in the isolates' responses to the adaptability factors. The optimum temperature for mycelial growth ranged from 19.28 to 24.85 °C. Increasing NaCl concentrations significantly reduced the in vitro growth of all isolates. At 250 mM, isolate growth ranged from 1.39 mm/day (CLAD 3) to 2.38 mm/day (CML09); at 500 mM, from 1.23 mm/day (CLAD 3) to 2.27 mm/day (CML11); at 750 mM, from 1.12 mm/day (CLAD 3) to 2.07 mm/day (CML11); and at 1000 mM, from 1.05 mm/day (CMX04) to 1.91 mm/day (CLAD). However, none of the concentrations completely inhibited isolate growth. At pH 5, growth ranged from 1.66 mm/day (CML07) to 2.99 mm/day (CML09); at pH 6, from 1.24 mm/day (CML07) to 2.84 mm/day (CML09); and at pH 7, from 1.24 mm/day (CML07) to 2.62 mm/day (CMX01). At pH 8, growth ranged from 1.07 mm/day (CML07) to 2.64 mm/day (CMX03), and at pH 9, from 1.17 mm/day (CML07) to 2.58 mm/day (CMX03). The products Supera®, Redshield® 750,

Kocide 538 WG®, and Difere® showed the highest percentages of growth inhibition (PIC) for most isolates, standing out statistically in comparison to Copper Crop®. Redshield® 750 was the most effective for isolates CML11, CLAD 3, and CLAD 4, while Redshield® 750 and Difere® were most effective for isolates CLAD and CLAD 2. The results of this study enhance our understanding of the variability of *Cladosporium* spp. and provide valuable information for breeding programs and the development of more effective control strategies in the main cultivation areas of the region.

Keywords: Cucurbits; Plant Pathology; Scab; Melon.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e temperatura ótima (Tótima) para o crescimento radial diário (CRD) dos isolados de *Cladosporium* spp. y = ajustado com os valores de CRD nas temperaturas de 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C. 25
Figura 2 - Equação de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para o crescimento radial diário (CRD) dos isolados de *Cladosporium* spp. em diferentes níveis de pH. y = ajustado com os valores de CRD nos pHs de 5, 6, 7, 8 e 9. 28
Figura 3 - Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e salinidade para o CRD dos isolados de *Cladosporium* spp. y = ajustado com os valores de CRD nas concentrações de NaCl a 0, 250, 500, 750 e 1.000 mM. 31
Figura 4 - Biplot da análise de componentes principais (PCA) baseada nos dados de crescimento micelial de isolados de *Cladosporium* spp. sob diferentes condições de temperatura, pH e salinidade. 36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Isolados de Cladosporium spp. utilizados no estudo. 21
Tabela 2 - Crescimento radial médio diário (mm dia^{-1}) a 5, 10, 15, 20, 25 e 30 °C, de isolados de *Cladosporium* spp. 26
Tabela 3 - Crescimento radial médio diário (mm dia^{-1}) dos isolados de *Cladosporium* spp. nos níveis 5, 6, 7, 8 e 9 de potencial hidrogeniônico (pH). 29
Tabela 4 - Crescimento radial médio diário (mm dia^{-1}) dos isolados de *Cladosporium* spp. nos níveis 0, 250, 500, 750 e 1.000 mM de NaCl. 32
Tabela 5 - Porcentagem de Inibição de Crescimento (PIC) dos isolados de *Cladosporium* spp. sobre diferentes produtos à base de cobre. 34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Dr	Doutor
Me	Mestre
CV	Coeficiente de Variação
ha	Hectare
HCl	Ácido Hipoclorito
kg	Quilograma
L	Litro
mg	Miligrama
CRD	Crescimento Radial Diário
mm	Milímetro
NaCl	Cloreto de Sódio
PIC	Porcentagem de Inibição de Crescimento
ACP	Análise de Componentes Principais

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
%	Porcentagem
$	Cifrão
±	Mais ou menos
ºC	Graus Celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17
2 MATERIAL E MÉTODOS 20
2.1 Isolados de *Cladosporium* spp. 20
2.2 Efeito da temperatura sobre o crescimento radial diário de *Cladosporium* spp. 22
2.3 Efeito do pH sobre o crescimento radial diário de *Cladosporium* spp. 22
2.4 Efeito da salinidade sobre o crescimento radial diário de *Cladosporium* spp. 23
2.5 Sensibilidade *in vitro* de *Cladosporium* spp. a produtos à base de cobre 23
2.6 Delineamento experimental e análise estatística 24
3 RESULTADOS 24
3.1 Efeito da temperatura sobre o crescimento radial diário de *Cladosporium* spp. 24
3.2 Efeito do pH sobre o crescimento radial diário de *Cladosporium* spp. 27
3.3 Efeito da salinidade sobre o crescimento radial diário de *Cladosporium* spp. 30
3.4 Sensibilidade *in vitro* de *Cladosporium* spp. a produtos à base de cobre 33
3.5 Análise de componentes principais (ACP) 35
4 DISCUSSÃO 36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 38
REFERÊNCIAS 39

1 INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma importante cultura vegetal diploide, pertencente à família das cucurbitáceas, que junto à melancia (*Citrullus lanatus* [Thunb.] Matsum and Nakai), ao pepino (*Cucumis sativus* L.) e à abóbora (*Cucurbita* spp.), consiste em aproximadamente 120 gêneros e 850 espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais (Hora *et al*., 2018). É uma das culturas mais extensivamente cultivadas em regiões quentes (tropicais e subtropicais) pelo mundo (Daryono e Kumalawati, 2011).

Em escala comercial, a produção de melões ultrapassa 30 milhões de toneladas métricas em mais de 100 países (FAO, 2023). O mercado mundial de sementes de hortaliças, incluindo o melão, foi estimado em 8,7 bilhões de dólares em 2020, com previsão de alcançar 15,3 bilhões de dólares até 2027 (MRF, 2021). No Brasil, cerca de 862.387 toneladas de melão foram produzidas no ano de 2023, gerando renda de 1.255.050 reais. No mesmo ano, a região que deteve a maior produção no Brasil foi o Nordeste, sendo o estado do Rio Grande do Norte (RN) responsável por produzir 604.566 toneladas do fruto, gerando renda de 823.025 mil reais. Os municípios de Mossoró e Baraúna destacam-se como maiores produtores do RN, com uma renda, por produção anual, de 338.292 e 216.225 mil reais, respectivamente (IBGE, 2023).

De acordo com Oliveira *et al*. (2017), os tipos de melão mais comercializados no Brasil são: Amarelo, Pele de Sapo, Gália, Cantaloupe, Charentais e Honeydew (inodorus). O melão Amarelo é amplamente cultivado no campo devido à sua rusticidade, boa conservação pós-colheita, resistência ao transporte de longas distâncias, e armazenamento em temperatura ambiente. Com casca amarela, polpa branco-creme e formato elíptico ou ovalado, é preferido por muitos produtores e consumidores.

A combinação de fatores climáticos, como alta temperatura, baixa umidade relativa do ar e intensa luminosidade, favorece o cultivo e o desenvolvimento do meloeiro, proporcionando maior produtividade e qualidade dos frutos ao longo do ano na região Nordeste do Brasil (Guimarães; Aragão, 2019). A produção dessa cucurbitácea nas principais regiões produtoras do Brasil é marcada pelo uso de insumos de alto rendimento, sementes híbridas, irrigação frequente, *mulching*, entre outros. O cultivo é feito em monocultura, com dois ou mais ciclos repetidos no mesmo solo ao longo do ano (Souza, 2012; Figueirêdo *et al*., 2017; Lambert *et al*., 2017; Lima *et al*., 2017).

A expansão das culturas, aliada ao cultivo intensivo e contínuo sem a adoção de práticas de manejo integrado, tem contribuído para o aumento da incidência e severidade de doenças, o que pode limitar drasticamente a produção (Sales Júnior *et al*., 2019b). Os fungos são um dos principais responsáveis por perdas na produção, pois causam doenças e devastam plantações (Ferreira *et al*., 2015).

As doenças continuam sendo um dos maiores obstáculos no desenvolvimento da cultura do meloeiro, pois restringem as atividades comerciais de produção e exportação, e sua ocorrência compromete investimentos que poderiam gerar capital e empregos. Elas têm diversas origens, incluindo causas bióticas, abióticas, nutricionais e fatores ambientais. No entanto, as doenças microbianas são de maior interesse para os produtores, seja pelo seu poder destrutivo, seja pelas consequências econômicas negativas de sua presença, já que podem ser causadas por diversos patógenos, como fungos, bactérias, vírus e nematoides (Viana *et al*., 2001).

Alguns agentes são relatados como sendo causadores de doenças em meloeiro, sendo eles *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. e *Rhizoctonia solani* J.G Kühn causando podridão em partes das plantas e frutos, assim como *Cladosporium tenuissimum* Cooke, sendo relatado no Brasil como fitopatógeno, causando manchas foliares (Gomes *et al*., 2023; Porto *et al*., 2020).

O *Cladosporium* é um gênero pertencente à família Dematiaceae, do filo Ascomycota. Inicialmente esse gênero foi classificado por Link em 1815 (Li, 2013; Crous *et al*., 2007). Em relação às características morfológicas, o micélio das colônias é bem desenvolvido e ramificado, com bordas brancas. Aparece flocoso, com um centro escuro coberto por micélio branco, que gradualmente desbota para margens brancas. No centro, o micélio é escuro e elevado, contendo conídios em diversos tons de oliva, juntamente com cicatrizes claras de esporos e umbilicais (Bensch *et al*., 2012; Levetin e Dorsey, 2006).

Existem três grandes complexos de espécie, que são reconhecidos e distribuídos com base em sua morfologia, são eles o *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, *C. sphaerospermum* Penzig e *C. cladosporioides* (Fresen) de Vries (Bensch *et al*., 2018). Esses fungos têm uma distribuição cosmopolita e podem ser encontrados e isolados de diversos substratos, como plantas, outros fungos, solo, alimentos, produtos têxteis, entre outros. A maioria das espécies de *Cladosporium* é saprófita, mas também existem espécies endofíticas e parasitas de plantas (Iturrieta-González *et al*., 2021).

Os fungos do gênero *Cladosporium*, encontrados como fitoparasitas, são considerados patógenos de pós-colheita, em sua maioria atacando grãos, porém algumas espécies também são observadas em folhas e frutos. Em culturas de tomateiro, por exemplo, podem causar lesões com cloroses intensas em suas folhas (Lopes e Ávila, 2005). Outro exemplo de espécies do gênero *Cladosporium* como fitopatógeno é observado em plantas de maracujá, causando a verrugose, que afeta a comercialização dos frutos devido ao aparecimento de lesões rugosas que depreciam o produto. O agente que causa a verrugose no maracujá é o *C. herbarum*, que além das lesões causadas nos frutos, também afeta a parte aérea das plantas jovens, causando lesões nas folhas, ramos e caules, podendo levar as plantas à morte (Abdollahzadeh *et al*., 2020; Joy *et al*., 2016).

Na cultura do meloeiro, *C. cucumerinum* Ellis & Arthur é encontrado como uma espécie fitopatogênica, causadora da doença conhecida como Sarna. É observado desde o primeiro estágio das plantas até o fruto. Quando infectadas, as folhas apresentam manchas com características encharcadas, nos frutos o fungo causa a decomposição dos mesmos (Viana *et al*., 2001; Braun *et al*., 2003; Lavigne *et al*., 2013). Recentemente, Gomes *et al*. (2023) realizaram o primeiro relato, no Brasil, de *C. tenuissimum* como fitopatógeno em cucurbitáceas, sendo o meloeiro uma das culturas afetadas. Observou-se manchas necróticas moderadas e graves em folhas e frutos, que consequentemente podem provocar a diminuição da área verde foliar, reduzindo o potencial fotossintético e levando ao desfolhamento das plantas doentes (Bensch *et al*., 2012). Além da cultura do meloeiro, o *C. tenuissimum* foi relatado recentemente como causador de doenças em plantas, pela primeira vez, em pessegueiro no México (Nativitas-Lima *et al*., 2023), em cravo na China (Xie *et al*., 2022) e em morangueiro no Brasil (Santos *et al*., 2020).

Lavigne *et al*. (2013) sugerem que a melhor estratégia para o controle de fungos do gênero *Cladosporium* spp. é o controle químico, como exemplo uso de fungicidas à base de cobre.

Na agricultura, o primeiro composto antimicrobiano à base de cobre foi a calda bordalesa, que é uma mistura de sulfato de cobre pentahidratado e hidróxido de cálcio (Lamichhane *et al*., 2018). De acordo com Cha e Cooksey (1991) os compostos à base de cobre possuem uma toxicidade alta para fitopatógenos, uma baixa toxicidade para mamíferos, estabilidade química que impede de serem levados das superfícies das plantas, amplo espectro e um baixo custo quando comparados aos fungicidas que possuem outros compostos em suas formulações.

Os fungicidas cúpricos são utilizados exclusivamente como protetores, por não possuírem ação curativa ou sistêmica. Logo, o controle da doença é mais eficaz devido à redução do acúmulo

do inóculo nos tecidos foliares, causando a prevenção de infecções. Devido à sua liberação lenta de íons cobre, o cobre fixado é menos prejudicial para as plantas e possui uma atividade residual superior contra doenças em comparação com o cobre não fixado, permanecendo predominantemente insolúvel dentro das plantas para fornecer uma película protetora que libera lentamente íons de cobre tóxicos para células microbianas ao entrar em contato com água e pH baixo. A concentração de íons de cobre nas folhas depende do equilíbrio entre as formas complexas e solúveis de cobre (Menkissoglu e Lindow, 1991).

De acordo com Sommer (1931) o cobre é um micronutriente importante para organismos vivos como as plantas, atuando como cofator enzimático na respiração e proteínas de transporte de elétrons. Devido a isso, os fungicidas à base de cobre são utilizados também na agricultura orgânica, pois a utilização de fungicidas convencionais é proibida nesse sistema. Tanto na agricultura orgânica quanto na convencional, os fungicidas à base de cobre são utilizados amplamente para o manejo de doenças causadas por bactérias, assim como para uma vasta gama de fungos e oomicetos em plantas (Finckh *et al*., 2015).

Portanto, o objetivo deste estudo foi obter novas informações acerca da adaptabilidade de *Cladosporium* spp., avaliando diferentes temperaturas, pHs e salinidades, e sua sensibilidade a diferentes produtos à base de cobre.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Isolados de *Cladosporium* spp.

Dezenove isolados de *Cladosporium* spp. (Tabela 1) foram utilizados neste estudo. Doze desses isolados estão depositados na coleção fúngica do Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia I da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, sendo previamente confirmados como *C. tenuissimum* por análises moleculares (Gomes *et al*., 2023). Os demais sete isolados foram obtidos a partir de folhas de meloeiro com sintomas de manchas necróticas moderadas e severas, característicos da sarna, coletadas em fazendas comerciais localizadas nos municípios de Mossoró e Baraúna, no estado do Rio Grande do Norte (RN), Brasil.

Tabela 1 - Isolados de *Cladosporium* spp. utilizados no estudo.

Isolado	Espécie	Culturas	Localizações de coletas[1]	GenBank	
				Região ITS[2]	Região TEF1[3]
CMX01[4]	*C. tenuissimum*	Abóbora	Baraúna/RN	OP493556	OP536836
CMX02[4]	*C. tenuissimum*	Abóbora	Baraúna/RN	OP493555	OP536837
CMX03[4]	*C. tenuissimum*	Abóbora	Baraúna/RN	OP493554	OP536838
CMX04[4]	*C. tenuissimum*	Abóbora	Baraúna/RN	OP493553	OP536839
CLA05[4]	*C. tenuissimum*	Melancia	Jandaíra/RN	OP493552	OP536840
CML06[4]	*C. tenuissimum*	Melão	Jandaíra/RN	OP493551	OP536841
CML07[4]	*C. tenuissimum*	Melão	Jandaíra/RN	OP493550	OP536842
CML08[4]	*C. tenuissimum*	Melão	Jandaíra/RN	OP493549	OP536843
CML09[4]	*C. tenuissimum*	Melão	Jandaíra/RN	OP493548	OP536844
CML10[4]	*C. tenuissimum*	Melão	Jandaíra/RN	OP493547	OP536845
CML11[4]	*C. tenuissimum*	Melão	Jandaíra/RN	OP493546	OP536846
CML12[4]	*C. tenuissimum*	Melão	Jandaíra/RN	OP493545	OP536847
CLAD[5]	*Cladosporium* sp.	Melão	Mossoró/RN	-	-
CLAD 1[5]	*Cladosporium* sp.	Melão	Baraúna/RN	-	-
CLAD 2[5]	*Cladosporium* sp.	Melão	Baraúna/RN	-	-
CLAD 3[5]	*Cladosporium* sp.	Melão	Baraúna/RN	-	-
CLAD 4[5]	*Cladosporium* sp.	Melão	Baraúna/RN	-	-
CLAD 159.1[5]	*Cladosporium* sp.	Melão	Mossoró/RN	-	-
CLAD 159.2[5]	*Cladosporium* sp.	Melão	Mossoró/RN	-	-

[1] RN = Estado do Rio Grande do Norte.
[2] Sequência da região interna transcrita espaçadora (ITS) dos isolados depositados no GenBank.
[3] Sequência do fator de ligação de repetição telomérica 1 (TEF1) dos isolados depositados no GenBank.
[4] Isolados depositados na coleção fúngica do Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia I da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA.
[5] Isolados obtidos neste estudo e depositados na coleção fúngica do Laboratório de Fitopatologia II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA.

O isolamento dos isolados CLAD, CLAD 1, CLAD 2, CLAD 3, CLAD 4, CLAD 159.1 e CLAD 159.2 foi realizado no Laboratório de Fitopatologia II, utilizando o método indireto, no qual

fragmentos dos tecidos sintomáticos foram desinfetados superficialmente com álcool etílico a 70%, seguido de hipoclorito de sódio a 0,5% e posteriormente lavados em água estéril (Carollo; Filho, 2016). As colônias fúngicas crescidas nos fragmentos foram transferidas para placas de Petri contendo meio batata-dextrose-ágar (BDA). Foram realizados os cultivos monospóricos para obter culturas puras, posteriormente preservadas pelo método de Castellani (1939). Os isolados obtidos foram depositados na coleção de culturas de fungos do Laboratório de Fitopatologia II da UFERSA.

2.2 Efeito da temperatura sobre o crescimento radial diário de *Cladosporium* spp.

Os isolados foram cultivados em meio BDA para a determinação do crescimento micelial em diferentes temperaturas. Discos miceliais (6 mm de diâmetro) das bordas das culturas, com 14 dias de crescimento, foram transferidos para o centro de placas contendo BDA (um disco por placa), e em seguida, incubados em diferentes BODs nas temperaturas de 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 ± 1 °C, no escuro. Após 14 dias do repique, a medição do diâmetro das colônias foi realizada, considerando dois eixos perpendiculares, e os valores obtidos serviram de base para o cálculo do Crescimento Radial Diário (CRD).

2.3 Efeito do pH sobre o crescimento radial diário de *Cladosporium* spp.

A avaliação do efeito do pH sobre o CRD dos isolados foi realizada por meio do cultivo dos fungos em meio BDA. Discos miceliais (6 mm de diâmetro) das bordas das culturas, com 14 dias de crescimento, foram transferidos para o centro de placas contendo BDA (um disco por placa), previamente ajustados aos valores de pH 5, 6, 7, 8 e 9 por meio da adição de ácido clorídrico (HCl) 1.5 N, ou hidróxido de sódio (NaOH) 1 N. Após 14 dias do repique, a medição do diâmetro das colônias foi realizada considerando dois eixos perpendiculares, e os valores obtidos serviram de base para o cálculo do CRD.

2.4 Efeito da salinidade sobre o crescimento radial diário de *Cladosporium* spp.

A influência da salinidade sobre o crescimento micelial dos isolados *in vitro* foi avaliada em meio BDA suplementado com cloreto de sódio (NaCl) nas concentrações de 0, 250, 500, 750 e 1.000 mM (Cervantes-García *et al*., 2003). Discos miceliais (6 mm de diâmetro) das bordas das culturas com 14 dias de crescimento, foram transferidos para o centro de placas contendo BDA (um disco por placa), previamente suplementado com as respectivas concentrações de NaCl. Foram adotadas quatro repetições para cada combinação entre isolado e concentração salina.

O diâmetro médio das colônias fúngicas foi mensurado aos 14 dias, e os valores obtidos foram empregados no cálculo do CRD das colônias.

2.5 Sensibilidade *in vitro* de *Cladosporium* spp. a produtos à base de cobre

O efeito dos produtos à base de cobre sobre o crescimento micelial do *Cladosporium* spp. foi determinado *in vitro*. Os tratamentos incluíram dezenove isolados de *Cladosporium* spp. e cinco produtos comerciais à base de cobre, seguindo suas concentrações de aplicação de bula, sendo: 500 mL/ha para Copper Crop® (Hidróxido de cobre, SC, Alltech Crop Science), 200 g/100 L para Kocide 538 WDG® (Hidróxido de cobre, SC, MITSUI & CO BRASIL S.A.), 1,8 kg/ha para Redshield® 750 (Óxido cuproso, AMVAC do BRASIL 3P LTDA.), 200 mL/ 100 L para Supera® (Hidróxido de cobre, WP, Oxiquímica Agrociência LTDA.) e 1 L/400 L para Difere® (Oxicloreto de cobre, SC, Oxiquímica Agrociência LTDA.). Foi utilizado como controle o BDA sem adição de fungicidas.

Discos miceliais (6 mm de diâmetro) das bordas das culturas, com 14 dias de crescimento, foram transferidos para o centro de placas contendo BDA (um disco por placa), previamente suplementado com os respectivos produtos.

2.6 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições por combinação entre isolado, sensibilidade e adaptabilidade. O experimento foi repetido.

Os dados do CRD obtidos nos ensaios de temperatura, pH, salinidade e sensibilidade a produtos à base de cobre foram submetidos à análise de variância (ANOVA) preliminar, a fim de verificar se havia diferenças significativas entre as repetições e se os dados poderiam ser combinados. A temperatura ótima para o crescimento micelial de cada isolado foi determinada por meio do ajuste de curvas de regressão polinomial quadrática e cúbica, enquanto o pH ótimo (pH_o) foi obtido a partir do ajuste de regressão quadrática, ambos utilizando o software TableCurve 2D v. 5.01 (Systat Software, Inc.). Para a salinidade, as médias do CRD foram submetidas à análise de regressão linear, relacionando o crescimento com as concentrações de NaCl. Todos os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições por tratamento, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott–Knott, ao nível de 5% de significância, utilizando o software Sisvar v. 5.6 (Ferreira, 2011).

Foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA – *Principal Component Analysis*) utilizando o CRD dos componentes de adaptabilidade no software R (R CORE TEAM, 2022).

3 RESULTADOS

3.1 Efeito da temperatura sobre o crescimento radial diário de *Cladosporium* spp.

A regressão polinomial quadrática ($y = a + bx + cx^2$) e cúbica ($y = a + bx + cx^2 + dx^3$), selecionadas para descrever o crescimento radial de cada isolado nas diferentes temperaturas, ajustaram-se aos dados com o coeficiente de determinação (R^2) maior que 0,82, para todos os isolados (Figura 1). As temperaturas ótimas de crescimento para os isolados variaram entre 19,28 °C (CML11) e 24,85 °C (CMX04 e CLAD 159.1).

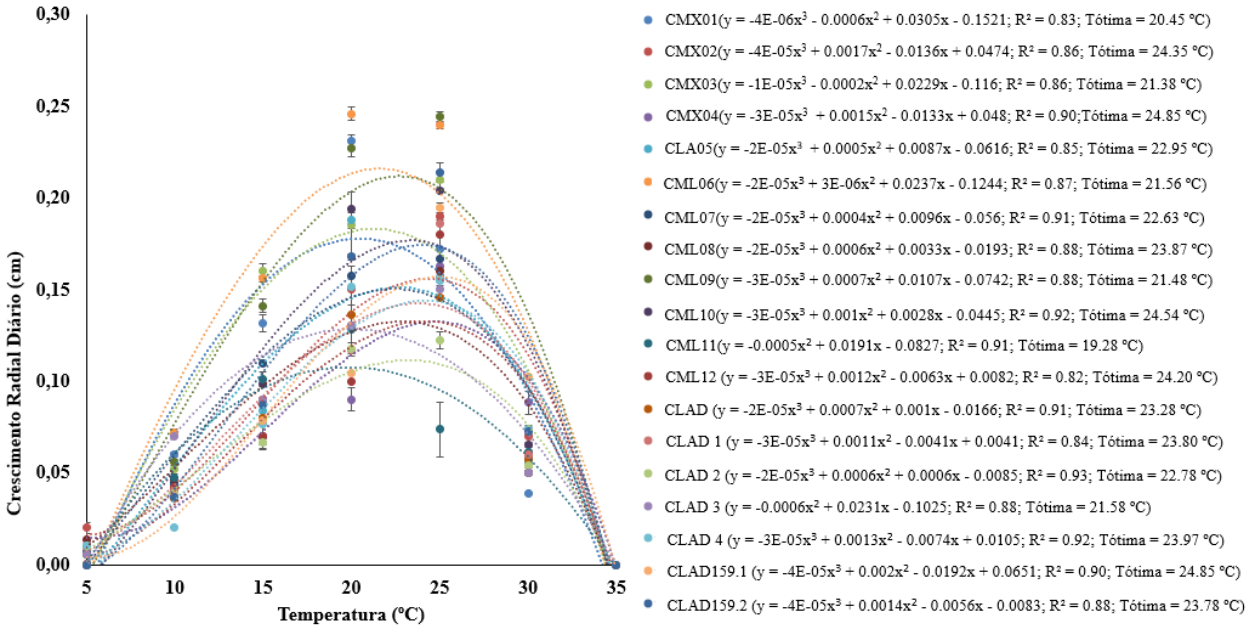


Figura 1 - Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e temperatura ótima (Tótima) para o crescimento radial diário (CRD) dos isolados de *Cladosporium* spp. y = ajustado com os valores de CRD nas temperaturas de 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 °C.

Houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) no crescimento radial diário (CRD) entre os 19 isolados de *Cladosporium* spp. cultivados em BDA, em cada temperatura, conforme apresentado na Tabela 2. O teste de Scott-Knott revelou diferentes padrões de agrupamento entre os isolados em cada temperatura, com um coeficiente de variação entre 12,58 e 24,37% (Tabela 2).

Tabela 2 - Crescimento radial médio diário (mm dia^{-1}) a 5, 10, 15, 20, 25 e 30 °C, de isolados de *Cladosporium* spp.

ISOLADOS	TEMPERATURAS					
	5 °C	**10 °C**	**15 °C**	**20 °C**	**25 °C**	**30 °C**
CMX01	0,00 e	0,60 b	1,31 b	2,31 a	1,71 b	0,40 f
CMX02	0,25 a	0,39 e	0,71 e	1,03 d	2,36 a	0,50 e
CMX03	0,09 c	0,51 c	1,60 a	1,86 b	2,31 a	0,21 g
CMX04	0,20 b	0,42 d	0,59 f	0,56 e	1,63 b	0,88 b
CLA05	0,00 e	0,40 e	0,84 e	1,88 b	1,56 b	0,56 e
CML06	0,06 d	0,72 a	1,54 a	2,45 a	2,38 a	0,60 d
CML07	0,09 c	0,43 d	1,10 c	1,58 c	1,68 b	0,61 d
CML08	0,13 c	0,46 d	0,78 e	1,09 d	1,73 b	0,38 f
CML09	0,06 d	0,56 b	1,39 b	2,28 a	2,43 a	0,74 c
CML10	0,00 e	0,38 e	0,96 d	1,95 b	2,03 a	0,66 d
CML11	0,05 d	0,47 d	1,00 d	1,29 d	0,74 d	0,68 d
CML12	0,00 e	0,41 e	0,46 f	0,61 e	2,22 a	0,14 g
CLAD	0,10 c	0,34 e	0,83 e	1,36 d	1,44 b	0,56 e
CLAD 1	0,10 c	0,39 e	0,73 e	1,18 d	1,87 b	0,36 f
CLAD 2	0,10 c	0,40 e	0,69 e	1,19 d	1,23 c	0,54 e
CLAD 3	0,08 d	0,51 c	0,75 e	1,13 d	1,60 b	0,23 g
CLAD 4	010 c	0,00 f	0,78 e	1,53 c	1,56 b	0,75 c
CLAD 159.1	0,10 c	0,38 e	0,79 e	1,05 d	1,95 a	1,03 a
CLAD 159.2	0,00 e	0,38 e	0,88 d	1,69 c	2,13 a	0,75 c
Média	0,08	0,43	0,93	1,47	1,82	0,56
CV (%)[1]	24,37	12,58	15,01	17,28	24,05	15,35

[1]CV (%) = coeficiente de variação. As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Aos 5 °C, os isolados apresentaram crescimento médio de 0,08 mm dia^{-1}, e ausência de crescimento dos isolados CMX01, CLA05, CML10, CML12 e CLA 159.2. O isolado CMX02 apresentou o maior CRD (0,25 mm dia^{-1}), diferindo estatisticamente dos demais isolados. Aos 10 °C, a média do CRD foi de 0,43 mm dia^{-1}, com variação entre 0,00 (CLAD 4) e 0,72 mm dia^{-1}

(CML06), o maior CRD, diferindo estatisticamente dos demais isolados. A 15 °C, observou-se CRD médio de 0,93 mm dia^{-1}, com variação entre 0,46 mm dia^{-1} (CML12) e 1,60 mm dia^{-1} (CMX03), com os isolados CMX03 (1,60 mm dia^{-1}) e CML06 (1,54 mm dia^{-1}) diferindo estatisticamente dos demais. Na temperatura de 20 °C, o CRD médio foi de 1,47 mm dia^{-1}, com uma variação entre 0,56 mm dia^{-1} (CMX04) e 2,45 mm dia^{-1} (CML06), sendo os isolados CMX01 (2,31 mm dia^{-1}), CML 06 (2,45 mm dia^{-1}) e CML09 (2,28 mm dia^{-1}) diferindo estatisticamente dos demais. Entretanto, a 25 °C, podemos observar um grupo com os isolados CMX02, CMX03, CML06, CML09, CML10, CML12, CLAD 159.1 e CLAD 159.2 apresentando os maiores CRD, diferindo dos demais isolados estudados. Nesta temperatura, o CRD médio foi de 1,82 mm dia^{-1}, com o isolado CML11 apresentando o menor CRD (0,74 mm dia^{-1}) e o isolado CML09 apresentando o maior CRD (2,43 mm dia^{-1}). A 30 °C, a média de CRD foi de 0,56 mm dia^{-1}, variando de 0,14 mm dia^{-1} (CML12) a 1,03 mm dia^{-1} (CLAD 159.1), diferindo dos demais isolados. Para a temperatura de 35°C, não houve CRD nos isolados estudados.

3.2 Efeito do pH sobre o crescimento radial diário de *Cladosporium* spp.

A regressão polinomial quadrática ($y = a + bx + cx^2$) foi utilizada para descrever o crescimento micelial em diferentes valores de pH, ajustando-se aos dados com $R^2 > 0,81$ para todos os isolados (Figura 2). Os pH ótimos foram calculados de acordo com as equações de regressão para os isolados: CMX01 (5,77), CML07 (6,88), CML10 (6,41), CLAD (6,75), CLAD 1 (5,52) e CLAD 4 (7,75). Portanto, o maior CRD foi observado no pH 5 para os demais isolados testados.

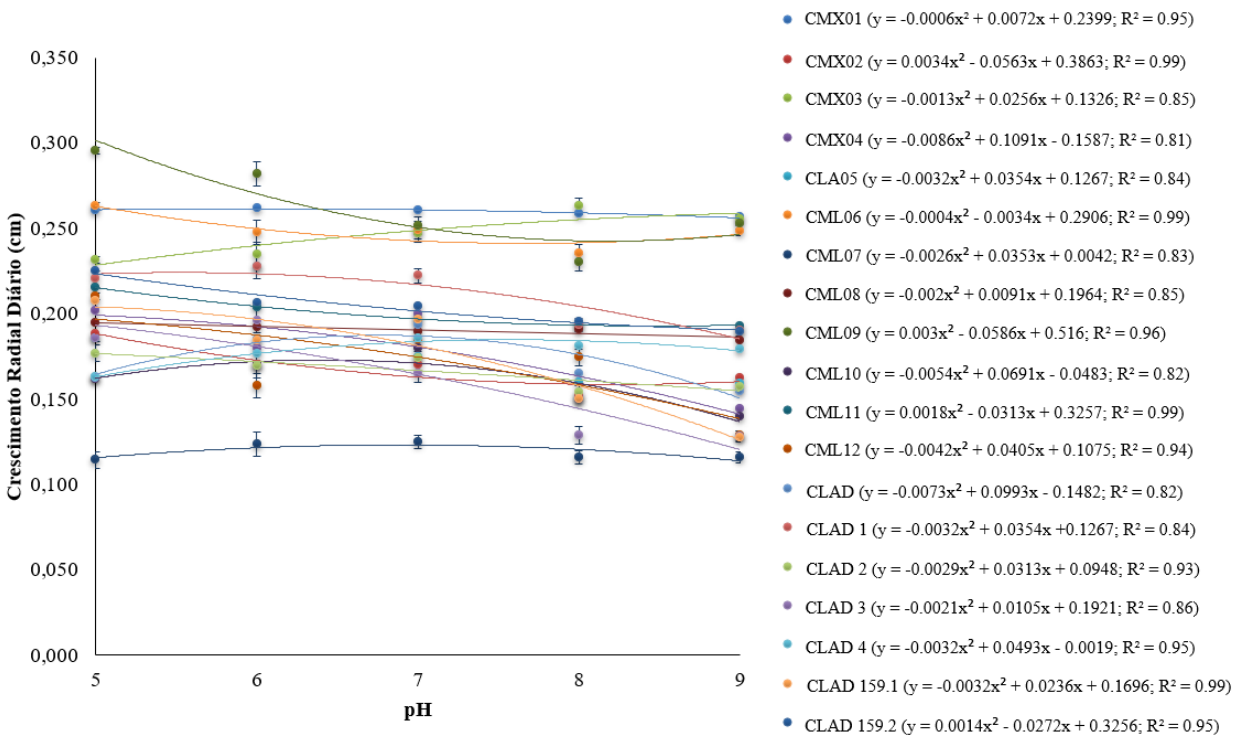


Figura 2 - Equação de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para o crescimento radial diário (CRD) dos isolados de *Cladosporium* spp. em diferentes níveis de pH. y = ajustado com os valores de CRD nos pHs de 5, 6, 7, 8 e 9.

Houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) no CRD entre os 19 isolados de *Cladosporium* spp. cultivados em BDA, para cada pH estudado, conforme apresentado na Tabela 3. O teste de Scott–Knott revelou diferentes padrões de agrupamento entre os isolados em cada valor de pH, com coeficientes de variação (CV%) variando de 9,62 a 11,91%.

Tabela 3 - Crescimento radial médio diário (mm dia^{-1}) dos isolados de *Cladosporium* spp. nos níveis 5, 6, 7, 8 e 9 de potencial hidrogeniônico (pH).

ISOLADOS	pH				
	5	**6**	**7**	**8**	**9**
CMX01	2,61 b	2,64 a	2,62 a	2,60 a	2,55 a
CMX02	1,90 d	1,72 d	1,70 d	1,51 d	1,61 d
CMX03	2,30 c	2,35 b	2,48 a	2,64 a	2,58 a
CMX04	2,04 d	1,54 d	2,07 c	1,46 d	1,44 e
CLA05	1,88 d	2,30 b	1,74 d	1,84 c	1,60 d
CML06	2,66 b	2,48 b	2,48 a	2,35 b	2,50 a
CML07	1,16 f	1,24 e	1,24 e	1,07 f	1,17 f
CML08	1,95 d	1,94 c	1,91 c	1,91 c	1,82 c
CML09	2,99 a	2,84 a	2,52 a	2,30 b	2,52 a
CML10	1,65 e	1,65 d	1,80 d	1,42 d	1,51 e
CML11	2,17 c	2,06 c	1,98 c	1,94 c	1,94 c
CML12	2,12 c	1,60 d	1,81 d	1,72 c	1,31 f
CLAD	1,65 e	1,86 c	1,94 c	1,59 d	1,66 d
CLAD 1	2,23 c	2,29 b	2,23 b	1,93 c	2,24 b
CLAD 2	1,80 d	1,71 d	1,72 d	1,54 d	1,57 d
CLAD 3	1,89 d	1,99 c	1,65 d	1,30 e	1,29 f
CLAD 4	1,65 e	1,79 c	1,88 c	1,82 c	1,77 c
CLAD 159.1	2,11 c	1,85 c	1,98 c	1,50 d	1,30 f
CLAD 159.2	2,26 c	2,07 c	2,04 c	1,96 c	1,91 c
Média	2,05	2,00	1,99	1,81	1,80
CV (%)[1]	10,95	11,69	11,24	9,62	11,91

[1]CV (%) = coeficiente de variação. As médias seguidas pela mesma letra, para cada coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

No pH 5, o CRD médio foi de 2,05 mm dia^{-1}, com valores variando de 1,16 (CML07) a 2,99 mm dia^{-1} (CML09), com o isolado CML09 apresentando o maior CRD, diferindo estatisticamente dos demais isolados estudados. Para o pH 6, a média do CRD foi de 2,00 mm dia^{-1}, com variação entre 1,24 (CML07) e 2,84 mm dia^{-1} (CML09), seguindo pelos isolados CMX01

(2,64 mm dia^{-1}) e CML09 (2,84 mm dia^{-1}), os quais apresentaram as maiores médias e diferiram estatisticamente dos demais isolados. No pH 7, a média geral foi de 1,99 mm dia^{-1}, com o menor crescimento registrado em CML07 (1,24 mm dia^{-1}) e o maior em CMX01 (2,62 mm dia^{-1}). Neste pH, os isolados CMX01, CMX03 (2,48 mm dia^{-1}), CML06 (2,48 mm dia^{-1}) e CML09 (2,52 mm dia^{-1}) diferiram estatisticamente dos demais. Para o pH 8, o CRD médio foi de 1,81 mm dia^{-1}, com valores variando entre 1,07 (CML07) e 2,64 mm dia^{-1} (CMX03), com CMX01 (2,60 mm dia^{-1}) e CMX03 diferindo estatisticamente dos demais isolados. No pH 9, o CDR médio foi de 1,80 mm dia^{-1}, com o menor valor de 1,17 mm dia^{-1} (CML07) e o maior de 2,58 mm dia^{-1} (CMX03), com os isolados CMX01, CMX03, CML06 e CML09 apresentando os maiores CRD, diferindo estatisticamente dos demais.

3.3 Efeito da salinidade sobre o crescimento radial diário de *Cladosporium* spp.

A regressão linear simples ($y = a + bx$), utilizada para descrever o comportamento do CRD frente às doses crescentes de salinidade, ajustou-se aos dados com R^2 variando entre 0,83 e 0,99 para todos os isolados (Figura 3).

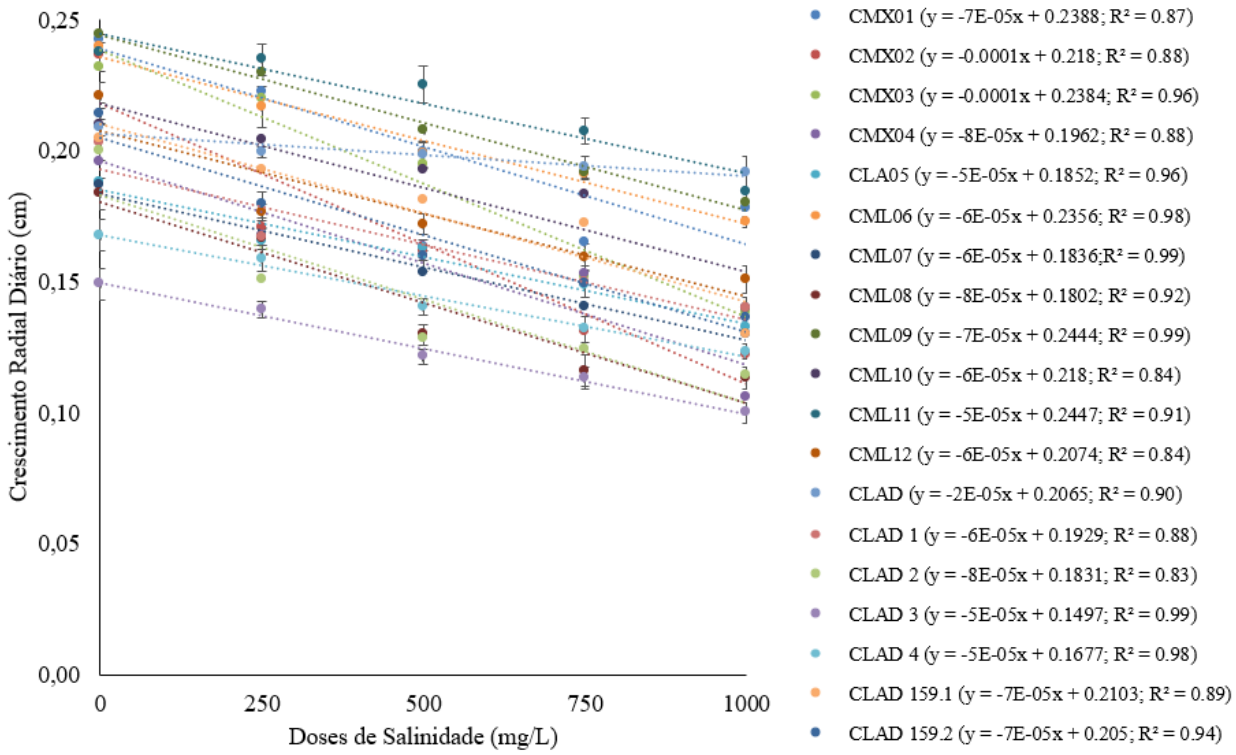


Figura 3 - Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e salinidade para o CRD dos isolados de *Cladosporium* spp. y = ajustado com os valores de CRD nas concentrações de NaCl a 0, 250, 500, 750 e 1.000 mM.

Houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) no CRD entre os 19 isolados de *Cladosporium* spp. sob diferentes concentrações de NaCl, conforme apresentado na Tabela 4. O teste de Scott–Knott mostrou diferentes padrões de agrupamento entre os isolados em cada concentração avaliada, com CV% oscilando entre 10,68 e 13,85%.

Tabela 4 - Crescimento radial médio diário (mm dia^{-1}) dos isolados de *Cladosporium* spp. nos níveis 0, 250, 500, 750 e 1.000 mM de NaCl.

ISOLADOS	SALINIDADE (NaCl)				
	0 mM	**250 mM**	**500 mM**	**750 mM**	**1000 mM**
CMX01	2,42 a	2,23 a	2,00 c	1,68 b	1,77 a
CMX02	2,36 a	1,70 c	1,62 d	1,33 d	1,21 c
CMX03	2,31 a	2,35 a	1,94 c	1,51 c	1,39 b
CMX04	1,98 c	1,70 c	1,65 d	1,52 c	1,05 c
CLA05	1,88 c	1,65 c	1,62 d	1,49 c	1,34 b
CML06	2,39 a	2,16 b	1,99 c	1,93 a	1,72 a
CML07	1,88 c	1,68 c	1,52 d	1,42 c	1,40 b
CML08	1,82 c	1,66 c	1,30 e	1,14 e	1,12 c
CML09	2,44 a	2,38 a	2,09 b	1,93 a	1,85 a
CML10	2,11 b	2,04 b	1,94 c	1,82 b	1,17 c
CML11	2,39 a	2,36 a	2,27 a	2,07 a	1,84 a
CML12	2,21 b	1,79 c	1,70 d	1,59 c	1,50 b
CLAD	2,09 c	2,01 b	1,99 c	1,94 a	1,91 a
CLAD 1	2,05 c	1,68 c	1,74 d	1,35 d	1,70 a
CLAD 2	2,00 c	1,54 d	1,30 e	1,26 d	1,15 c
CLAD 3	1,51 d	1,39 d	1,23 e	1,12 e	1,23 c
CLAD 4	1,68 d	1,61 c	1,40 e	1,30 d	1,24 c
CLAD 159.1	2,05 c	1,93 c	1,81 c	1,74 b	1,33 b
CLAD 159.2	2,14 b	1,80 c	1,50 d	1,47 c	1,38 b
Média	2,09	1,88	1,72	1,56	1,44
CV (%)[1]	10,76	11,42	10,68	12,55	13,85

[1]CV (%) = coeficiente de variação. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Na concentração 0 mM de NaCl, o CRD médio foi de 2,09 mm dia^{-1}, com valores variando entre 1,51 (CLAD 3) e 2,44 mm dia^{-1} (CML09). Para 250 mM, a média foi de 1,88 mm dia^{-1}, com os valores variando de 1,39 (CLAD 3) a 2,38 mm dia^{-1} (CML09). Essa concentração mostrou uma redução média para todos os isolados de 10,05% do CRD em relação à concentração de 0 mM. À

500 mM, a média geral foi de 1,72 mm dia^{-1}, sendo o menor crescimento registrado 1,23 mm dia^{-1} (CLAD 3) e o maior em 2,27 mm dia^{-1} (CML11), e uma redução média de 17,71% em relação à concentração de 0 mM. Para 750 mM, o CRD médio foi de 1,56 mm dia^{-1}, com variações entre 1,12 mm dia^{-1} (CLAD3) e 2,07 mm dia^{-1} (CML11), apresentando uma redução média de 25,36% em relação a concentração 0 mM. Na maior concentração testada, 1.000 mM, o CRD médio foi de 1,44 mm dia^{-1}, com o menor valor observado de 1,05 mm dia^{-1} (CMX04) e o maior de 1,91 mm dia^{-1} (CLAD), mostrando uma redução média de 31,11% do CRD em relação à concentração de 0 mM.

3.4 Sensibilidade *in vitro* de *Cladosporium* spp. a produtos à base de cobre

Houve diferenças estatísticas significativas ($p \leq 0,05$) na porcentagem de inibição de crescimento (PIC) de *Cladosporium* spp. em resposta a diferentes produtos à base de cobre adicionados na concentração recomendada em bula, entre os 19 isolados avaliados, conforme apresentado na Tabela 5. O teste de agrupamento de Scott–Knott ($p \leq 0,05$) mostrou um coeficiente de variação (CV%) de 12,24%.

Tabela 5 - Porcentagem de Inibição de Crescimento (PIC) dos isolados de *Cladosporium* spp. sobre diferentes produtos à base de cobre.

ISOLADOS	PRODUTOS				
	Supera®	**Redshield® 750**	**Copper Crop®**	**Kocide 538 WDG®**	**Difere®**
CMX01	81,93 aB	84,28 aB	44,98 bB	79,43 aB	83,22 aA
CMX02	84,14 aA	89,61 aA	61,74 bA	85,58 aA	87,35 aA
CMX03	86,94 aA	90,29 aA	42,68 bB	86,32 aA	86,42 aA
CMX04	77,75 aB	80,99 aB	35,46 bC	76,32 aB	82,12 aA
CLA05	77,87 aB	84,81 aB	22,88 bD	76,88 aB	77,12 aB
CML06	90,75 aA	91,19 aA	42,11 bB	89,38 aA	90,50 aA
CML07	83,20 aA	88,55 aA	21,37 bD	84,29 aA	83,88 aA
CML08	78,73 aB	85,05 aB	43,37 bB	77,56 aB	78,51 aB
CML09	88,41 aA	91,60 aA	35,13 bC	88,82 aA	89,77 aA
CML10	85,70 aA	90,30 aA	37,89 bC	81,16 aB	84,37 aA
CML11	45,21 bD	77,02 aB	20,77 cD	44,44 bD	47,28 bC
CML12	79,75 aB	86,50 aA	54,98 bA	80,66 aB	81,32 aA
CLAD	67,03 bC	84,34 aB	48,83 cB	62,67 bC	77,58 aB
CLAD 1	80,44 aB	88,98 aA	29,00 bC	77,89 aB	86,43 aA
CLAD 2	59,60 bC	79,20 aB	59,76 bA	57,32 bC	73,13 aB
CLAD 3	74,58 bB	84,45 aB	47,76 cB	75,13 bB	73,90 bB
CLAD 4	79,89 bB	87,55 aA	34,09 cC	77,27 bB	77,00 bB
CLAD 159.1	79,21 aB	85,34 aB	53,46 bA	78,76 aB	80,96 aA
CLAD 159.2	85,59 aA	88,57 aA	56,60 bA	81,09 aB	84,75 aA

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas = linhas. Letras maiúsculas = colunas.

Para o fungicida Supera®, os isolados CMX02, CMX03, CML06, CML07, CML09, CML10 e CLAD 159.2 apresentaram os maiores valores de PIC, diferindo estatisticamente dos demais, com uma variação entre 83,20 e 90,75%. Para o fungicida Redshield® 750, os isolados CMX02, CMX03, CML06, CML07, CML09, CML10, CML12, CLAD 1, CLAD 4, CLAD 159.2 apresentaram uma variação entre 86,50 e 91,60%, com os maiores valores de PIC diferindo dos demais. No produto Copper Crop®, observaram-se os maiores valores de PIC nos isolados CMX02,

CML12, CLAD 2, CLAD 159.1 e CLAD 159.2, com variação entre 53,46 e 61,74%, diferindo estatisticamente dos demais isolados. No fungicida Kocide 538 WDG®, os isolados CMX02, CMX03, CML06, CML07 e CML09 apresentaram uma variação entre 84,29 e 89,38%, sendo esses os isolados que apresentaram os maiores valores de PIC, diferenciando dos demais. No fungicida Difere®, os isolados CMX01, CMX02, CMX03, CMX04, CML06, CML07, CML09, CML10, CML12, CLAD 1, CLAD 159.1 e CLAD 159.2 apresentaram os maiores valores de PIC, com variação entre 80,96 e 90,50%, diferindo estatisticamente dos demais.

Para os isolados CMX01, CMX02, CMX03, CMX04, CLA05, CML06, CML07, CML08, CML09, CML10, CML12, CLAD 1, CLAD 159.1 e CLAD 159.2, os fungicidas Supera®, Redshield® 750, Kocide 538 WDG® e Difere® diferiram estatisticamente do produto Copper Crop®, com os PIC variando de 76,32 (CMX04) a 91,60% (CML09). Para os isolados CML11, CLAD 3 e CLAD 4, o fungicida Redshield® 750 apresentou os maiores valores de PIC, diferindo estatisticamente dos demais produtos. Entretanto, para os isolados CLAD e CLAD 2 os fungicidas Redshield® 750 e Difere® apresentaram os maiores valores de PIC, variando de 73,13 (CLAD 2) a 84,34% (CLAD).

3.5 Análise de componentes principais (ACP)

A ACP foi realizada a fim de avaliar a similaridade entre os isolados de *Cladosporium* spp. e sua resposta à temperatura, pH e salinidade. O CP1 foi responsável por 54,19% e o CP2 por 14,39%, e juntos explicaram 68,58% da variabilidade total dos dados (Figura 4).

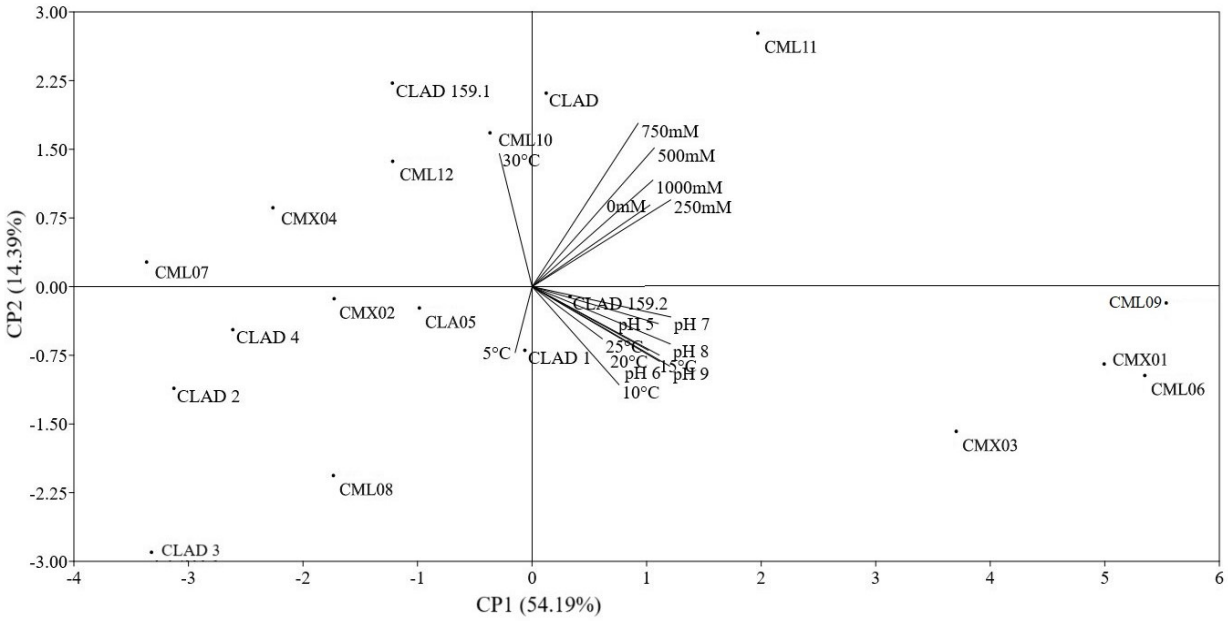


Figura 4 - Biplot da análise de componentes principais (PCA) baseada nos dados de crescimento micelial de isolados de *Cladosporium* spp. sob diferentes condições de temperatura, pH e salinidade.

Verificou-se que os isolados CMX01, CMX03, CML06 e CML09 foram associados positivamente ao CP1, indicando maior sensibilidade ou resposta diferenciada aos tratamentos com maiores salinidades (500 e 750 mM) e pHs (8 e 9) mais alcalinos.

Em contraste, os isolados CML08, CLAD 2, CLAD 3 e CLAD 4 foram negativamente relacionados ao CP1, sugerindo uma maior tolerância a baixas temperaturas (5 e 10 °C) e baixas concentrações salinas (até 250 mM). O isolado CML11 se mostrou mais afastado dos demais ao longo do CP2, indicando um comportamento único; isso sugere uma alta variabilidade frente às condições avaliadas.

4 DISCUSSÃO

Informações sobre a adaptabilidade de espécies de *Cladosporium* a diferentes temperaturas, níveis de pH e concentrações de salinidade avaliados, assim como a sensibilidade a produtos à base de cobre foram obtidas neste estudo e mostram variabilidade entre os isolados.

A temperatura ideal para o crescimento dos isolados de *Cladosporium* spp. variou de 19,28 a 24,85 °C. Em estudo anterior, Dhakar e Pandey (2016) trabalhando com *C. tenuissimum* em diferentes temperaturas, observaram que a temperatura ótima de crescimento para essa espécie foi

a 24 °C, considerando este um fungo psicrotolerante. No presente estudo, na temperatura de 30 °C, observou-se a redução no crescimento para todos os isolados de *Cladosporium* spp. Esses resultados corroboraram os observados por Krasnow *et al*. (2023), os quais relataram que isolados de *Cladosporium cladosporioides* retirados de pimentão doce apresentaram diminuição no crescimento micelial a 30 °C, e temperatura ótima de crescimento a 20 °C. Esses resultados sugerem que temperaturas a partir de 30 °C inibem o crescimento desse gênero *Cladosporium*, ou seja, não favorecem o seu desenvolvimento. Kawai, (1990) menciona que temperaturas elevadas podem ser utilizadas em associação a outros métodos de manejo desse patógeno.

Em relação à salinidade, houve uma redução significativa do crescimento micelial *in vitro* das diferentes espécies de *Cladosporium* em função das concentrações salinas. Ainda que nenhuma concentração de NaCl tenha promovido a inibição total do crescimento, a concentração 1.000 mM mostrou uma redução média do crescimento micelial de 31,11%, indicando uma tolerância a essa substância. Estudos anteriores reforçam essa tolerância a altas concentrações de NaCl, com a verificação da presença de fungos do gênero *Cladosporium* em água hipersalinas, na concentração de 28% de NaCl (Gunde-Cimermana *et al*., 2000). Em estudos recentes, Simonetti *et al*., (2024), avaliaram a resistência de isolados de *Cladosporium* coletados de ambiente antártico em condições adversas, sendo uma delas diferentes concentrações de salinidade, comprovando a tolerância dos isolados em concentrações de até 15% de NaCl. Ainda segundo os autores, essa tolerância pode estar associada a produção de metabólitos, como nutrientes, ao aproveitamento de fontes de carbono disponíveis e outras fontes de energia, o que afirma ainda mais essa tolerância a altas concentrações de salinidade, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo.

Os isolados de *Cladosporium* spp. apresentaram diferentes padrões de agrupamento para cada valor de pH. Saha *et al*. (2023) relatam um valor de pH 5 como sendo o ótimo para o crescimento micelial de fungos do gênero *Cladosporium*, afirmando que a taxa de crescimento começou a diminuir apenas quando o pH do meio atingiu 7. O pH ótimo para o crescimento dos isolados variou de 5 a 7,75, demonstrando uma característica de adaptação a essa condição. Da mesma forma, Alhussaini *et al*. (2015), relatam a capacidade do *C. macrocarpum* em crescer sobre ampla faixa de pH, de 3 a 8. Este gênero fúngico possui um potencial de se manter ativo mesmo em condições que não favorecem certas culturas, como a do meloeiro, que é sensível a variações de pH do solo, com melhor desenvolvimento entre 6 e 6,5 (Salviano *et al*., 2017), podendo representar um desafio adicional no manejo da doença.

Com relação a sensibilidade a produtos à base de cobre, verificou-se uma redução significativa no crescimento micelial para todos os isolados avaliados, a depender da formulação. Houve variação entre os isolados, ainda que nenhuma das formulações tenha sido capaz de inibir por completo o crescimento do patógeno nas doses de bula. Essa tolerância parcial pode estar provavelmente associada a mecanismos de adaptação a fatores adversos, como a ativação do sistema antioxidante da membrana, incluindo a ativação da superóxido dismutase (SOD) e da melanina, que são amplamente descritos em espécies de *Cladosporium* (You *et al*., 2025; Qin e Xia, 2024; Raposo e Marks, 2007).

Houve uma variação na inibição, sendo o menor valor de PIC observado no isolado CML11 (20,77%) no produto Copper Crop® e o maior valor de PIC foi observado no isolado CML09 (91,60%) no produto Redshield® 750. Estudos anteriores comprovam a eficácia *in vitro* de fungicidas à base de cobre, promovendo inibição do crescimento para este gênero fúngico (Singh *et al*., 2021), corroborando os nossos resultados. Ainda, segundo Singh et al., (2021), a inibição *in vitro* pode ser observada à medida que a concentração é aumentada, chegando até a inibição total quando submetido a concentrações a partir de 3.000 ppm. A eficácia *in vivo* também já é conhecida, como citado por Feng *et al*., (2023), que observaram uma diminuição na abundância relativa de isolados de *Cladosporium* spp. quando submetidos a hidróxido de cobre. Os métodos de ação dos compostos de cobre em microrganismos são conhecidos, como, por exemplo, dano a membrana da célula e formação de espécies reativas de oxigênio (Padmavathi *et al*., 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As temperaturas ótimas de crescimento variaram entre 19,28 °C e 24,85 °C, enquanto aos 30 °C foi observada uma redução significativa no crescimento, confirmando que temperaturas elevadas não favorecem o seu desenvolvimento. Em relação ao pH, os isolados testados mostraram uma adaptação a todos os valores utilizados, sendo os pHs ótimos de 5,77 para o isolado CMX01, 6,88 para CML07, 6,41 para CML10, 6,75 para CLAD, 5,52 para CLAD 1, 7,75 para CLAD 4 e 5 para os demais isolados testados. Quanto à salinidade, foi possível observar uma redução do crescimento micelial à medida que as concentrações de NaCl aumentaram. Para os produtos à base de cobre, foi observada variação na resposta dos isolados, com inibição parcial do crescimento nas doses de bula, sendo Supera®, Redshield® 750, Kocide 538 WDG® e Difere® os produtos que apresentaram

maior eficiência quando comparados. Já os produtos Redshield® 750 e Difere® apresentaram os maiores valores de PIC. Os resultados obtidos neste trabalho fornecem informações relevantes para estudos futuros de programas de melhoramento e manejo.

REFERÊNCIAS

ABDOLLAHZADEH, J., *et al*. Evolution of lifestyles in *Capnodiales*. **Studies in Mycology**, Utrecht, v.95, p.381-414, 2020.

ALHUSSAINI, M. S., *et al*: Biological Studies on Airborne *Cladosporium* species isolated from Riyadh City. **Life Sci**. J., 12, 83-91 (2015)

AMBRÓSIO, M. M. Q., *et al*. Screening a variable germplasm collection of *Cucumis melo* L. for seedling resistance to Macrophomina phaseolina. **Euphytica**, v.206, p.287- 300, 2015.

BENSCH, K.; BRAUN, U.; GROENEWALD, J.; CROUS, P. The genus *Cladosporium*. **Stud. Mycol**. 2012, 72, 1–401.

BENSCH, K.; *et al*. *Cladosporium* species in indoor environments. **Stud. Mycol**. 2018, 89, 177–301.

BRAUN, U. *et al*. Filogenia e taxonomia de hifomicetos semelhantes a *Cladosporium*, incluindo Davidiella gen. Nov; o teleomorfo de *Cladosporium* s. estr. **Mycol Progress**, 2003. v. 2, p. 3–18. Disponível em: https://link. springer.com/article/10.1007/s11557-006-0039-2?utm_source=getftr&utm_medium=getftr&utm_campaign=getftr_pilot> Acesso em: 5 fev. 2024.

CAROLLO, E. M., FILHO, H. P. S. Manual básico de técnicas fitopatológicas. Embrapa Mandioca e Fruticultura – **Manuais - Bases de Dados da Pesquisa Agropecuária**, 2016

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

CERVANTES-GARCIA, D. C., RAMIREZ, J. S. P., SIMPSON, J., e MAYEK-PEREZ, J. (2003). Osmotic potential effects on in vitro growth, morphology and pathogenicity of *Macrophomina phaseolina*. **Journal of Phytopathology**, 151, 456–462. https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2003.00751.x

CHA JS, COOKSEY DA (1991) Copper resistance in *Pseudomonas syringae* mediated by periplasmic and outer membrane proteins. Proc Natl Acad Sci 88:8915–8919 CROUS, P. W. *et al*. Delimiting *Cladosporium* from morphologically similar genera. **Studies in Mycology**, v. 58, p. 33–56, 2007.

DARYONO, B.S.; KUMALAWATI, D.A. Identification of local melon (*Cucumis melo* L. var. Bartek) based on chromosomal characters. HAYATI J**. Biosci**. 2011, 18, 197–200.

DHAKAR, K., PANDEY, A. Lacase extracelular de uma cepa psicrotolerante recentemente isolada de *Cladosporium tenuissimum* (NFCCI 2608). **Processo. Nacional. Acad. Sci**., Índia, Seita. B Biol. Ciência. 86, 685–690 (2016). https://doi.org/10.1007/s40011-015-0507-z

FENG, Ruichao *et al*. "Response of microbial communities in the phyllosphere ecosystem of tobacco exposed to the broad-spectrum copper hydroxide." **Frontiers in microbiology** vol. 14 1229294. 28 Sep. 2023, doi:10.3389/fmicb.2023.1229294

Ferreira, D. F. (2011). A computer statistical analysis system. **Ciência E Agrotecnologia**, 35, 1039–1042

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. 3. ed. Brasília: **EMBRAPA-CENARGEN**, MAHARACHCHIKUMBURA *et al*., 20111998.

FIGUEIRÊDO, M.C.B.; GONDIM, R.S.; ARAGÃO, F.A.S. Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica. Brasília, **Brasil: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, EMBRAPA-CNPAT. p. 302. 2017.

FINCKH MR, TAMM L, BRUNS C (2015) Manejo orgânico de doenças da batata. Em: Finckh MR, van Bruggen AHC, Tamm L (eds) **Plant Disease**. seu Manag. Org. Agric. APS Press, St Paul, pp 239–257

Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT). **Production/Crops**. 2021. Available online: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (accessed on 28 junho 2024).

GOMES, I. R. F. *et al*. First Report of *Cladosporium tenuissimum* causing spot diseases on leaves and fruits of cucurbits in Brazil. **Plant Disease**, 1 fev. 2023.

GUIMARÃES, M. de A.; ARAGÃO, F. A. S. de. **Produção de Melão**. Guimarães, M. de A.; ARAGÃO, F. A. S. de. (Eds.) Viçosa: UFV, 424 p., 2019.

GUNDE-CIMERMAN, N. *et al*. Hypersaline waters in salterns â natural ecological niches for halophilic black yeasts. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 32, n. 3, p. 235–240, jun. 2000.

HORA, R.C., CAMARGO, J., BUZANINI, A.C. Cucurbitáceas e outras. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., comps. **Hortaliças-fruto** [online]. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 71-111. ISBN: 978-65-86383-01 0. https://doi.org/10.7476/9786586383010.0005;

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **IBGE. Produção de melão** (2022). Acesso em: 28 de junho de 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/melao/br.

ITURRIETA-GONZÁLEZ, I.; GARCÍA, D.; e GENÉ, J. Novel species of *Cladosporium* from environmental sources in Spain. **MycoKeys**, v. 77, p.1–25, 2021.

JOY, P.P.; SHERIN, C.G. Diseases of passion fruit (*Passiflora edulis*) and their management.. In: PANDEY, A. K.; MALL, P. (ed.). **Insect pests management of fruit crops**, Nova Deli: Biotech, 2016. p.453-70.

KAWAI, SATORU e TAKATORI, KOSUKE e OHTAKI, TSUNEO. (1990). Heat Resistance of *Cladosporium* Isolated from Laboratory Animal Facilities. Jikken dobutsu. **Experimental animals**. 39. 319-23. 10.1538/expanim1978.39.3_319.

KRASNOW, C.S., RAPHAEL, G., OLAEWE, D. *et al*. Fludioxonil and low temperature inhibit growth of *Cladosporium cladosporioides* isolated from sweet pepper postharvest. J **Plant Pathology** 105, 781–791 (2023). https://doi.org/10.1007/s42161-023-01345-w

LAMBERT, R. A.; BARRO, L. S.; CARMO, K. S. G.; OLIVEIRA, A. M. S.; BORGES, A. A. *Mulching* é uma opção para o aumento de produtividade da melancia. Journal Of Neotropical Agriculture, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 53-57, 26 fev. 2017. **Revista de Agricultura Neotropical**. http://dx.doi.org/10.32404/rean.v4i1.1184.

LAMICHHANE, J. R., E. OSDAGHI, F. BEHLAU, J. KÖHL, J. B. JONES, AND J-N. AUBERTOT. 2018. Thirteen decades of antimicrobial copper compounds applied in agriculture. A review. **Agron. Sustain**. Dev. 38:28. https://doi.org/10.1007/s13593-018-0503-9

LAVIGNE, D. *et al*. Scab on melon: present state of knowledge. **Infos-Ctifl**, 2013. n. 293, p. 32-37.

LEVETIN, E.; DORSEY, K. Contribution of leaf surface fungi to the air spora. **Aerobiologia**. 2006, 22, 3–12.

LI, X. **Review of morphology classification of *Cladosporium***. J. Agric. Sci. 2013, 41, 6254–6255.

LIMA, A. S.; ALVES, J. M.; SILVA, F. L.; SANTOS, J. M.; MESQUITA, E. F.; GUERRA, H. O. C. Substratos e níveis de reposição de água na produção de mudas de melancia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, [s.l.], v. 11, n. 7, p. 2010-2021, 29 dez. 2017. INOVAGRI. http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v11n700670.

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. de (org.). Doenças do tomateiro. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2005. 151 p. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107352/1/ CNPH-DOEN.-DO-TOMAT.-05.pdf. Acesso em: 29 jun. 2024.

Market Research Future. Vegetable Seeds Market Research Report**—Global Forecast to** 2027. 2021. Available online: https://www.marketresearchfuture.com/reports/vegetable-seeds-market-2784 (Acessado em 28 junho 2024).

MENKISSOGLU O, LINDOW SE (1991) Chemical forms of copper on leaves in relation to the bactericidalactivity of cuprichydroxidedeposits on plants. **Phytopathology** 81:1263–1270

MAYEK-PÉREZ, N.; LÓPEZ-CASTAÑEDA, C.; ACOSTA-GALLEGOS, J. A. Variación en características culturales in vitro de aislamientos de *Macrophomina phaseolina* y su virulencia en frijol. **Agrociencia**, v. 31, p. 187- 195, 1997.

NATIVITAS-LIMA, I. *et al*. First Report of Peach Scab Caused by *Cladosporium tenuissimum* in Mexico. **Plant Disease**, 27 jun. 2023.

OLIVEIRA, F. I. C. *et al*. A cultura do melão. In: FIGUEIRÊDO, M. C. B. *et al*. (Eds.). Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica. Brasília: **Embrapa**, p. 17-32, 2017.

PADMAVATHI, A. R., P, S. M., DAS, A., PRIYA, A., SUSHMITHA, T. J., PANDIAN, S. K., e TOLETI, S. R. Impediment to growth and yeast-to-hyphae transition in Candida albicans by copper oxide nanoparticles. **Biofouling**, 36(1), 56–72. (2020). https://doi.org/10.1080/08927014.2020.1715371

PORTO, M. A. F. *et al*. Interação entre *Fusarium solani, Macrophomina phaseolina e Rhizoctonia solani* como patógenos causadores de podridão radicular em *Cucumis melo*. **Summa phytopathology**. [online]. 2019, vol.45, n.4, pp.355-360. Epub Jan 17, 2020.

QIN, Y., e XIA, Y. Melanin in fungi: advances in structure, biosynthesis, regulation, and metabolic engineering. **Microbial cell factories**, 23(1), 334. (2024). https://doi.org/10.1186/s12934-024-02614-8

RAPOSO, G., MARKS, M. MELANOSOMES — dark organelles enlighten endosomal membrane transport. **Nat Rev Mol Cell Biol** 8, 786–797 (2007). https://doi.org/10.1038/nrm2258

SAHA, S. *et al*. Pre-harvest occurrence and physico-chemical characterization of *Cladosporium cladosporioides* on grape in India. **Journal of Environmental Biology**, v. 44, n. 4, p. 623–629, 1 jul. 2025. DOI: 10.22438/jeb/44/4/MRN-5077

SALES JÚNIOR, R. *et al*. Weeds as potential hosts for fungal root pathogens of watermelon. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 1, p. 1-6, 2019b.

SALVIANO, A. M. *et al*. A cultura do melão. 3 ed. **Brasília: Embrapa Informação Tecnológica**, 2017. 210 p.

SANTOS, A. *et al*. First Report of *Cladosporium tenuissimum* Causing Blossom Blight on Strawberry in the Brazil. **Plant disease**, v. 104, n. 9, p. 2519–2519, 1 set. 2020.

SIMONETTI, F. L. *et al*.. Resistance to adverse conditions and characterization of *Cladosporium* species from marine and terrestrial Antarctic samples. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 96, p. e20230598, 2024.

SINGH, ANJALI; THOSAR, RATNA U.; CHAVAN, VIJAYSHREE; SAHA, SUJOY. Efficacy of Fungicides against Soil Borne and Grapevine Pathogens under In vitro Conditions. **International Journal of Bio-resource and Stress Management**, [S. l.], v. 12, n. Oct, 5, p. 523–531, 2021.

SOMMER AL (1931) Copper as an essential for plant growth. **Plant Physiol** 6:339–345

SOUZA, M.S**. Nitrogênio e fósforo aplicados via fertirrigação em melancia híbridos Olímpia e Leopard**. Tese. Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró. 282 p. 2012.

Systat Software Inc. (2002). TableCurve 2D, version 5.01. Internet Resource: https://systatsoftware.com/. (verified Mar 29, 2020).

TONIN, R.F.B. *et al*. Sensibilidade micelial in vitro de *Macrophomina phaseolina* a fungicidas. **Pesq. Agropec. Trop**, v. 43, p. 460–466, 2013.

VIANA, F. M. P. *et al*. Recomendações para o controle das principais doenças que afetam a cultura do melão na região Nordeste. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2001. 22 p. (Circular Técnica, 12).

XIE, X.-W. *et al*. First Report of *Cladosporium tenuissimum* Causing Leaf Spots on Carnation in China. **Plant disease**, v. 106, n. 4, p. 1300–1300, 1 abr. 2022.

YOU, XIAO-XU *et al*. "Arsenic Stress Resistance in the Endophytic Fungus *Cladosporium cladosporioides*: Physiological and Transcriptomic Insights into Heavy Metal Detoxification." **Journal of fungi** (Basel, Switzerland) vol. 11,5 374. 14 May. 2025, doi:10.3390/jof11050374