



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DE *COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES* (PENZ.) PENZ. SACC. ASSOCIADOS A *MANGIFERA INDICA* L. EM DIFERENTES REGIMES DE TEMPERATURA

DINELÍ PINHEIRO DE SOUZA

MESTRADO

**Ipameri-GO
2022**

DINELÍ PINHEIRO DE SOUZA

CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DE *COLLETOTRICHUM GLOESPORIOIDES* (PENZ.) PENZ. SACC. ASSOCIADOS A *MANGIFERA INDICA* L. EM DIFERENTES REGIMES DE TEMPERATURA

Orientador: Prof. Dr. Ednaldo Candido Rocha
Coorientador: Prof. Dr. Daniel Diego Costa Carvalho

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri-GO
2022



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DE *COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES* (PENZ.) PENZ. SACC. ASSOCIADOS A *MANGIFERA INDICA* L. EM DIFERENTES REGIMES DE TEMPERATURA”

Dineli Pinheiro de Souza

AUTOR(A): Dineli Pinheiro de Souza

ORIENTADOR(A): Ednaldo Candido Rocha

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

Prof. Dr. Daniel Diego Costa Carvalho (Orientador)

Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri-GO

Loise Araujo Costa

Prof.ª Dr.ª Loise Araujo Costa

Universidade Federal da Paraíba/ Areia-PB

Solange Xavier dos Santos

Prof.ª Dr.ª Solange Xavier dos Santos

Universidade Estadual de Goiás/Campus Anápolis-GO

Registro de Declaração

Número: 134

Livro: R-01 Folhas: 03

Data: 18/02/2022

Data da realização: 18 de fevereiro de 2022



Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

PSO72 Pinheiro de Souza, Dineli
9
CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DE COLLETOTRICHUM
GLOEOSPORIOIDES (PENZ.) PENZ. SACC. ASSOCIADOS A
MANGIFERA INDICA L. EM DIFERENTES REGIMES DE
TEMPERATURA / Dineli Pinheiro de Souza; orientador
Ednaldo Candido Rocha; co-orientador Daniel Diego
Costa Carvalho. -- Ipameri, 2022.
43 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Acadêmico em Produção Vegetal) -- Unidade de
Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, 2022.

1. Antracnose. 2. Fisiologia . 3. Fitopatologia. 4.
Manga. 5. Patógeno. I. Candido Rocha, Ednaldo , orient.
II. Diego Costa Carvalho, Daniel, co-orient. III.
Título.

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, irmãos, esposo Daniel e amigos, pelas horas tomadas do mútuo convívio.

AGRADECIMENTOS

Ao senhor Deus todo poderoso que permitiu que eu conseguisse superar todas as dificuldades impostas pela pandemia e outras encontradas no decorrer da caminhada.

Ao meu orientador e coorientador por todo o apoio prestado para que fosse possível a concretização dessa etapa da minha vida e por todos os ensinamentos passados.

Aos meus pais e irmãos por me apoiarem em todas as minhas escolhas e estarem sempre do meu lado quando eu precisava.

Ao meu esposo que muitas vezes me ajudou em algumas coletas de dados e também emocionalmente.

As minhas amigas da vila do quartel Thais, Rapha, Carol e Vanessa que sempre estiveram torcendo por mim e me auxiliavam como e quando puderam.

A Pró Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e a CAPES, pela bolsa de mestrado concedida para a realização dos meus estudos.

A todos os membros do Labfito, dentre eles, em especial ao Paulo, a Maria Eduarda e ao Wanderson, que se dispuseram a me ajudar sempre que tive dúvidas.

A todos professores, servidores e amigos, que contribuíram para minha formação profissional até aqui.

E por fim, a dois grandes amigos, Denise e Gabriel, que foram cruciais no desenvolvimento da pesquisa, perdendo horas dos seus dias para me auxiliar, seja tecnicamente ou a partir de apoio moral.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Importância da cultura de manga no Brasil.....	1
1.2. Antracnose da mangueira	2
1.3. Morfologia e Ecologia de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	4
1.4. Efeito de fatores físicos sobre o desenvolvimento de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	6
2. OBJETIVOS.....	8
2.1. Objetivo Geral	8
2.2. Objetivos Específicos	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1. Obtenção, caracterização morfológica, identificação, preservação e reativação de isolados de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	9
3.2. Avaliação do crescimento micelial de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> sob diferentes regimes de temperatura.....	10
3.3. Avaliação da esporulação de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> sob diferentes regimes de temperatura.....	10
3.4. Avaliação da germinação de esporos de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> sob diferentes regimes de temperatura.....	11
3.5. Análises Estatísticas	12
4. RESULTADOS	13
4.1. Identificação taxonômica dos isolados de <i>Colletotrichum</i>	13
4.2. Avaliação do crescimento micelial e da esporulação de <i>C. gloeosporioides</i> sob diferentes regimes de temperatura.....	14
4.3. Avaliação da germinação de esporos de <i>C. gloeosporioides</i> sob diferentes regimes de temperatura.....	17
4.4. Comportamento dos isolados de <i>C. gloeosporioides</i> levando em consideração as três variáveis em estudo (crescimento micelial, esporulação e germinação).....	20
5. DISCUSSÃO.....	22
5.1. Identificação taxonômica dos isolados de <i>Colletotrichum</i>	22

5.2. Avaliação do crescimento micelial e esporulação de <i>C. gloeosporioides</i> sob diferentes regimes de temperatura.....	22
5.3. Avaliação da germinação de esporos de <i>C. gloeosporioides</i> sob diferentes regimes de temperatura.....	24
5.4. Comportamento dos isolados de <i>C. gloeosporioides</i> levando em consideração as três variáveis em estudo (crescimento micelial, esporulação e germinação).....	25
6. CONCLUSÕES.....	27
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

RESUMO

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma cultura produzida e exportada pelo Brasil, no entanto, é frequentemente afetada por diversas doenças, entre elas, pode-se citar a antracnose causada principalmente por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. Sacc. Sendo assim, este trabalho teve o intuito de realizar a caracterização fisiológica (crescimento micelial, esporulação e germinação) de isolados de *C. gloeosporioides*, obtidos a partir de lesões em folhas de *M. indica* 'Amrapali'. E para o desenvolvimento do mesmo, seis isolados do fungo foram reativados, repicados e dispostos em placas de Petri incubadas em diferentes temperaturas (10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30° e 35°C) em câmaras de germinação do tipo BOD com fotoperíodo de 12 h. A avaliação do crescimento micelial ocorreu aos 2, 4, 6, 8 e 10 dias após a repicagem, sendo realizado a partir da média de dois diâmetros diametralmente opostos, sendo que as medidas foram obtidas com auxílio de um paquímetro digital. No décimo dia da avaliação do crescimento radial, reaproveitou-se as placas desse teste para se contabilizar a esporulação do fungo, com a utilização de placa Neubauer e microscópio de luz, onde fez-se a contagem de esporos em cinco quadrantes da câmara para cada placa. Para avaliar a germinação utilizou-se placas de Petri de plástico, contendo meio ágar-água, sendo adicionado a essas placas uma suspensão de esporos do fungo, que foi espalhado sobre o meio de cultura com auxílio de uma alça de Drigalsky, em seguida, as placas (uma placa por isolado ou tratamento) foram levadas para BOD sob as diferentes temperaturas. E para verificar a germinação, essas placas foram posicionadas em microscópio de luz para a visualização dos conídios, onde mediu-se o comprimento do tubo germinativo de cinco esporos por placa. Após desenvolvimento dos experimentos pode-se concluir que os isolados obtidos foram identificados morfológicamente, confirmando por meio da literatura especializada que os mesmos pertenciam à espécie de *C. gloeosporioides*. Além disso, todos os isolados tiveram melhor crescimento micelial e esporulação quando expostos à 25°C, entretanto, o crescimento do tubo germinativo do fungo foi maior a 35°C, com o maior percentual germinativo ocorrendo a 35°C e a 25°C, tendo de 60% a 100% de germinação dos conídios. Sabe-se ainda, que os isolados M-09-01, M-09-02 e M-09-03 apresentaram melhores resultados sobre o crescimento micelial, esporulação e germinação, sendo que para os últimos dois critérios fisiológicos citados, pode-se perceber um bom desempenho também para o M-09-04. Conclui-se que, o fungo *C. gloeosporioides* apresenta ampla variação genética, o que permite que haja diferença entre suas ações fisiológicas e/ou patogênicas, observadas entre seus diversos isolados em estudo.

Palavras-chave: Antracnose; Fisiologia; Fitopatologia; Fruticultura; *Mangifera indica* L.

ABSTRACT

Mango (*Mangifera indica* L.) is a crop produced and exported by Brazil, however, it is frequently affected by several diseases, including anthracnose caused mainly by *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. Sacc. Therefore, this work aimed to carry out the physiological characterization (mycelial growth, sporulation and germination) of *C. gloeosporioides* isolates, obtained from lesions in leaves of *M. indica* 'Amrapali'. And for its development, six fungus isolates were reactivated, picked and placed in Petri dishes incubated at different temperatures (10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C) in germination chambers BOD type with 12 h photoperiod. The evaluation of mycelial growth occurred at 2, 4, 6, 8 and 10 days after subculture, being carried out from the average of two diametrically opposite diameters, and the measurements were obtained with the aid of a digital caliper. On the tenth day of the radial growth assessment, the plates from this test were reused to account for the fungus sporulation, using a Neubauer plate and light microscope, where the spore count was performed in five quadrants of the chamber, for each board. To assess germination, plastic Petri dishes were used, containing agar-water medium, and a suspension of fungus spores was added to these plates, which was spread over the culture medium with the aid of a Drigalsky loop, then, the plates (one plate per isolate or treatment) were taken to BOD under the different temperatures. And to check germination, these plates were placed under a light microscope to visualize the conidia, where the length of the germ tube of five spores per plate was measured. After developing the experiments, it can be concluded that the isolates obtained were morphologically identified, confirming through the literature specialized to the species of *C. gloeosporioides*. In addition, all isolates had better mycelial growth and sporulation when exposed at 25°C, however, the fungal germ tube growth was higher at 35°C, with the highest germination percentage occurring at 35°C and 25°C, having 60% to 100% of conidia germination. It is also known that isolates M-09-01, M-09-02 and M-09-03 showed better results on mycelial growth, sporulation and germination, and for the last two physiological criteria mentioned, it is possible to realize a good performance also for the M-09-04. It is concluded that the fungus *C. gloeosporioides* presents a wide genetic variation, which allows a difference between its physiological and/or pathogenic actions, observed among its different isolates under study.

Key-words: Anthracnose; Physiology; Phytopathology; Fruit culture; *Mangifera indica* L.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Importância da cultura de manga no Brasil

A produtividade das frutas apresenta-se em ascensão, devido ao seu elevado consumo mundialmente, sendo que, de 2008 a 2017 a área plantada e a produção tiveram um acréscimo de 10,1% e 20,3%, respectivamente (DERAL, 2020). Além disso, o Brasil está entre os principais produtores mundiais de frutas, ocupando o terceiro lugar na produtividade, com colheitas anuais superiores a 40 milhões de toneladas, sendo 759 mil destinadas à exportação (DERAL, 2020; PINTO et al., 2011).

Entre as frutíferas que podem ser encontradas no país, tem-se um enfoque maior na produção de 20 culturas, sendo três delas temporárias e 17 permanentes, com destaque para citros, banana, abacaxi, coco-da-baía, melancia e mamão. Das 20 fruteiras, apenas seis tiveram destaque no mercado internacional de frutas frescas em 2017, sendo elas: manga, melão, uva, limão, maçã e mamão, que juntas representaram 77,5% das exportações (GERUM et al., 2019).

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma fruta originária do sul da Ásia que foi introduzida no território brasileiro pelos portugueses, no século XVI, e por ser uma planta de clima tropical e subtropical, apresentou boa adaptação (FONSECA et al., 2016). Inicialmente, a produção de manga atendia apenas o mercado interno, por meio das variedades Espada, Rosinha e Itamaracá, entretanto, mediante a solicitação de melhoria da qualidade dos frutos advinda dos diferentes mercados consumidores, foi necessário que os produtores investissem em técnicas, como a aplicação de reguladores de crescimento, manejo de floração e investimento em outras variedades da espécie (ARAÚJO et al., 2017).

Após os anos 2000, a produção brasileira de manga teve um crescimento acelerado, devido principalmente, ao início da exportação da fruta em 1996 (XAVIER e PENHA, 2021). Desta forma, atualmente a espécie está entre as frutíferas da família Anacardiaceae, presentes no Brasil, que possui maior valor comercial, tendo uma produção média de 20,09 t/ha em uma área de 65.646 ha em 2018. Além disso o Brasil está entre os seis maiores produtores e o segundo maior exportador de manga do mundo (DERAL, 2020; OLIVEIRA et al., 2013; PINTO et al., 2011).

Dentre as variedades de manga produzidas no Brasil, a Tommy Atkins é a mais comercializada. O percentual da área plantada para comercialização desta variedade corresponde a 85%, isto deve-se a sua boa produtividade, excelente capacidade de adaptação a diferentes ambientes de cultivo e por apresentar melhor resistência às doenças e ao transporte

por longas distâncias (ALMEIDA et al., 2020; SANTOS e NETO, 2011). Apesar da Tommy ser a manga mais produzida e exportada pelo país, outras variedades encontram-se em cultivo no solo brasileiro, como por exemplo, a Keit, Kent, Palmer, Van Kyle, Espada, Rosa, Coité, Haden, Bourbon, entre outras (WURLITZER et al., 2019).

Considerando o consumo da fruta no país, pode-se destacar que a forma mais comum é *in natura*, sendo assim, o setor de processamento mínimo é um dos mais explorados, pois a manga tem grande aceitação por parte dos consumidores, devido ao seu sabor, aroma, coloração característica e por sua rica composição nutricional (ALMEIDA et al., 2020). Contudo, a fruta possui grande quantidade de polpa e também pode ser encontrada na forma de suco, compotas, gelatinas, doces, geleias, sorvetes e licores (SILVA et al., 2014).

Vale ainda ressaltar que, o mercado brasileiro em suco de frutas está em expansão, com o intuito de acompanhar a tendência mundial de consumo de bebidas saudáveis. Conseqüentemente, maior será a demanda de sucos prontos, por parte das agroindústrias, com isso, aumenta-se a perspectiva de expansão do cultivo da manga como das demais frutas, tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento (HUNALDO et al., 2020; COSTA et al., 2008).

Sendo assim, a manga brasileira está valorizada, e a concepção, é de que sua demanda mundial aumente, no entanto, os agricultores devem sempre investir em novas técnicas para maximizar a eficiência produtiva da cultura, com o intuito de manter-se equiparado com o Peru e o Equador, países que possuem volumes de produção baixos, entretanto, têm menores gastos (SANTOS et al., 2017).

1.2. Antracnose da mangueira

As pragas, doenças e os distúrbios fisiológicos são alguns dos fatores que limitam a produção e causam elevado percentual de perdas na comercialização de várias frutíferas (EICH et al. 2020; VELOSO et al., 2012).

Entre essas doenças que provocam enormes perdas na produtividade, pode-se citar a antracnose, causada por fungos do gênero *Colletotrichum* que acometem a cultura da manga, tanto em campo quanto no período da pós-colheita (ARAÚJO et al., 2018). Esta doença é endêmica em várias regiões de clima tropical úmido e subtropical, responsável pelos maiores prejuízos encontrados nas áreas produtoras de manga, mamão, goiaba, entre outras culturas, além disso, é causada principalmente pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. Sacc., cujos sintomas aparecem na fase de florescimento, maturação e pós-colheita (STRACIERI et al., 2016).

Em *M. indica* os sintomas da antracnose acometem todos os órgãos da planta (MAIA et al., 2011). Sendo que, no caso dos frutos os mesmos se iniciam através de pequenas pontuações, manifestando-se, normalmente, com manchas escuras de formato circular (Figura 1A), um pouco deprimidas em sua epiderme, sendo comum a mancha de lágrima, que se inicia a partir do pedúnculo, espalhando-se gradativamente pela superfície até ocupar de milímetros a vários centímetros, marcando a disseminação pela água, podendo ocorrer também a podridão peduncular. Já se os frutos forem infectados no estágio inicial de desenvolvimento, ocorrerá o abortamento (TERAO et al., 2013; FERRARI et al., 2011).

No caso das folhas, as lesões são pequenas manchas marrom escuras, que coalescem até ficarem irregulares e quando as lesões ficam velhas, o centro foliar seca (Figura 1B), deixando a mesma perfurada até cair, no entanto, na maioria dos casos os sintomas são observados apenas nas bordas foliares, sendo assim, raramente a nervura média é afetada. Já na panícula, os pontos escuros são verificados tanto no ramo da inflorescência quanto nas flores individuais (AWA et al., 2012; SERRA et al., 2011).

Em pós colheita, a antracnose da mangaieira é caracterizada por lesões arredondadas de coloração marrom a preta, necróticas, com bordas ligeiramente elevadas com o centro dos tecidos deprimidos, nos quais são produzidos os conídios. As espécies do gênero *Colletotrichum* infectam os frutos em diferentes estádios fenológicos e permanecem inativas até o amadurecimento do fruto, podendo então, provocar grande quantidade de lesões, devido à ocorrência da colonização do tecido do hospedeiro (GOMES et al., 2015; BONETT et al., 2010).



Figura 1. Sintomas de antracnose em *Mangifera indica* causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. (A) Frutos de manga apresentando lesões. Fonte: Terao et al. (2013). (B) Folha de manga apresentando lesões. Fonte: Acervo pessoal.

Assim que os hospedeiros são infectados por espécies de *Colletotrichum*, uma série de eventos ocorrem no ciclo de vida do fungo antes da formação das primeiras lesões, sendo elas: adesão do conídio, germinação, alongação do tubo germinativo (Figura 2A), formação do apressório, infecção, penetração de células epidérmicas, crescimento das hifas intracelularmente e necrose celular (PEREIRA et al., 2009).

Em relação aos conídios sabe-se que os mesmos ficam envolvidos por uma massa gelatinosa, constituída de polissacarídeos e proteínas solúveis em água, que os protegem da dissecação, aumentando a eficiência da germinação e da penetração no tecido do hospedeiro. Além disso, deve-se ressaltar que na extremidade do tubo germinativo do conídio há formação de um apressório (Figura 2B) e que durante a sua produção ocorre a síntese de proteína necessária para a elaboração de melanina que confere a cor escura a essa estrutura, o que o caracteriza como infectivo, pois sabe-se que apressórios hialinos (sem cor) não são infectivos (MENEZES, 2006).

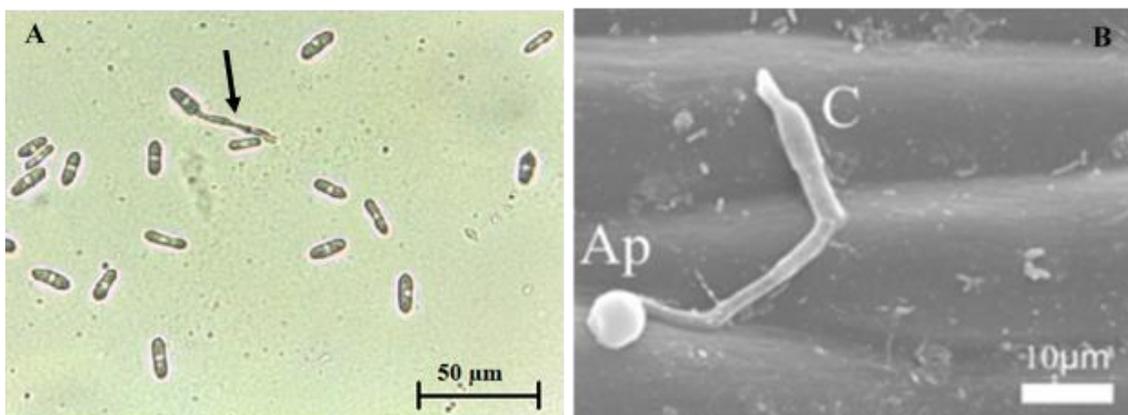


Figura 2. (A) Conídios de *Colletotrichum gloeosporioides*, a seta indica o tubo germinativo. Fonte: Acervo pessoal; (B) Eletromicrografia de varredura mostrando um conídio de *Colletotrichum gloeosporioides* com apressório (Ap) no fim do tubo germinativo. Fonte: Pereira et al. (2009).

1.3. Morfologia e Ecologia de *Colletotrichum gloeosporioides*

Colletotrichum gloeosporioides (Penz.) Penz. Sacc., é um fungo assexual pertencente ao Reino Fungi, Filo Ascomycota, classe Sordariomycetes, ordem Glomerellales e família Glomerellaceae. Com a fase sexuada descrita como *Glomerella cingulata* (Stonem) Spaulding e Von Schrenk (ARIZPE et al., 2021). Esta espécie do gênero *Colletotrichum* exibe uma variedade de estilos de vida, incluindo associações com as plantas, que são classificadas quanto às exigências nutricionais em biotróficos, necrotróficos e hemiotróficos (KAMLE e KUMAR, 2016).

A necrotrofia acontece quando a sobrevivência do patógeno não depende de o hospedeiro estar vivo, ou seja, os mesmos conseguem se alimentar e reproduzir em tecido morto. No entanto, a biotrofia ocorre quando o fitopatógeno necessita de um hospedeiro vivo para conseguir sobreviver (REIS et al., 2011). Já na hemiotrofia haverá a infecção em tecidos vivos da mesma forma que os biotróficos, entretanto, após um período de incubação de dias ou semanas, o hospedeiro infectado morre, e com isso o fungo passa a se nutrir de forma saprotrófica, ou seja, se alimentam por meio da absorção da matéria orgânica em decomposição (LUTTRELL, 1974).

Devido a isso, sabe-se que o *C. gloeosporioides* possui algumas moléculas de sinais que são ativadas permitindo a mudança do estilo de vida do patógeno, que vai do estágio biotrófico para o necrotrófico, especialmente durante o período de amadurecimento dos frutos. Além disso este fungo pode ser encontrado presente no tecido do hospedeiro como endófito, o qual permanece quiescente, mas, com o início da estação úmida e chuvosa, pode causar infecção séria (KAMLE e KUMAR, 2016). De acordo com Devi e Singh (2013), os endófitos são aqueles organismos que colonizam os tecidos internos vivos de seus hospedeiros sem causar sintomas detectáveis. Estes autores também citam em sua pesquisa que a identificação dos metabólitos de *C. gloeosporioides* indicou que este endófito consegue produzir compostos bioativos, no entanto, deve-se realizar outros trabalhos visando confirmar as bioatividades destes metabólitos.

A partir dessas mudanças no estilo de vida, este patógeno responsável pela causa da antracnose, consegue sobreviver em ramos, lesões antigas ou recentes, em frutos ou em partes afetadas caídas no solo. E na presença de água, seja da chuva, da irrigação ou até mesmo do orvalho os seus conídios são dispersos e infectam as inflorescências, frutas, entre outros órgãos das plantas (JUNQUEIRA e JUNQUEIRA, 2014). Após a infecção e consequente necrose tecidual, os acérvulos são formados e assim o patógeno completa o seu ciclo de vida. No entanto, alguns isolados também passam pela fase sexuada, sendo formada a estrutura reprodutiva conhecida como peritécio (VALDÉS et al., 2017; KAMLE E KUMAR, 2016).

Já em relação a caracterização morfológica dos isolados de *C. gloeosporioides*, tem-se que a colônia do fungo apresenta coloração branco-cinza (Figura 3A), com micélios ramificados, septados e hialinos, apresentando acérvulos sem a presença de setas e conídios retos (Figura 3B), cilíndricos, de extremidades arredondadas, hialinos, unicelulares, predominantemente oblongos, com comprimento variando entre 12 μm e 17 μm e largura entre 3,5 μm e 6,0 μm (POLTRONIERI et al., 2014; SERRA et al., 2011; JÚNIOR et al., 2006).



Figura 3. Isolado de *Colletotrichum gloeosporioides* obtido de lesão foliar de *Mangifera indica* 'Amparali'. (A) Visão geral da colônia no décimo dia de crescimento e em meio de cultivo BDA. (B) Conídios. Fonte: Acervo pessoal.

1.4. Efeito de fatores físicos sobre o desenvolvimento de *Colletotrichum gloeosporioides*

Para ter-se um controle eficiente da doença causada por esse patógeno, mostra-se necessário o conhecimento de sua epidemiologia, caracterização fisiológica e patogênica, com isso se terá uma determinação precisa da antracnose e um melhor entendimento do comportamento do fungo, possibilitando a busca por condições desfavoráveis ao patógeno, e consequentemente o emprego de técnicas de manejo integrado (BONETT et al., 2010).

O crescimento micelial do fungo é muito influenciado por fatores nutricionais, pH do substrato, temperatura e umidade. Todos estes elementos desempenham papel importante tanto no crescimento fúngico quanto na esporulação e outras atividades fisiológicas (ANSARI et al., 2018). No caso da germinação dos conídios, a mesma só ocorre na presença de água livre ou em elevada umidade relativa (>90%) (MENEZES, 2006).

Outro autor também reafirma isto ao citar que as características morfofisiológicas do patógeno podem variar dependendo dos fatores aos quais o fungo está exposto, tais como meio de cultura, temperatura, luminosidade, entre outros. E ainda acrescenta que estes caracteres podem ser perdidos após repicagens sucessivas, tornando a taxonomia ambígua e confusa (WEIR et al., 2012).

No entanto, após a colheita a temperatura é o fator que tem mais influência sobre a manifestação das doenças (SIDDIQUI e ALI, 2014). Pensando nisso, alguns trabalhos citam que a faixa de temperatura que favorece o desenvolvimento do fungo, no que diz respeito ao

crescimento micelial, germinação e esporulação, está entre 20 e 30°C (ANSARI et al., 2018; MAIA et al., 2011). Sendo assim, o estudo dos caracteres morfológicos, fisiológicos e também patogênicos em diferentes intervalos de temperatura, poderá auxiliar tanto na implantação de métodos eficazes no controle da antracnose, quanto na escolha das condições de transporte e armazenamento dos frutos (SERRA et al., 2011).

Além disso, o desenvolvimento da doença no campo, não depende apenas da presença do patógeno, mas também dos fatores ambientais e das práticas de gestão agrônômica. Entre essas práticas, pode-se citar que a temperatura, a umidade, o vento, a precipitação, a luz, e o período de duração de molhamento da superfície das folhas, são fatores que têm alta relação com a dispersão, germinação, infecção e desenvolvimento do patógeno. Sendo assim, estes critérios ambientais e agrônômicos possuem influência sobre as epidemias, com isso, faz-se necessário o entendimento da ação positiva e/ou negativa destes eventos sobre os patógenos, para que haja o desenvolvimento de melhores métodos de controle das doenças (SIDDIQUI e ALI, 2014; REIS et al., 2011).

Novos estudos sobre estas características se mostram necessários, afinal o fungo apresenta ampla variabilidade morfológica, fisiológica e patogênica, devido a sua grande diversidade fenotípica e instabilidade em função do ambiente, o que pode ocasionar variações na expressão da doença, devido a este comportamento diverso do gênero *Colletotrichum*, havendo assim, possíveis intervenções nas estratégias de controle (SERRA et al., 2011; ANDRADE et al., 2007).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem o intuito de realizar a caracterização fisiológica de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. Sacc., obtidos a partir de lesões em folhas de *Mangifera indica* L. 'Amrapali'.

2.2. Objetivos Específicos

Avaliar o crescimento micelial, verificar a esporulação e analisar a germinação de esporos de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides*, sob diferentes regimes de temperatura.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Obtenção, caracterização morfológica, identificação, preservação e reativação de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides*

Os isolados foram obtidos a partir de lesões de folhas de plantas adultas (6 anos) de *Mangifera indica* 'Amrapali' localizadas na Universidade Estadual de Goiás (UEG), Unidade de Ipameri (17°43'7,09"S; 48°22'34,61"W, 793 m de altitude). Região, que conforme a classificação de Köppen, possui clima tropical com inverno seco e verão úmido (Aw), com temperatura média de 23,1°C e pluviosidade anual média de 1600 mm (ALVARES et al., 2013). Para a obtenção dos isolados fez-se uma amostragem de seis árvores (demarcadas pelas seguintes coordenadas geográficas: 17°43'02,9"S; 48°08'43,3"W - 17°43'02,1"S; 48°08'44,3"W - 17°43'02,1"S; 48°08'45,2"W - 17°43'01,8"S; 48°08'39,7"W - 17°43'00,7"S; 48° 08'39,4"W - 17°43'00,3"S; 48°08'38,8"W), das quais se realizou a coleta de cinco folhas lesionadas por planta.

Após a coleta das folhas infectadas, foi feita a remoção dos fragmentos (totalizando 30 fragmentos, sendo 1 de cada folha) do tecido vegetal lesionado, submetendo-os a uma posterior desinfestação em uma série como a seguir: álcool 70% (30 segundos), hipoclorito de sódio 1% (30 segundos), três lavagens em água destilada esterilizada (3 x 60 segundos) e subsequente secagem em câmara de fluxo laminar por 10 min. Em seguida, os pedaços de tecido vegetal foram semeados em placas de Petri (1 fragmento de 5 mm² placa⁻¹) contendo meio Batata Dextrose Ágar (BDA) com adição do antibiótico Tetraciclina. E após 7 dias a 25°C e fotoperíodo de 12 h em câmara de germinação do tipo BOD, as colônias fúngicas obtidas foram submetidas a nova repicagem em meio BDA até a purificação das colônias.

Então posteriormente, foram confeccionadas algumas lâminas semipermanentes com utilização de ácido láctico, onde nas mesmas colocou-se micélios removidos previamente das colônias obtidas durante o isolamento. Em seguida, essas lâminas foram observadas no microscópio, para realizar a confirmação da espécie, e a partir do registro de imagens com utilização do microscópio de luz Leica DM500 e auxílio do programa LAZ EZ 2.0 (100x), fez-se a mensuração das características morfológicas dos conídios e suas respectivas estruturas, obtendo-se então, 20 medidas, tanto para o comprimento, quanto para a largura de cada isolado.

Para a comparação dos caracteres morfológicos observados nos isolados do presente trabalho com a espécie de *Colletotrichum* incidentes em manga com em outra cultura foi realizado uma busca em literatura especializada nas bases indexadoras Google Acadêmico e Web off Science. Após essa comparação pode-se perceber que das 30 placas preparadas

durante o isolamento, apenas seis estavam devidamente puras e apresentando características morfológicas semelhantes às do gênero *Colletotrichum*. Então, após estes procedimentos, os seis isolados obtidos de *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. Sacc. foram identificados como M-09-01 (T1), M-09-02 (T2), M-09-03 (T3), M-09-04 (T4), M-09-05 (T5) e P-03-01 (T6).

Os isolados M-09-01, M-09-02, M-09-03, M-09-04, M-09-05 e P-03-01 já purificados previamente, foram preservados a uma temperatura de 5°C pelo método de Castellani, no freezer do Laboratório de Fitopatologia da UEG. E após um período, estes isolados foram reativados, em meio BDA, para o desenvolvimento do trabalho em questão.

3.2. Avaliação do crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* sob diferentes regimes de temperatura

Após a reativação dos isolados, esperou-se que as colônias do fungo estivessem com dez dias de crescimento em estufa incubadora BOD a 25°C e fotoperíodo de 12 h, em seguida fez-se a remoção de discos de ágar (7 mm Ø), contendo micélio dos isolados do fungo e transferiu-os para o centro de placas de Petri (60 mm Ø) com meio de cultura BDA. Estas placas foram mantidas em incubadora tipo BOD nas temperaturas de 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C e fotoperíodo de 12 h. O crescimento radial do micélio foi avaliado aos 02, 04, 06, 08 e 10 dias após a transferência do micélio, a partir da média de dois diâmetros diametralmente opostos (medidas realizadas com auxílio de um paquímetro digital). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo seis isolados (M-09-01, M-09-02, M-09-03, M-09-04, M-09-05 e P-03-01) de *C. gloeosporioides* (tratamentos), com cinco repetições (para cada isolado), distribuídas em placas de Petri.

3.3. Avaliação da esporulação de *Colletotrichum gloeosporioides* sob diferentes regimes de temperatura

Após a última leitura do crescimento micelial, que ocorreu ao 10º dia, as placas do item anterior (30 placas para cada temperatura) foram reaproveitadas, para quantificação da produção de esporos pelos isolados do fungo nas seis temperaturas às quais foram submetidos. Para tanto, um total de 10 mL de água destilada foi adicionada em cada placa de Petri, seguido da liberação dos esporos com alça de Drigalsky. Em seguida, a solução dos esporos do fungo (calibrado a $1,6 \times 10^5$ conídios/mL) foram recolhidos em Becker e com auxílio de uma pipeta de Pasteur colocou-se uma gota da solução em câmara de Neubauer, e só então, as concentrações das suspensões obtidas foram mensuradas, por meio da contagem

dos esporos presentes em cinco quadrantes da câmara para cada placa, como está exemplificado na figura a seguir (Figura 4) (CARVALHO et al., 2008).

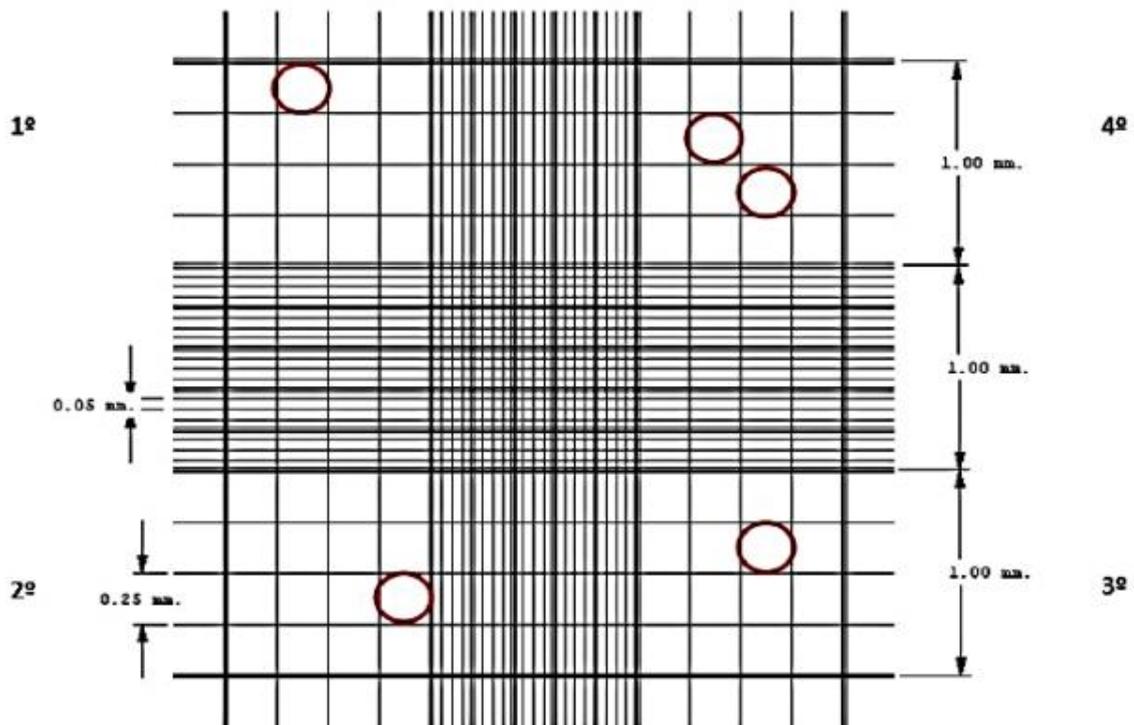


Figura 4. Esquema de um hemacitômetro tipo Neubauer, mostrando os quadrantes e subquadrantes (marcados com elipses circulares), simulando onde foram realizadas as contagens de esporos, sendo a escolha de forma aleatória e devendo ocorrer em cinco quadrantes da câmara para cada placa de Petri. Fonte: Carvalho et al. (2008).

3.4. Avaliação da germinação de esporos de *Colletotrichum gloeosporioides* sob diferentes regimes de temperatura

Para os testes de germinação utilizou-se placas de Petri de plástico (60 mm Ø) contendo meio ágar-água (AA) para cada tratamento (seis, que se referia aos seis isolados em estudo). A essas placas, foram adicionados o meio de cultura AA e 100 µL da suspensão de esporos do fungo (calibrado a $1,6 \times 10^5$ conídios/mL), espalhado sobre o meio de cultura com auxílio de uma alça de Drigalsky. Em seguida, as placas (uma placa por tratamento) foram levadas para câmara de germinação do tipo BOD sob diferentes temperaturas 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C, durante oito horas. E para permitir a visualização dos esporos durante o teste de germinação, acrescentou a cada hora, 300 µl de água destilada em cada placa de Petri (com 6 cm de diâmetro e meio de cultura AA).

Além disso, durante a germinação dos esporos, as placas foram posicionadas em microscópio de luz Leica DM500 e com o auxílio do programa LAZ EZ 2.0 (40x) foi feita a

visualização e também a realização das medidas do comprimento do tubo germinativo de cinco esporos por placa selecionados aleatoriamente, durante as oito horas, sendo estas medições realizadas a cada uma hora. E o percentual de conídios germinados em cada temperatura foi calculado através da seguinte fórmula: [(número de conídios germinados / número total de conídios observados) x 100]. E para a contabilização de conídios germinados ou não em cada hora e em cada temperatura, utilizou-se as imagens que foram registradas durante todo o experimento, sendo contabilizados apenas os conídios vistos nitidamente.

3.5. Análises estatísticas

Os dados relativos aos testes de crescimento micelial (2, 4, 6, 8 e 10 dias) e germinação de esporos (1 a 8 h) com os isolados de *C. gloeosporioides*, foram submetidos à análise de Superfície de Resposta. Já a esporulação (10^o dia) passou pelo ajuste polinomial de segundo grau ou regressão quadrática, obtendo assim, gráficos que melhor representaram a unidade amostral nos diferentes regimes de temperatura.

Adicionalmente, foi realizada a análise de variáveis canônicas discriminantes, utilizando os dados da temperatura que proporcionou o maior desenvolvimento dos isolados de *C. gloeosporioides*. Essa análise multivariada permitiu inferir, através das elipses de confiança, informações sobre a igualdade e/ou diferença no comportamento dos isolados de *C. gloeosporioides*. levando em consideração as três variáveis de crescimento juntas. As análises estatísticas foram conduzidas no programa R (R CORE TEAM, 2020) utilizando o pacote ExpDes.pt (FERREIRA et al., 2018) e candisc (FRIENDLY; FOX, 2017).

4. RESULTADOS

4.1. Identificação taxonômica dos isolados de *Colletotrichum*

Os isolados purificados apresentavam colônias de coloração branco-cinza, com conídios retos, cilíndricos, de ápices arredondados, com comprimento variando de 13,53 μm a 18,17 μm e largura entre 4,81 μm e 6,59 μm (Tabela 1).

Tabela 1. Características morfológicas de diferentes espécies do gênero *Colletotrichum*, isoladas de diferentes culturas agrícolas.

Espécie de <i>Colletotrichum</i>	Hospedeiros	Formato do ápice do conídio	Tamanho do conídio (μm)	
			Comprimento	Largura
<i>C. gloeosporioides</i> (Penz.) Penz. Sacc. (*)	<i>Mangifera indica</i> L.	Arredondado	13,53-18,17	4,81-6,59
<i>C. capsici</i> (Syd.) Butler & Bisby ⁽¹⁾	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Agudo	17,0-26,0	3,75
<i>C. coccodes</i> (Wallr.) Hughes ⁽²⁾	<i>Solanum tuberosum</i> L.; <i>Solanum lycopersicum</i> L.; <i>Capsicum annuum</i> L.	Obtuso	16,0-24,0	2,5-4,5
<i>C. acutatum</i> Simmonds ⁽³⁾	<i>Solanum lycopersicum</i>	-	11,0-16,0	2,5-4,0
<i>C. acutatum</i> ⁽⁴⁾	<i>Solanum gilo</i> Raddi	Agudo	9,2-16,3	2,0-3,7
<i>C. gloeosporioides</i> ⁽⁴⁾	<i>Capsicum</i> spp.	Arredondado	12,6-16,5	3,7-5,1
<i>C. gloeosporioides</i> ⁽⁵⁾	<i>Loropetalum chinense</i> var. rubrum Yieh	Arredondado	8,57-15,80	1,56-4,65
<i>C. gloeosporioides</i> ⁽⁶⁾	<i>Capsicum frutescens</i> ; <i>Capsicum annumm</i>	Arredondado	12,2-19,2	2,9-5,1
<i>C. gloeosporioides</i> ⁽⁷⁾	<i>Mangifera indica</i>	Arredondado	10,8-18,0	3,2-4,3
<i>C. gloeosporioides</i> ⁽⁸⁾	<i>Mangifera indica</i>	-	14,23-16,88	3,85-7,74

(*) Espécie isolada das folhas de *Mangifera indica* L. 'Amrapali'; ⁽¹⁾ Shenoy et al. (2007); ⁽²⁾ Costa et al. (2006); ⁽³⁾ Víchová et al. (2012); ⁽⁴⁾ Tozze-Junior et al. (2006); ⁽⁵⁾ Qiu et al. (2021); ⁽⁶⁾ Júnior et al. (2006); ⁽⁷⁾ Serra et al. (2011); ⁽⁸⁾ Sangeetha e Rawal (2010); (-) não mencionado pelos autores.

4.2. Avaliação do crescimento micelial e da esporulação de *C. gloeosporioides* sob diferentes regimes de temperatura

Após análise estatística, obteve-se que as variáveis temperatura e tempo (disposto em dias) exibiram efeito quadrático e significativo ($p < 0,01$) sobre o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* (Figura 5).

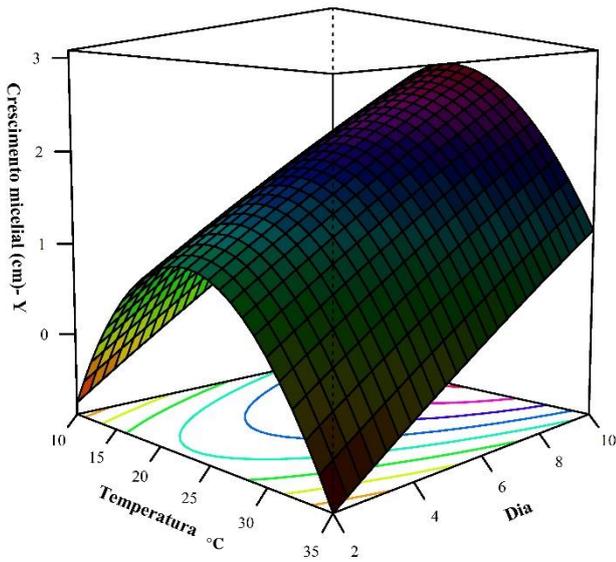
Tendo apresentado também coeficientes de determinação (R^2) com variação de 0,66 a 0,83, valores estes equivalentes ao P-03-01 (Figura 5F) e ao M-09-03 (Figura 5C), respectivamente, com isso, os demais isolados tiveram resultados intermediários a estes dados apresentados.

Além disso, por meio da superfície de resposta pode ser observado que, a medida em que se aumentava a temperatura em estudo, havia um crescimento micelial progressivo para todos os isolados (M-09-01, M-09-02, M-09-03, M-09-04, M-09-05 e P-03-01). No entanto, o maior percentual de desenvolvimento para o fungo ocorreu aos 25°C e ao décimo dia (Figura 5), tendo a partir deste ponto de máximo uma queda gradativa no tamanho obtido pelas colônias dos isolados.

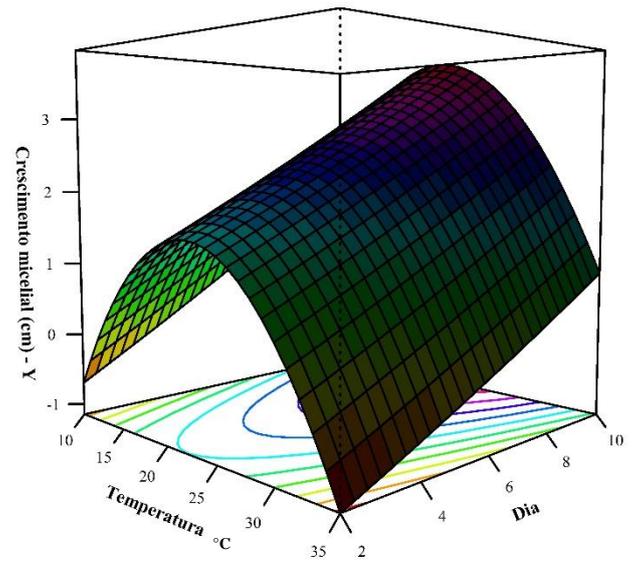
Quanto a esporulação, foi possível observar um melhor ajuste para o modelo de regressão quadrática, entretanto, não se encontrou resultado significativo da temperatura sobre o número médio de esporos de *C. gloeosporioides* (Figura 6). Ademais, o R^2 foi inferior ao encontrado no teste de crescimento micelial, sendo obtido um intervalo de 0,29 a 0,53, dados referentes aos isolados M-09-04 e M-09-05, respectivamente, com isso, sabe-se que os demais (M-09-01, M-09-02, M-09-03 e P-03-01) tiveram resultados intermediários a estes dados apresentados.

Apesar disso, ao observar os gráficos (Figura 6) também pode-se perceber que os isolados M-09-01, M-09-02, M-09-04 e P-03-01 tiveram um acréscimo no número médio de formação de esporos até chegar ao ponto máximo, que ocorreu aos 25°C, com esporulação variando de $0,8 \times 10^6$ a $12,1 \times 10^6$ conídios/mL⁻¹, taxa está que sofreu uma redução gradual no decorrer do aumento da temperatura, com exceção dos isolados M-09-03 e M-09-05, que não tiveram uma elevação acentuada na produção desta estrutura.

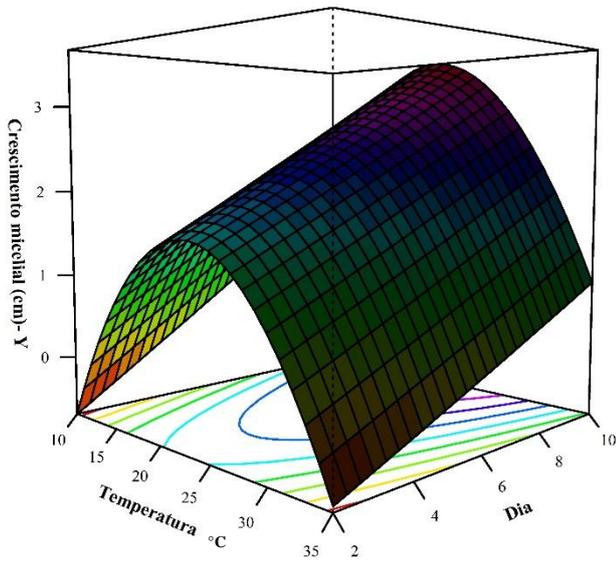
$$(A) Y = -5.28 + 0.4996T + 0.336D - 0.0011TD - 0.01117T^2 - 0.00333D^2; R^2 = 0.69^{**}$$



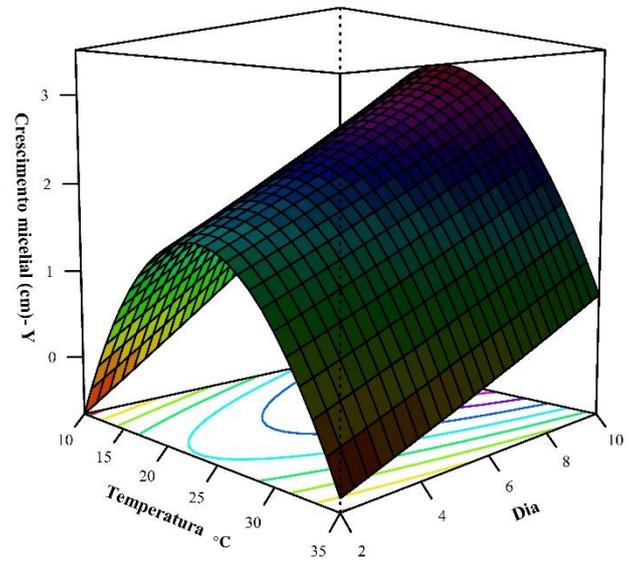
$$(B) Y = -6.61 + 0.682T + 0.354D - 0.004TD - 0.0154T^2 + 0.003D^2; R^2 = 0.78^{**}$$



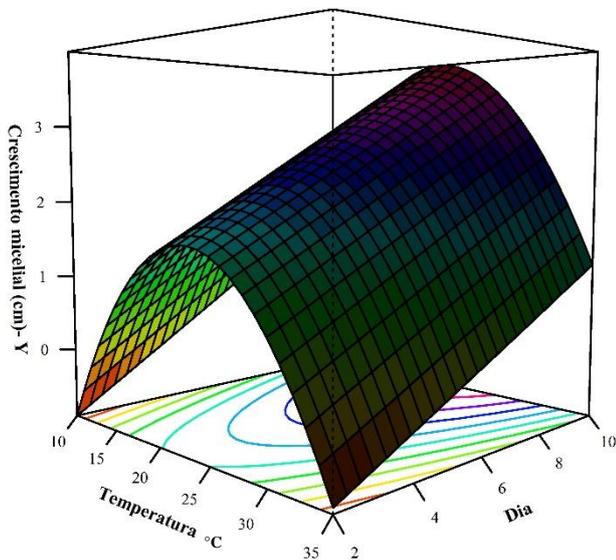
$$(C) Y = -6.87 + 0.628T + 0.616D - 0.0149TD - 0.0131T^2 + 0.007D^2; R^2 = 0.83^{**}$$



$$(D) Y = -6.16 + 0.617T + 0.3899D - 0.0071TD - 0.0133T^2 + 0.0015D^2; R^2 = 0.78^{**}$$



$$(E) Y = -7.233 + 0.721T + 0.382D - 0.0038TD - 0.0158T^2 + 0.0002D^2; R^2 = 0.78^{**}$$



$$(F) Y = -6.059 + 0.602T + 0.359D - 0.0052TD - 0.0132T^2 + 0.00036D^2; R^2 = 0.66^{**}$$

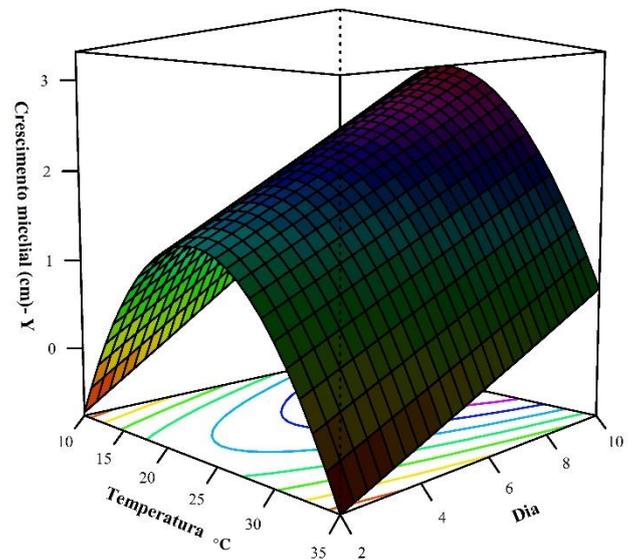


Figura 5. Equações ajustadas e gráficos de superfície de resposta descrevendo o crescimento micelial (Y) de *C. gloeosporioides* em função das temperaturas (T) e dos dias (D). Sendo: r^2 = coeficiente de determinação ajustado; **= significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste t; (A) isolado M-09-01; (B) isolado M-09-02; (C) isolado M-09-03; (D) isolado M-09-04; (E) isolado M-09-05 e (F) isolado P-03-01.

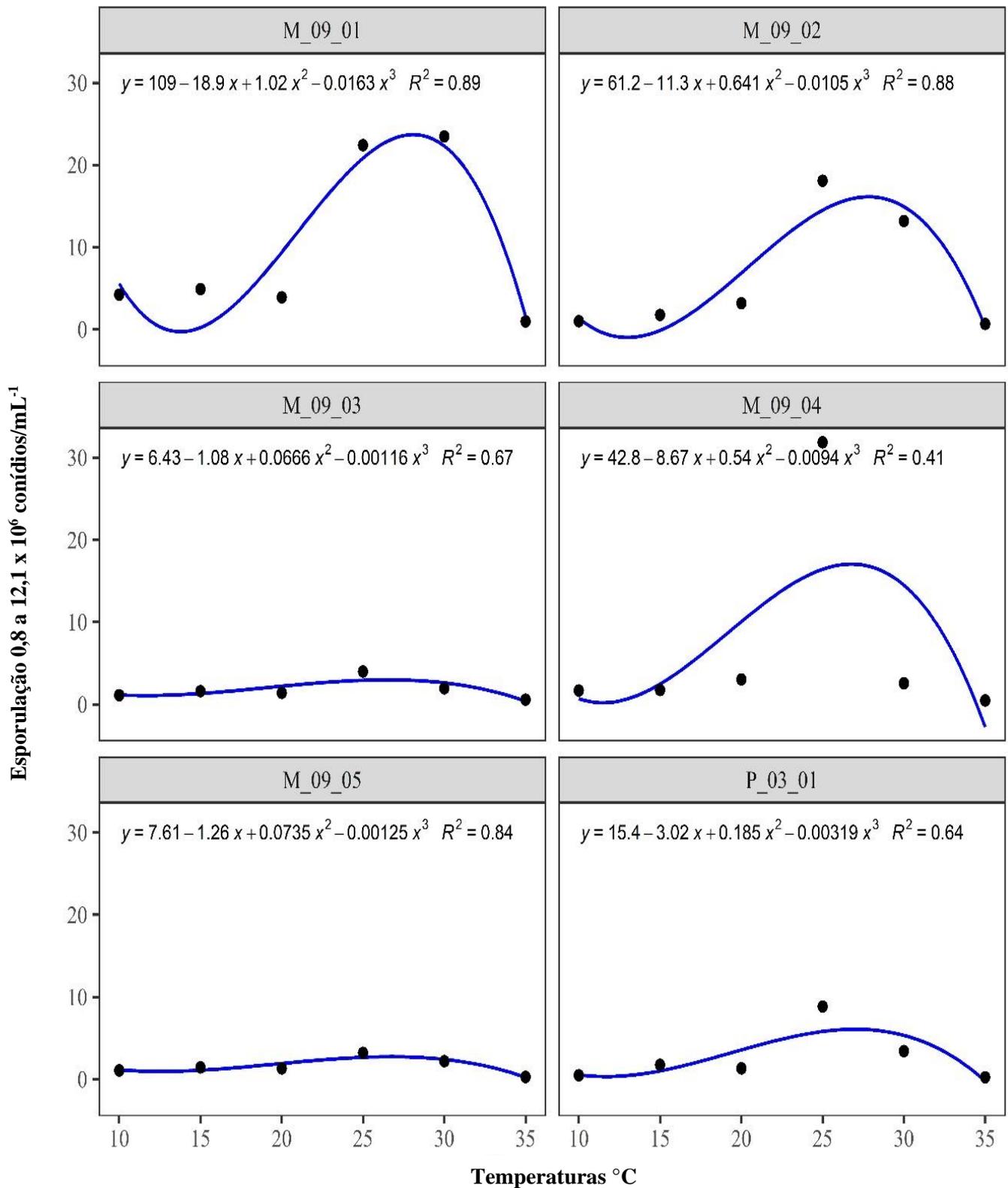


Figura 6. Regressão polinomial de segundo grau para o número médio de esporulação de isolados de *C. gloeosporioides* em função das temperaturas avaliadas.

4.3. Avaliação da germinação de esporos de *C. gloeosporioides* sob diferentes regimes de temperatura

As variáveis temperatura e tempo (disposto em horas) exibiram efeito linear significativo ($p < 0,01$) sobre o crescimento do tubo germinativo de conídios de *C. gloeosporioides* (Figura 7). E ao analisar os gráficos de superfície de resposta percebe-se uma tendência de aumento no comprimento do tubo germinativo a medida em que houve acréscimo na temperatura de trabalho, ou seja, a 35°C e após oito horas obteve-se os maiores comprimentos médios germinativos para todos os isolados do fungo. Em relação ao coeficiente de determinação (R^2) pode-se perceber que o mesmo varia de 0,50 a 0,58, valores estes equivalentes ao isolado M-09-03 (Figura 7C) e ao M-09-04 (Figura 7D), respectivamente, com isso, os demais isolados tiveram coeficientes intermediários a estes apresentados.

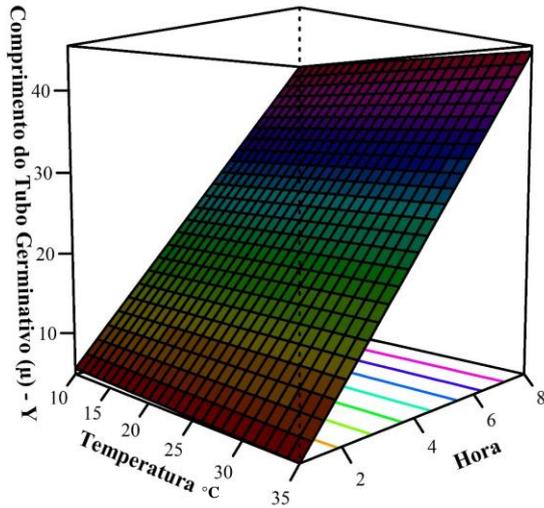
Já em relação a porcentagem de conídios germinados, constatou-se um efeito quadrático significativo para o M-09-01 e o P-03-01, e linear ($p < 0,01$) para os demais isolados (Figura 8). Sendo que, por meio da análise gráfica pode-se perceber que os isolados M-09-02 (Figura 8B), M-09-03 (Figura 8C), M-09-04 (Figura 8D) e M-09-05 (Figura 8E) apresentaram comportamento semelhante, havendo um aumento na porcentagem de conídios germinados a medida em que aconteceu o acréscimo na temperatura de trabalho, ou seja, a 35°C e após oito horas obteve-se as maiores taxas germinativas (variando de 60% a 100%).

Entretanto, o isolado M-09-01 (Figura 8A) teve um desempenho diferente dos demais citados anteriormente, não havendo um aumento progressivo na taxa germinativa a partir do acréscimo na temperatura, ou seja, pode-se perceber que na segunda hora de observação houve uma menor porcentagem germinativa quando exposto a temperatura de 35°C (aproximadamente 0%) e uma maior taxa aos 10°C (cerca de 15%), todavia, na última hora de análise (oitava hora) o fungo teve a maior taxa de germinação aos 35°C (cerca de 45%) e a menor aos 10°C (cerca de 35%), comportamento este, que correspondeu com o observado para os quatro isolados já relatados (M-09-02, M-09-03, M-09-04 e M-09-05), no entanto, a porcentagem germinada foi inferior.

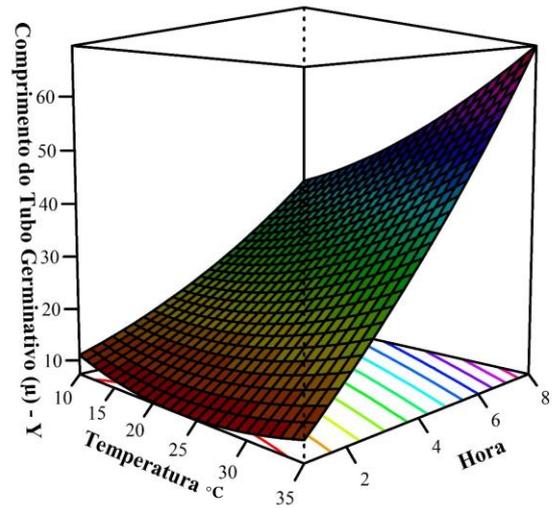
Já se tratando do isolado P-03-01 (Figura 8F), também pode-se perceber um comportamento divergente dos demais, sendo que, na segunda e na oitava hora de verificação o fungo apresentou menor taxa de germinação aos 35°C (0% e 55%, respectivamente), tendo

maior porcentagem de conídios germinados aos 10°C (cerca de 15%) na segunda hora de análise e aos 25°C (cerca de 65%) na última hora observada (oitava hora).

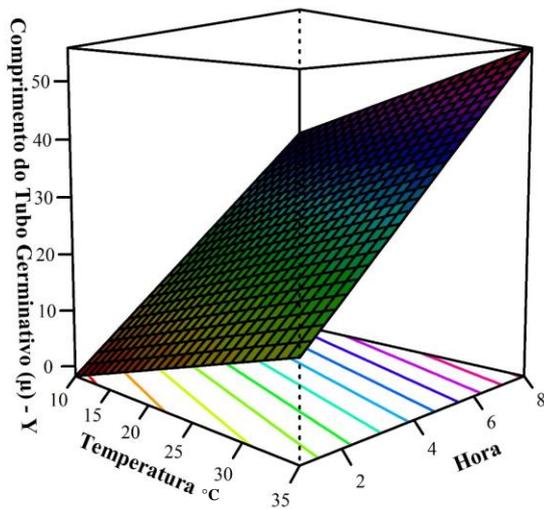
$$(A) Y = 0.09 - 0.028T + 5.697H; R^2 = 0.55^{**}$$



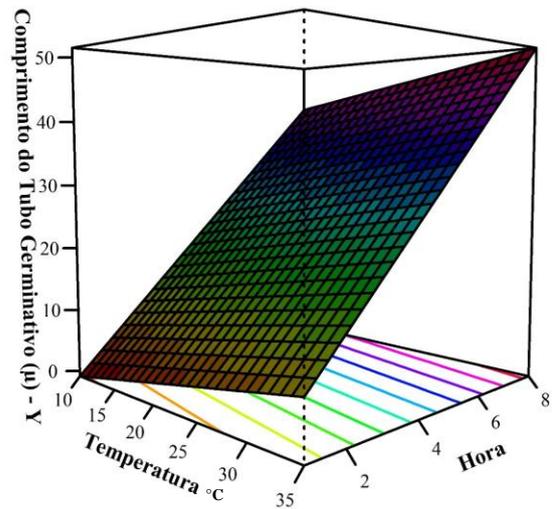
$$(B) Y = -3.969 + 0.317T + 5.477H; R^2 = 0.57^{**}$$



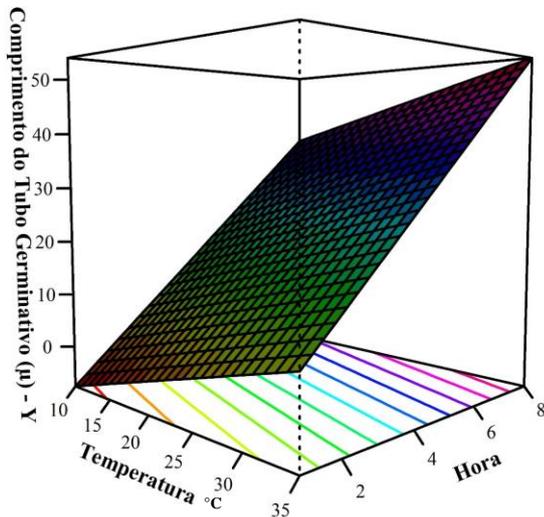
$$(C) Y = -13.622 + 0.565T + 6.194H; R^2 = 0.50^{**}$$



$$(D) Y = -10.425 + 0.328T + 6.309H; R^2 = 0.58^{**}$$



$$(E) Y = -20.223 + 0.585T + 6.718H; R^2 = 0.57^{**}$$



$$(F) Y = -9.894 + 0.285T + 5.541H; R^2 = 0.51^{**}$$

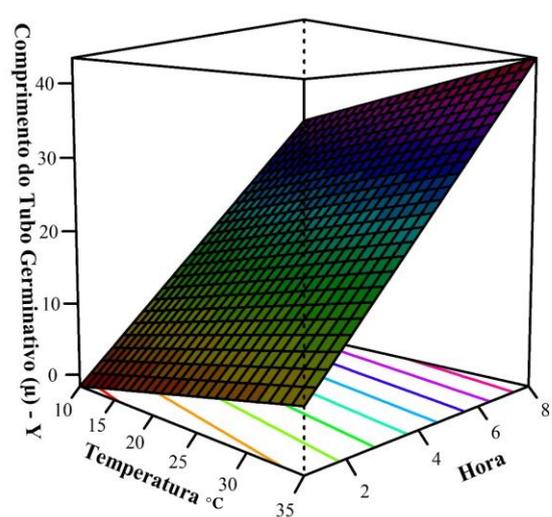
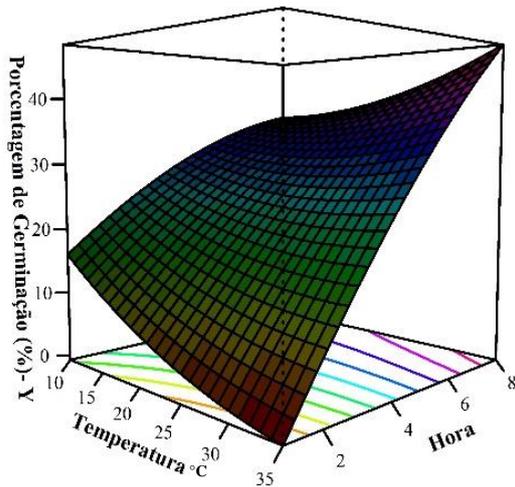
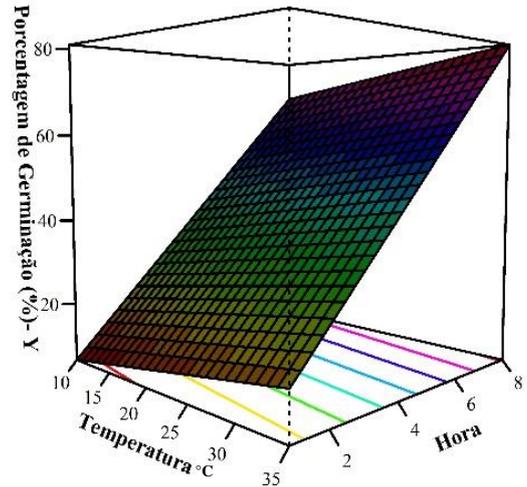


Figura 7. Equações ajustadas e gráficos de superfície de resposta descrevendo o comprimento do tubo germinativo (Y) de *C. gloeosporioides* em função das temperaturas (T) e das horas (H). Sendo: r^2 = coeficiente de determinação ajustado; **= significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste t; (A) isolado M-09-01; (B) isolado M-09-02; (C) isolado M-09-03; (D) isolado M-09-04; (E) isolado M-09-05 e (F) isolado P-03-01.

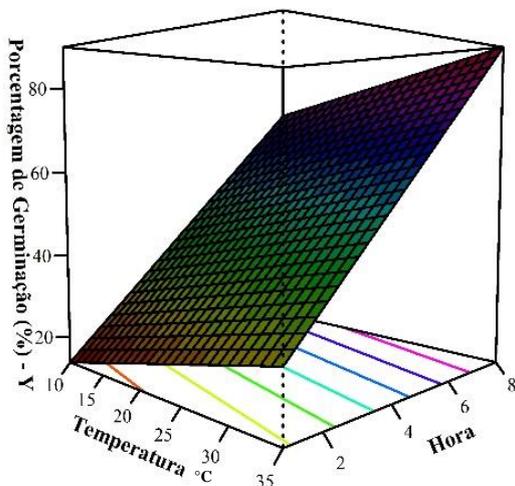
(A) $Y=24.794-1.593T+4.175H+0.154TH+0.017T^2-0.286H^2$; $R^2=0.15^{**}$



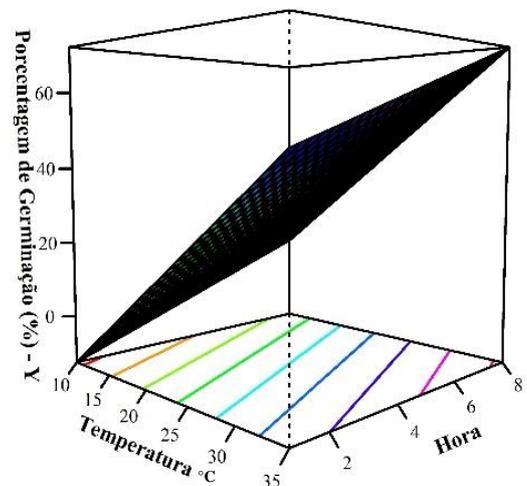
(B) $Y=-6.785+0.404T+9.2H$; $R^2=0.30^{**}$



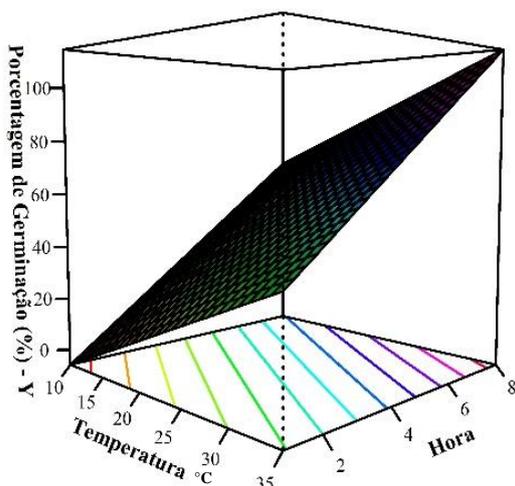
(C) $Y=-0.924+0.588T+8.754H$; $R^2=0.20^{**}$



(D) $Y=-39.936+2.358T+3.673H$; $R^2=0.39^{**}$



(E) $Y=-34.584+1.802T+10.724H$; $R^2=0.30^{**}$



(F) $Y=-22.65+1.551T+20.888H+0.065TH-0.043T^2-1.666H^2$; $R^2=0.21^{**}$

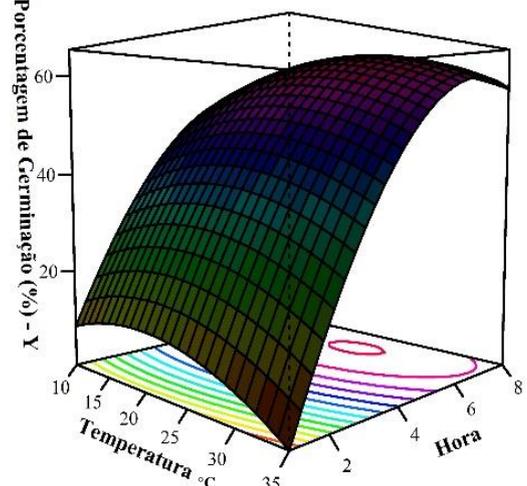


Figura 8. Equações ajustadas e gráficos de superfície de resposta descrevendo a porcentagem de germinação (Y) de *C. gloeosporioides* em função das temperaturas (T) e das horas (H). Sendo: r^2 = coeficiente de determinação ajustado; **= significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste t; (A) isolado M-09-01; (B) isolado M-09-02; (C) isolado M-09-03; (D) isolado M-09-04; (E) isolado M-09-05 e (F) isolado P-03-01

4.4. Comportamento dos isolados de *C. gloeosporioides* levando em consideração as três variáveis em estudo (crescimento micelial, esporulação e germinação)

Após análise dos dados, pode-se perceber que os isolados de *C. gloeosporioides* tiveram um melhor desenvolvimento a 25°C (crescimento micelial e esporulação). Visto que, apenas a germinação teve melhores resultados quando o fungo foi exposto a 35°C, e não a 25°C como nos demais testes.

Sendo assim, foram selecionados apenas os valores obtidos ao avaliar o fungo nesta temperatura (25°C). E por meio da análise de variáveis canônicas discriminantes, observou-se uma diferença significativa ($p < 0,001$) no comportamento dos isolados em estudo (Figura 9), ao levar em consideração às três variáveis de crescimento juntas (crescimento micelial, esporulação e germinação).

Desse modo, tem-se que os isolados M-09-01, M-09-02 e M-09-03 foram os que tiveram melhor crescimento micelial. Também pode ser visto claramente a aproximação entre os isolados M-09-01, M-09-02, M-09-03 e M-09-04, em relação a esporulação e a germinação.

Sendo assim, os tratamentos M-09-05 e P-03-01 se diferiram dos demais, apresentando menor relação com as três variáveis observadas, como pode ser visto no gráfico. Ainda, com base na análise, verificou-se que 93,6% da variação dos dados pode ser explicada por essas duas variáveis canônicas (66,9% e 26,7%) (Figura 9).

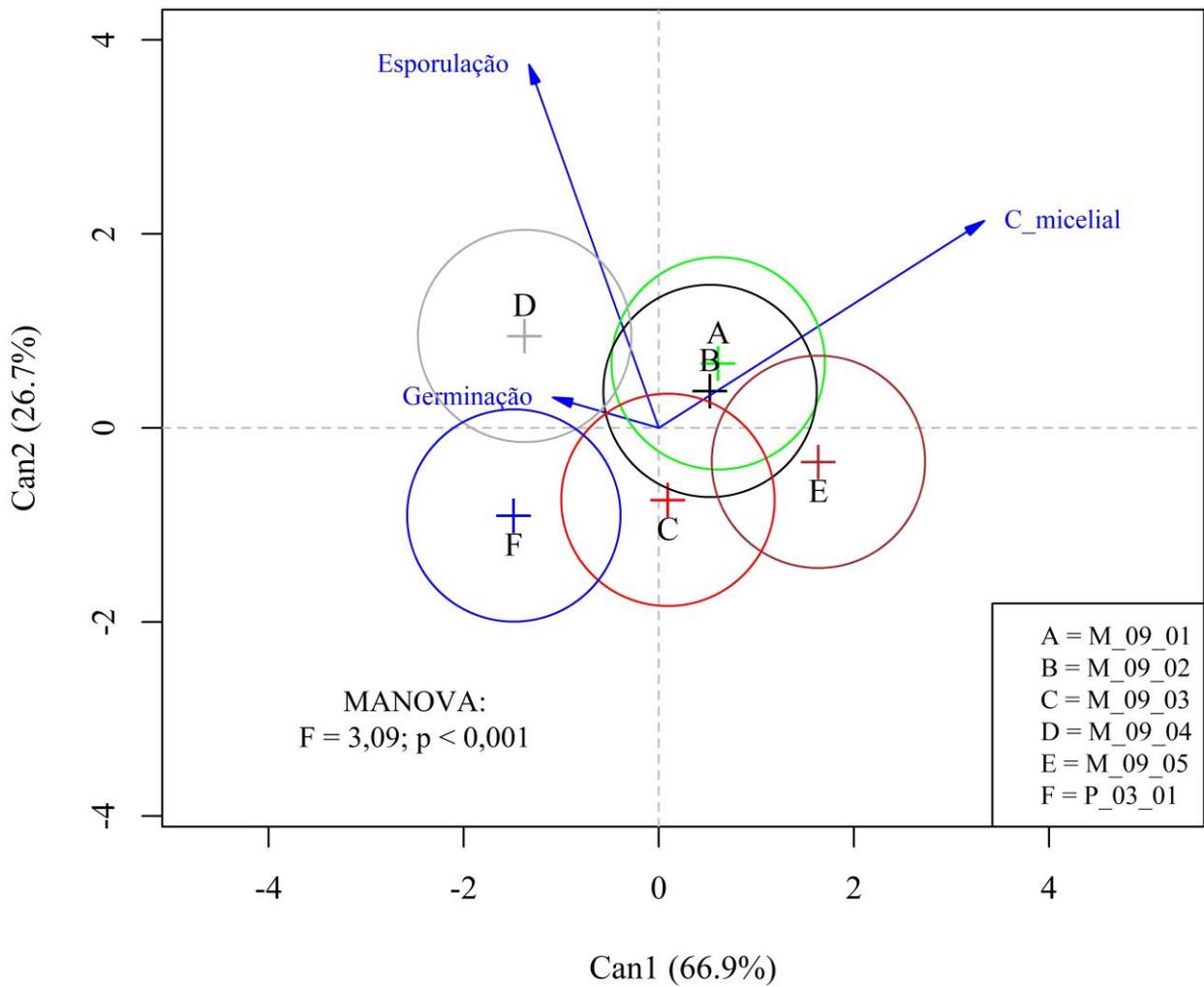


Figura 9. Gráfico referente a análise das variáveis canônicas, esboçando o comportamento dos diferentes isolados (M-09-01, M-09-02, M-09-03, M-09-04, M-09-05 e P-03-01) de *C. gloeosporioides* expostos as três variáveis de crescimento (Crescimento micelial, esporulação e germinação).

5. DISCUSSÃO

5.1. Identificação taxonômica dos isolados de *Colletotrichum*

Colletotrichum gloeosporioides é considerado por alguns autores como o único agente causal da antracnose em plantas de abacate, manga e de maracujá, no entanto, estudos filogenéticos já confirmaram a presença de *C. boninense* em maracujazeiro no Brasil (JÚNIOR et al., 2015).

Sendo assim, visando identificar a espécie dos isolados obtidos de folhas de *M. indica*, fez-se um levantamento das características morfológicas e dimensões dos conídios de diferentes espécies do gênero *Colletotrichum*, ocorrentes em manga e em outras culturas, onde o comprimento obtido para a média dos isolados deste trabalho variou de 13,53 μm a 18,17 μm , e a largura verificada foi de 4,81 μm a 6,59 μm , informações estas que corroboraram com as descritas por Qiu et al. (2021), Serra et al. (2011), Sangeetha e Rawal (2010), Júnior et al. (2006) e Tozze-Junior et al. (2006), para a espécie *C. gloeosporioides*. Além disso, estes autores também afirmaram em suas pesquisas que o formato do ápice dos conídios de *C. gloeosporioides* são arredondados o que também coincidiu com o que foi observado no atual trabalho.

Ao analisar outros artigos que retratavam a espécie *C. acutatum*, notou-se que os conídios possuem comprimento de 9,2 μm a 16,3 μm e largura entre 2,0 μm e 4,0 μm , com o formato do ápice caracterizado como agudo (VÍCHOVÁ et al., 2012; TOZZE-JUNIOR et al., 2006), com isso, nota-se que a característica do formato do ápice e os valores encontrados para o comprimento e largura dos conídios isolados das folhas de manga se diferem das obtidas por estes pesquisadores e, assim, os mesmos não podem ser classificados como *C. acutatum*.

O mesmo também ocorre ao comparar os dados do presente trabalho com os descritos por Shenoy et al. (2007) que relata que o *C. capsici* tem comprimento de 17 μm a 26 μm e largura de 3,75 μm , com ápice agudo. E novamente indo contra ao que foi obtido neste estudo, Costa et al. (2006) afirma que *C. coccodes* tem de 16,0 μm a 24,0 μm de comprimento e 2,5 μm a 4,5 μm de largura.

5.2. Avaliação do crescimento micelial e esporulação de *C. gloeosporioides* sob diferentes regimes de temperatura

A temperatura é uma das principais variáveis ambientais que exercem influência sobre a infecção e a colonização dos patógenos do gênero *Colletotrichum*, pois a mesma atua diretamente sobre a morfologia e a fisiologia do fungo, agindo seja de forma negativa ou

positiva sobre o desenvolvimento do crescimento micelial, da esporulação, da germinação de conídios e até causando alteração na coloração das colônias, podendo também deste modo, ser utilizada como parâmetro para diferenciação entre espécies (MAIA et al., 2011).

O efeito inibidor da temperatura sobre a atividade fúngica é bastante variável, onde cada fungo exige uma faixa de temperatura ideal para esporular, germinar e ter seu desenvolvimento micelial, sendo que o mesmo pode ter redução da sua atividade fisiológica sob baixas temperaturas, com aumento gradativo à medida que a temperatura se eleva, até atingir um ponto máximo ou ótimo, podendo também ocorrer o oposto (POLTRONIERI et al., 2013). Sendo assim, de acordo com Kugui (2021) a temperatura ótima para o crescimento de *C. gloeosporioides*, hospedeiro da manga, ocorreu a temperatura de 25°C, com colônias apresentando aspecto denso e coloração branca que com o decorrer do tempo passava para uma cor oliva-escura.

Entretanto, em outra pesquisa desenvolvida com isolados de *C. gloeosporioides*, a temperatura ótima encontrada pelos autores foi de 30°C (ANTONIO et al., 2021). Já o trabalho de Milan et al., (2018), vai contra essa informação relatando a temperatura de 25°C como a ideal ao desenvolvimento do patógeno. O que também foi obtido na pesquisa de Poltronieri et al., (2013), que relata a maior taxa de crescimento micelial em 28°C, seguida pela temperatura de 25°C. Porém, verificou-se por meio de outra pesquisa que o fungo *C. gloeosporioides* possuiu máxima ampliação micelial quando seus isolados estiveram expostos a 23°C (JUNIOR et al., 2021). E novamente nota-se que de acordo com Hubballi et al., (2011), o crescimento máximo de *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. Sacc. ocorreu na faixa de temperatura de 25°C a 30°C. E por fim vale ainda ressaltar que o trabalho desenvolvido por Bharti et al., (2012), resultou no não crescimento das colônias dos isolados de *C. falcatum* expostos a 40°C.

Quanto à esporulação, observa-se que a maior taxa obtida ocorreu quando os isolados de *C. gloeosporioides* estiveram a 28°C (POLTRONIERI et al., 2013). Já na pesquisa desenvolvida por Maia et al., (2011) a faixa de temperatura de 25°C a 30°C demonstrou-se mais eficiente para a esporulação de *Colletotrichum* spp. Corroborando parcialmente com os autores citados anteriormente, Sangeetha e Rawal (2010), relata em seu trabalho que os isolados de *C. gloeosporioides* tiveram melhor esporulação quando expostos a 25°C.

A partir das afirmações citadas acima, percebe-se que a maioria dos trabalhos encontrados na literatura corroboram com o resultado obtido nesta pesquisa, para crescimento micelial e esporulação de *C. gloeosporioides*, no entanto, também pode-se verificar que o fungo consegue ter desenvolvimento ótimo em um intervalo de temperatura que variou de 23°C a 30°C. Esta alteração pode ocorrer devido aos testes serem desenvolvidos com

diferentes isolados do patógeno o que proporciona resultados agressivos ou de ação mais branda, fator este que dependerá da fisiologia daquele determinado isolado (COELHO et al., 2010).

5.3. Avaliação da germinação de esporos de *C. gloeosporioides* sob diferentes regimes de temperatura

Os dados sobre a germinação de isolados de *C. gloeosporioides* obtidos a partir de plantas de cebola exibindo sintomas de antracnose corroboraram com o resultado encontrado na presente pesquisa, apontando que os tubos germinativos tiveram melhor desenvolvimento em exposição as temperaturas entre 30°C e 40°C (OLIVEIRA et al., 2015).

Entretanto, um outro trabalho desenvolvido com *Colletotrichum*, nesse caso obtidos de estruturas da mangueira da cultivar Haden, teve-se que a faixa de temperatura de 25°C a 30°C demonstrou-se mais eficiente em relação a germinação dos conídios (MAIA et al., 2011). Em confirmação aos resultados anteriores, Poltronieri et al. (2013) também cita por meio da avaliação de isolados de *C. gloeosporioides*, adquiridos de frutos de juçara, que a maior germinação ocorreu aos 28°C.

Apesar dos autores citados anteriormente terem relatado apenas intervalos de temperatura onde o fungo possuiu um ótimo desenvolvimento germinativo, obteve-se no trabalho de Es-Soufi et al. (2018), tanto tempo favorável, quanto desfavorável a germinação do patógeno, sendo assim, por meio da análise de isolados de *C. acutatum*, obtidos de plantas de morango exibindo lesões de antracnose, pode-se verificar que não houve germinação a 5°C e a 37°C, em contrapartida, o fungo teve máximo alongamento do tubo germinativo a 23°C, 25°C e 27°C. Ainda, vale ressaltar que no Brasil, a germinação de conídios e formação de apressório de *C. acutatum* e *C. gloeosporioides* ocorrem a partir de 5°C podendo ter casos de ocorrência até os 40°C, sendo que, a temperatura ótima ocorre de 22°C a 26°C (LIMA et al., 2011).

Já se tratando da porcentagem de conídios germinados tem-se que a maior taxa ocorreu aos 35°C (apresentando de 60% a 100% de germinação) e a segunda maior foi aos 25°C com 65% dos conídios apresentando crescimento do tubo germinativo, esse resultado em parte se aproxima do obtido por Poltronieri et al. (2013), que relata em sua pesquisa que a maior germinação ocorreu aos 28°C atingindo de 84% a 87% de conídios germinados. Já no trabalho de Maia et al. (2011) os isolados tiveram melhor desenvolvimento germinativo no intervalo de 25°C a 30°C, sendo que, o isolado II se destacou, tendo 70% de germinação.

E por fim, tem-se que o resultado ótimo da germinação obtida na atual pesquisa ocorreu principalmente a 35°C, não estando entre a faixa de temperatura favorável citada pela

maioria dos trabalhos anteriormente, a justificativa para este ocorrido pode estar no fato de este patógeno ser altamente variável, com ampla complexidade taxonômica, sendo que, alguns estudos apontam que isolados da mesma origem geográfica e/ou genótipo hospedeiro apresentou diversidade genética, entretanto, não se comprovou as relações desta alteração gênica com a virulência diferencial (SILVA et al., 2020; ARAUJO e STADNIK, 2013; FIGUEIRÊDO et al., 2012).

No entanto, foi relatado em outra pesquisa que os isolados presentes em diferentes regiões geográficas podem se distinguir, tendo alguns maior agressividade do que os demais presentes em outras localidades. E que o *C. acutatum* isolado de pitomba apresentou pouca variabilidade genética, enquanto *C. gloeosporioides* de maracujá e manga foram mais heterogêneos, ou seja, se encontra maior diversidade gênica entre os fungos que foram isolados de diferentes hospedeiros e/ou que são de diferentes regiões (MEDEIROS et al., 2010). Gupta et al., (2010) também afirmaram em seu trabalho que após avaliar 25 isolados de *C. gloeosporioides* coletados de manga em diferentes zonas agroclimáticas, com subsequente submissão a técnica molecular RAPD, constatou-se que 75% dos isolados tinham similaridade genética e cerca de 20% apresentavam variabilidade.

Sendo assim, ao comparar o resultado obtido no atual trabalho com os desenvolvidos por outros pesquisadores que conseqüentemente estavam expostos a outras condições ambientais, hospedeiros até mesmo de outras espécies e diferentes isolados, o que de certa forma contribui ainda mais para o aumento dessa diversidade encontrada nos representantes do gênero *Colletotrichum*. Pode-se justificar que o comportamento distinto encontrado ao se tratar da porcentagem e do crescimento do tubo germinativo de conídios, ocorreu devido à estas divergências gênicas entre os isolados, que está diretamente ligada com a agressividade e a virulência do patógeno.

5.4. Comportamento dos isolados de *C. gloeosporioides* levando em consideração as três variáveis em estudo (crescimento micelial, esporulação e germinação).

Uma informação abordada por Lima et al. (2011) pode explicar alguns dos resultados obtidos na presente pesquisa, onde o patógeno em estudo possuiu melhor crescimento micelial e esporulação a 25°C, tendo na temperatura de 35°C um dos piores desenvolvimentos para essas características, entretanto, apresentando melhor taxa de germinação nesta última temperatura citada. Esta alteração se deve ao fato de as taxas de germinação sofrerem um aumento conforme se eleva o período de molhamento, fato este que pode ter ocorrido no teste de germinação do presente trabalho, pois para melhorar a visualização microscópica dos tubos germinativos dos conídios dos diferentes isolados, acrescentou-se a cada uma hora de

observação, quantidade de água destilada que variava conforme a umidade observada na placa que estava se analisando.

Além disso, no último tópico do resultado foram citados os isolados que esboçaram comportamento superior aos demais quando expostos aos diferentes testes (crescimento micelial, esporulação e germinação). Essa variação entre isolados da mesma espécie, pode ser explicada pela diferença genética encontrada, o que permitiu que alguns representantes do grupo aumentem sua resistência sendo mais agressivos durante suas ações fisiológicas e patogênicas (GAO et al., 2020).

6. CONCLUSÕES

Conclui-se que, o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* apresenta ampla variação genética, o que permite que haja diferença entre suas ações fisiológicas e/ou patogênicas, observadas em diversos isolados. Sendo assim, várias pesquisas apontam que o patógeno pode ter melhor desenvolvimento micelial, de esporulação e germinação em um intervalo amplo de temperatura, que varia de 20°C a 35°C, ou seja, a resistência e fisiologia dos isolados podem variar a depender da cultura em que o mesmo foi identificado ou até mesmo dos primórdios ambientais em que esteve inserido antes de ir para o estudo *in vitro*, o que pode ter proporcionado ações morfofisiológicas mais ou menos agressivas. No entanto, até o momento o fungo *C. gloeosporioides* não apresentou bom desenvolvimento quando exposto a baixas temperaturas, e sabendo disso, durante o transporte, a venda e o armazenamento das frutíferas e/ou hortaliças pode-se empregar estratégias que exponha estes produtos as menores temperaturas possíveis, visando evitar o aparecimento da antracnose na pós-colheita.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, C. V. M.; GOMES, S. A. S.; BARROS, D. N.; SILVA, M. E. S.; LUCENA, R. M.; SILVA, S. P. Avaliação da influência da temperatura nos parâmetros físico-químicos do subproduto da manga (*Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins) para fins de uso alimentício. **Revista GEAMA – Ciências Ambientais e Biotecnologia**, v. 6, n. 1, p. 51-57, 2020.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDRADE, E. M.; UESUGI, C. H.; UENO, B.; FERREIRA, M. A. S. V. Caracterização morfo-cultural e molecular de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides* patogênicos ao mamoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 21-31, 2007.
- ANSARI, A.; KHANZADA, M. A.; RAJPUT, M. A.; MAITLO, S.; RAJPUT, A. Q.; UJJAN, A. Effect of different abiotic factors on the growth and sporulation of *Colletotrichum gloeosporioides* causing anthracnose of mango. **Plant Protection**, v. 2, n. 1, p. 23-30, 2018.
- ANTONIO, G. L.; JUNIOR, E. J. S.; FISHER, I. H.; FURTADO, E. L.; FIRMINO, A. C. Clonal resistance of rubber tree to *Colletotrichum* spp. **Forest Pathology**, v. 51, n. 3, p. 1-6, 2021.
- ARAÚJO, A. C.; TOLEDO, E. D.; SOARES, W. R. O. Produtos alternativos no controle de *Colletotrichum* spp. isolados de manga e banana. **Multidisciplinary Journal**, v. 5, n. 3, p. 104-112, 2018.
- ARAÚJO, D. O.; MORAES, J. A. A.; CARVALHO, J. L. M. Fatores determinantes na mudança do padrão de produção e consumo da manga no mercado nacional. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 51-73, 2017.
- ARAUJO, L.; STADNIK, M. J. Múltiplos apressórios e tubos de anastomoses conidiais no processo infeccioso de *Colletotrichum gloeosporioides* em macieira. **Bragantia**, v. 72, n. 2, p. 180-183, 2013.
- ARIZPE, S. A.; CEPEDA, G. M. E.; VAZQUEZ, A. J. L.; VELAZQUEZ, G. R.; BADILO, V. M. E.; BAUTISTA, A. A. Natural resistance of two mango '*Mangifera indica*' L. comercial cultivars to anthracnose caused by '*Colletotrichum gloeosporioides*' Penz. Penz. and Sacc. **Australian Journal of Crop Science**, v. 15, n. 8, p. 1198-1203, 2021.
- AWA, O. C.; SAMUEL, O.; OWORU, O. O.; SOSANYA, O. First Report of Fruit Anthracnose in mango caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in Southwestern Nigeria. **International Journal of Scientific & Technology Research**, v. 1, n. 4, p. 30-34, 2012.
- BHARTI, Y.P.; VISHWAKARMA, S.K.; KUMAR, A.; SINGH, A.; SHARMA, M. L.; SHUKLA, D. N. Physiological and Pathological aspects of some new isolates of *Colletotrichum falcatum* causing red rod disease in *Saccharum* spp. Complex. **Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica**, v. 47, n. 1, p. 35-50, 2012.
- BONETT, L. P.; ALMEIDA, M.; GONÇALVES, R. G. A.; AQUINO, T. F.; BERNARDI-WENZEL, J. Caracterização morfo-cultural e infecção cruzada de *Colletotrichum*

gloeosporioides agente causal da antracnose de frutos e hortaliças em pós-colheita. **Ambiência Guarapuava**, v. 6, n. 3, p. 451-463, 2010.

CARVALHO, D. D. C.; ALVES, E.; BATISTA, T. R. S.; CAMARGOS, R. B.; LOPES, E. A. G. L. Comparison of methodologies for conidia production by *Alternaria alternata* from citrus. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 39, n. 4, p. 792-798, 2008.

COELHO, A. F. S.; DIAS, M. S. C.; RODRIGUES, M. L. M.; LEAL, P. A. M. Controle pós-colheita da antracnose da banana-prata anã tratada com fungicidas e mantida sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 1004-1008, 2010.

COSTA, A. N.; COSTA, A. F. S.; CAETANO, L. C. S.; VENTURA, J. A. **Recomendações técnicas para a produção de manga**. Vitória-ES: Incaper, 2008. 56 p. (Documento 155).

COSTA, M. H. D.; PFENNING, L. H.; POZZA, E. A. Occurrence of *Colletotrichum coccodes*, a pathogen of *Solanaceae* in Brazil. **Fitopatologia brasileira**, v. 31, n. 3, p. 315-316, 2006.

DERAL - DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. **Fruticultura: análise da conjuntura**. Paraná-PR: Governo do Estado, 2020. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf> Acesso em: out. 2021.

DEVI, N. N.; SINGH, M. S. Analysis of metabolites from endophytic fungus *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from *Phlogacanthus thyrsoiflorus* Nees. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, v. 23, n. 2, p. 392-395, 2013.

EICH, C.; BRAUN, G. C.; TRAGNAGO, J. L. Observação da perda de produtos hortifrutigranjeiros. **Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 1, p. 58-68, 2020.

ES-SOUFI, R.; KBIACH, M. L. B. E.; ERRABII, T.; SAIDI, R.; BADOUC, A.; CHAVERIAT, L.; MARTIN, P.; LAMARTI, A. Biology and Physiology of *Colletotrichum acutatum* strains causing strawberry's anthracnose. **Agricultural Sciences**, v. 9, n. 1, p. 974-990, 2018.

FERRARI, J. T.; DOMINGUES, R. J.; TOFOLI, J. G.; NOGUEIRA, E. M. C. **Antracnose associada às fruteiras**. São Paulo - SP: Instituto Biológico, 2011. 7 p. (Comunicado Técnico 163).

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese)**. R package version 1.2.0., 2018. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt>> Acesso em: set. 2020.

FIGUEIRÊDO, L. C.; FIGUEIRÊDO, G. S.; QUECINE, M. C.; CAVALCANTI, F. C. N.; SANTOS, A. C.; COSTA, A. F.; OLIVEIRA, N. T.; AZEVEDO, J. L. Genetic and pathogenic diversity of *Colletotrichum gloeosporioides*, the causal agent of cashew anthracnose. **Indian Journal of Fundamental Applied Life Sciences**, v. 2, n. 1, p. 250-259, 2012.

FONSECA, M. J. O.; RAFAEL, D. D.; BARBOSA, H. T. G.; SOARES, A. G.; ALCÂNTARA, I.; RYBKA, A. C. P. **Processamento mínimo de Manga 'Kent' e 'Tommy**

Atkins' cultivadas no semiárido brasileiro. Rio de Janeiro-RJ: EMBRAPA, 2016. 6 p. (Comunicado Técnico 218).

FRIENDLY, M.; FOX, J. **candisc: Visualizing Generalized Canonical Discriminant and Canonical Correlation Analysis.** R package version 0.8-3, 2017. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=candisc>> Acesso em: 14 out. 2020.

GAO, M.; WAN, M.; YANG, L.; ZHAO, M.; LIU, X.; CHEN, J.; LIU, P.; JIANG, L.; LUO, L. Molecular and physiological characterization of *Arabidopsis-Colletotrichum gloeosporioides* pathosystem. **Plant Pathology**, v. 70, n. 1, p. 1168-1179, 2020.

GERUM, A. F. A. A.; SANTOS, G. S.; SANTANA, M. A.; SOUZA, J. S.; CARDOSO, C. E. L. **Fruticultura Tropical: potenciais riscos e seus impactos**, 2019. 28 p. (Documento 232).

GOMES, D. J.; HAFLE, O. M.; GOMES, N. M.; FERNANDES, A. M. M.; MARACAJÁ, P. B. Caracterização morfológica de *Colletotrichum* spp. causador de antracnose em frutos de figo cultivados experimentalmente no perímetro irrigado de São Gonçalo, Sousa-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 4-7, 2015.

GUPTA, V. K.; PANDEY, A.; KUMAR, P.; PANDEY, B. K.; GAUR, R. K.; BAJPAI, V.; SHARMA, N.; SHARMA, S. Genetic characterization of mango anthracnose pathogen *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. by random amplified polymorphic DNA analysis. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 26, p. 4009-4013, 2010.

HUBBALLI, M.; NAKKEERAN, S.; RAGUCHANDER, T.; ANAND, T.; RENUKADEVI, P. Physiological characterisation of *Colletotrichum gloeosporioides*, the incitant of anthracnose disease of noni in India. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 44, n. 11, p. 1105-1114, 2011.

HUNALDO, V. K. L.; HOLANDA, J. S. L.; FREITAS, A. C.; SANTOS, L. H.; XAVIER, T. A. L.; FONTENELE, M. A.; SECCADIO, L. L.; GOMES, P. R. B. Elaboração e avaliação sensorial de néctar misto de maracujá (*Passiflora edulis*), couve de folha (*Brassicaoleracea*) e farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 19859-19867, 2020.

JÚNIOR, H. J. T.; FIRMINO, A. C.; FISCHER, I. H.; FURTADO, E. L.; JÚNIOR, M. N. S. Caracterização de isolados de *Colletotrichum* spp. associados às frutíferas no Estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, v. 41, n. 4, p. 270-280, 2015.

JÚNIOR, H. J. T.; MELLO, M. B. A.; JÚNIOR, N. S. M. Caracterização morfológica e fisiológica de isolados de *Colletotrichum* sp. causadores de antracnose em solanáceas. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 1, p. 71-79, 2006.

JUNIOR, V. B.; AUER, C. G.; WOLF, N. I. Características morfológicas e fisiológicas de isolados de *Colletotrichum* associados à antracnose da erva-mate. **Biofix Scientific Journal**, v. 6, n. 2, p. 120-126, 2021.

JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNQUEIRA, K. P. Principais doenças de Anonáceas no Brasil: descrição e controle. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 55-64, 2014.

KAMLE, M.; KUMAR, P. *Colletotrichum gloeosporioides: pathogen of anthracnose disease in mango (Mangifera indica L.)*. In: KUMAR, P.; GUPTA, V.; TIWARI, A.; KAMLE, M. Current trends in plant disease diagnostics and management practices: Biologia Fúngica. 1. ed. Suíça: Springer, 2016. p. 207-219.

KUGUI, S. K. **Prevalence and incidence of anthracnose of pawpaw (*Carica papaya*), characterization of *Colletotrichum gloeosporioides* and control using plant extracts in baringo and elgeyo-marakwet counties (Kenya)**. Eldoret-Quênia: Thesis presented to the University of Eldoret, 2021. 183 p. Disponível em: <<http://41.89.164.27/handle/123456789/763>> Acesso em: dez. 2021.

LIMA, W. G.; SPÓSITO, M. B.; AMORIM, L.; GONÇALVES, F. P.; FILHO, P. A. M. *Colletotrichum gloeosporioides*, a new causal agent of citrus post-bloom fruit drop. **European Journal of Plant Pathology**, v. 131, n. 1, p. 157-165, 2011.

LUTTRELL, E. S. Parasitism of fungi on vascular plants. **Mycologia**, v. 66, n. 1, p. 1-15, 1974.

MAIA, F. G. M.; ARMESTO, C.; ZANCAN, W. L. A.; MAIA, J. B.; ABREU, M. S. Efeito da temperatura no crescimento micelial, produção e germinação de conídios de *Colletotrichum spp.* isolados de mangueira com sintomas de antracnose. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 205-210, 2011.

MEDEIROS, L. V.; MACIEL, D. B.; MEDEIROS, V. V.; HOLLOU-KIDO, L. M.; OLIVEIRA, N. T. *pelB* gene in isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* from several hosts. **Genetics and molecular research**, v. 9, n. 2, p. 661-673, 2010.

MENEZES, M. Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Anais da Academia Pernambucana de Ciências Agrônômica**, v. 3, n. 1, p. 170-179, 2006.

MILAN, M. D.; PEIXOTO, G. H. S.; MUNIZ, P. H. P. C.; BARBOZA, M. E. S.; CARVALHO, D. D. C. Crescimento in vitro e produção de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides*, ocorrente em mangueira cv. 'Amrapali'. **Anais da Semana de Ciências Agrárias e Jornada da Pós-Graduação em Produção Vegetal**, v. 15, n. 1, p. 171-174, 2018.

OLIVEIRA, G. F.; DUARTE, R. T.; PAZINI, W. C.; GALLI, J.C. Levantamento populacional de inimigos naturais na cultura da manga (*Mangifera indica* L.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 4, p. 576-582, 2013.

OLIVEIRA, N. P. S.; ANGELOTTI, F.; BARROS, J. R. A.; SILVA, R. M.; RÊGO, M. T. C.; OLIVEIRA, F. O. E. C. **Germinação de *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *cepae* em diferentes temperaturas**. Petrolina-PE: EMBRAPA, 2015. 3 p.

PEREIRA, I. S.; ABREU, M. S.; ALVES, E.; FERREIRA, J. B. Estudos histopatológicos da interação *Colletotrichum gloeosporioides* – cafeeiro. **Revista Bragantia**, v. 68, n. 1, p. 117-123, 2009.

PINTO, A. C. Q.; NETO, F. P.; GUIMARÃES, T. G. Estratégias de melhoramento genético da manga visando atender a dinâmica do mercado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, ed. esp. 1, p. 64-72, 2011.

POLTRONIERI, T. P. S.; AZEVEDO, L. A. S.; VERZIGNASSI, J. R.; SILVA, D. E. M. *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de juçara (*Euterpe edulis*) na Mata Atlântica, em Paraty-RJ e Ubatuba-SP. **Summa Phytopathologica**, v. 40, n. 1, p. 88-89, 2014.

POLTRONIERI, T. P. S.; AZEVEDO, L. A. S.; SILVA, D. E. M. Efeito da temperatura no crescimento micelial, produção e germinação de conídios de *Colletotrichum gloeosporioides*, isolados de frutos de palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart). **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 4, p. 281-285, 2013.

QIU, L.; LIU, J.; KUANG, W.; CUI, R.; ZHANG, L.; MA, J. First Report of Anthracnose caused by *Colletotrichum fructicola* on *Loropetalum chinense* in China. **The American Phytopathological Society**, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2021.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>> Acesso em: set. 2020.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; BIANCHIN, V. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011.

SANGEETHA, C. G.; RAWAL, R. D. Temperature requirement of different isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* isolated from mango. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 21, p. 3086-3090, 2010.

SANTOS, A. A. R.; FERREIRA, F. A.; ARAÚJO, J. J.; OLIVEIRA, D. G.; CLEMENTINO, V. D. R. Dinâmicas de inovação: análise das estratégias de inovação do cluster de manga da ride. **Revista de Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 91-114, 2017.

SANTOS, C. A. F.; NETO, F. P. L. Outcrossing rate between ‘Haden’ and ‘Tommy Atkins’ mangoes estimated using microsatellite and AFLP markers. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 8, p. 899-904, 2011.

SERRA, I. M. R. S.; COELHO, R. S. B.; FERRAZ, G. M. G.; MONTARROYOS, V. V.; SILVA, D. S. Diversidade fenotípica e patogênica de *Colletotrichum*, agente causal da antracnose em mangueira, e identificação de espécie. **Summa phytopathologica**, v. 37, n. 1, p. 42-51, 2011.

SHENOY, B. D.; JEEWON, R.; LAM, W. H.; BHAT, D. J.; THAN, P.; TAYLOR, P. W. J.; HYDE, K. D. Morphomolecular characterisation and epitypification of *Colletotrichum capsici* (*Glomerellaceae*, *Sordariomycetes*), the causative agent of anthracnose in chilli. **Fungal Diversity**, v.27, n. 1, p.197-211, 2007.

SIDDIQUI, Y.; ALI, A. *Colletotrichum gloeosporioides* (Anthracnose). In: BAUTISTA-BAÑOS, S. Postharvest Decay: Control Strategies. 1. ed. Yautepec-México: Elsevier, 2014. p. 337-371. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124115521000119>> Acesso em: dez. 2021.

SILVA, D. F. P.; MARTIAS, R. G. P.; SILVA, J. O. C.; CREMASCO, J. P. G.; SALAZAR, A. H.; BRUCKNER, C. H. Alterações nos níveis de antioxidantes em polpa de manga. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 2, p. 26-31, 2014.

SILVA, L. L.; MORENO, H. L. A.; CORREIA, H. L. N.; SANTANA, M. F.; QUEIROZ, M. V. *Colletotrichum*: species complexes, lifestyle, and peculiarities of some sources of genetic variability. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 104, n. 1, p. 1891-1904, 2020.

STRACIERI, J.; PEREIRA, F. D.; SILVEIRA, A. L.; MAGALHÃES, H. M.; GOES, A. Morphocultural and molecular characterization of papaya tree *Colletotrichum* spp. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 19, p. 1755-1764, 2016.

TERAO, D.; BATISTA, D. C.; BARBOSA, M. A. G. **Doenças em pós-colheita de manga**, 2013. 8 p. (Circular Técnica 105).

TOZZE-JUNIOR, H. J.; MELLO, B. A.; MASSOLA JUNIOR, N. S. Caracterização morfológica e fisiológica de isolados de *Colletotrichum* sp. causadores de antracnose em solanáceas. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 1, p. 71-79, 2006.

VALDÉS, L. A.; CONSUEGRA, D. C.; GÓMEZ, A.; CARBALLO, M. E.; CAPOTE, M.; GONZÁLEZ, I.; ALVAREZ, J. M.; ROHDE, W. Caracterización morfológica, cultural y patogénica de aislados de *Colletotrichum* sp. produciendo antracnosis em mango (*Mangifera indica* L.) **Revista Ciencias de la Vida**, v. 26, n. 2, p. 38-51, 2017.

VELOSO, V. R. S.; PEREIRA, A. F.; RABELO, L. R. S.; CAIXETA, C. V. D.; FERREIRA, G. A. Moscas-das-frutas (Diptera, Tephritidae) no Estado de Goiás: ocorrência e distribuição. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 357-367, 2012.

VÍCHOVÁ, J.; STAŇKOVÁ, B.; POKORNÝ, R. First Report of *Colletotrichum acutatum* on Tomato and Apple Fruits in the Czech Republic. **Plant Disease**, v. 96, n. 5, p. 769-lv., 2012.

WEIR, B.; JOHNSTON, P. R.; DAMM, U. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. **Studies in Mycology**, v. 73, n. 1, p. 115-180, 2012.

WURLITZER, N. J.; LIMA, J. R.; ADRIANO, A. F.; DAMIÃO, B. S.; OLIVEIRA, M. F.; SOUZA, A. C. R.; ARAÚJO, I. M. S.; GARRUTI, D. S.; PINTO, C. O.; RYBKA, A. C. P. **Avaliação de Características Físico-Químicas de polpas e sensoriais de sucos de manga das variedades Tommy Atkins, Palmer, Kent e Keitt**. Fortaleza-CE: EMBRAPA, 2019. 22 p. (Boletim 188).

XAVIER, L. M.; PENHA, T. A. M. O desempenho das exportações da manga no Brasil: uma análise de *Constant Market Share*. **Revista de Estudos Anglo-Portugueses**, v. 1, n. 1, p. 66-80, 2021.