



Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(organizador)

# CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS:

Conhecimento e informação

 **Atena**  
Editora  
Ano 2022

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(organizador)



CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA  
E ENGENHARIAS:

Conhecimento e informação

 **Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

Prof<sup>o</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
C569	Ciências exatas e da terra e engenharias: conhecimento e informação / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0853-6 DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.536220612">https://doi.org/10.22533/at.ed.536220612</a>  1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.  CDD 507
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

O e-book: “Ciências Exatas, da Terra e Engenharias: Conhecimento e informação” é constituído por doze capítulos de livros que foram organizados em quatro tópicos: *i)* fitoquímica e produtos naturais; *ii)* educação, meio ambiente e sustentabilidade e; *iii)* análise, estudo e desenvolvimento de ferramentas e materiais para diferentes aplicações.

Os capítulos I e II se constituem em trabalhos de revisão da literatura na qual se investigaram, respectivamente, a capacidade antioxidante de inúmeras espécies de plantas e; as inúmeras doenças encontradas em orquídeas causadas por diferentes espécies de fungos e quais as ferramentas disponíveis para uma identificação mais precisa destes micro-organismos.

O terceiro capítulo apresenta um estudo de caso na qual se avaliou a importância do tutor no processo de ensino-aprendizagem no curso de licenciatura em Física, na modalidade de educação à distância (EAD), da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O capítulo IV se constitui em um estudo no qual se investigou a forma na qual as cidades da microrregião de Maringá/PR tem realizado os levantamentos de georreferenciamento, bem como os procedimentos e os profissionais que atuam no cadastramento de áreas urbanas. Já o capítulo V apresenta um estudo de análise de consumo de energia na Universidade do Estado do Amazonas (UEA) por meio de análise quantitativa que envolveu a iluminação e a climatização das dependências internas da instituição. Por fim, o sexto capítulo apresenta um estudo que avaliou a precipitação pluviométrica no período compreendido entre 01/01/1967 a 31/12/2016 na cidade de Belém/PA.

Os capítulos de VII a XII apresenta trabalhos de diferentes natureza e finalidades, entre os quais: *i)* utilização do *software* TQS (*Software* Definitivo para Engenharia de Estruturas) no cálculo estrutural de diferentes lajes convencionais; *ii)* avaliação dos principais fatores que afetam o desempenho e funcionalidade das máquinas rotativas e as possíveis soluções para melhorias; *iii)* utilização da dosimetria termoluminescente como ferramenta de controle de qualidade no tratamento e/ou diagnóstico de pacientes com câncer; *iv)* utilização da técnica de Monte Carlo na descrição da trajetória de elétrons e fótons em intervalos de energia; *v)* utilização de ferramentas para desenvolvimento e criação de ontologias a serem utilizadas de diferentes formas e; *vi)* reutilização e reciclagem de vidros de para-brisas para a produção de vitrocerâmicas com a adição de diferentes concentrações de pentóxido de nióbio ( $Nb_2O_5$ ).

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.



**CAPÍTULO 1 ..... 1****COMPOSTOS COM CAPACIDADE ANTIOXIDANTE ENCONTRADOS EM PLANTAS MEDICINAIS E SEUS BENEFÍCIOS PARA SAÚDE: UMA REVISÃO**

Sharise Beatriz Roberto Berton

Milena do Prado Ferreira

Jomar Berton Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206121>**CAPÍTULO 2 ..... 7****DOENÇAS COM ETIOLOGIA FÚNGICA EM PLANTAS DA FAMÍLIA ORCHIDACEAE**

Taciana Ferreira dos Santos

Jaqueline Figueredo de Oliveira Costa

Tiago Silva Lima


Cecília Hernandez Ramirez

Jackeline Laurentino da Silva

Maria Jussara dos Santos da Silva

Gaus Silvestre Andrade Lima

Iraíldes Pereira Assunção

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206122>**CAPÍTULO 3 .....35****PAPEL DOS TUTORES NAS PERSPECTIVAS DOS ACADÊMICOS DO CURSO DE FÍSICA (MODALIDADE A DISTÂNCIA) DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ/PR**


Glécilla Colombelli de Souza Nunes

Carolina da Silva Gonçalves

Karina Midori Endo

Lilian Felipe da Silva Tupan

Luciano Gonsalves Costa


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206123>**CAPÍTULO 4 .....49****CADASTRO TERRITORIAL URBANO: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE PROCEDIMENTOS E EXIGÊNCIAS DOS MUNICÍPIOS QUE COMPÕE A MICORREGIÃO DE MARINGÁ, PR**

Adriano Antonio Tronco

Claudia Regina Grégio d'Arce Filetti

Marcelo Luis Chicati


Roney Berti de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206124>**CAPÍTULO 5 .....62****ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM PRÉDIO PÚBLICO – UM ESTUDO DE CASO**

Nayra Gomes Neves

Phellipe Tocchetto Dinardi


Vinícius Cabral de Serra  
Walter Andrés Vermehren Valenzuela

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206125>

**CAPÍTULO 6 .....75**

ANALYSIS OF PRECIPITATION IN BELÉM-PA CITY (PERIOD 1967-2016)


Ronaldo Rosales Mendoza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206126>

**CAPÍTULO 7 .....88**

ANÁLISE COMPARATIVA ESTRUTURAL ENTRE LAJES MACIÇAS CONVENCIONAIS E LAJES NERVURADAS DE CONCRETO ARMADO POR MEIO DE CÁLCULO MANUAL E O SOFTWARE TQS

João Paulo dos Santos Lima


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206127>

**CAPÍTULO 8 ..... 105**

FALHAS NO COMPORTAMENTO DE SISTEMAS ROTATIVOS E POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Jomar Berton Junior


Sharise Beatriz Roberto Berton

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206128>

**CAPÍTULO 9 .....112**

DOSIMETRIA TERMOLUMINESCENTE


Luciana Tourinho Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206129>

**CAPÍTULO 10.....119**

CÓDIGO DE MONTE CARLO APLICADO A RADIOTERAPIA


Luciana Tourinho Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.53622061210>

**CAPÍTULO 11 ..... 129**

FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO E CRIAÇÃO DE ONTOLOGIAS

Henderson Matsuura Sanches

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.53622061211>

**CAPÍTULO 12..... 135**

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE VITROCERÂMICAS OBTIDAS A PARTIR DE PÓ DE VIDRO RECICLADO DE PARA-BRISAS E ADIÇÃO DE Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>


Hiasmim Rohem Gualberto

Mônica Calixto de Andrade

Edgard Poiate Júnior

Luiz Carlos Bertolino

Domenio de Souza Faria

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.53622061212>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 146**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 147**

# DOENÇAS COM ETIOLOGIA FÚNGICA EM PLANTAS DA FAMÍLIA ORCHIDACEAE

*Data de submissão: 09/10/2022*

*Data de aceite: 01/12/2022*

### **Taciana Ferreira dos Santos**

Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0002-6040-8353>

### **Jaqueline Figueredo de Oliveira Costa**

Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0003-0121-699X>

### **Tiago Silva Lima**

Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0003-0882-2677>

### **Cecília Hernandez Ramirez**

Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0002-8639-0470>

### **Jackeline Laurentino da Silva**

Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0002-9870-3673>

### **Maria Jussara dos Santos da Silva**

Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0001-9418-854X>

### **Gaus Silvestre Andrade Lima**

Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0003-2910-5896>

### **Iraíldes Pereira Assunção**

Campus de Engenharias e Ciências  
Agrárias/ Universidade Federal de Alagoas  
<https://orcid.org/0000-0001-5087-0168>

**RESUMO:** As orquídeas são plantas monocotiledôneas, herbáceas e perenes. Por possuírem qualidade miríade, são cultivadas para a comercialização de flores em vasos ou mesmo cortadas, além disso, também são utilizadas na medicina tradicional e algumas espécies de baunilha tem sido destinada a fins alimentícios. O crescimento da popularidade das orquídeas, tem contribuído para o aumento na incidência de doenças na cultura. Diante disso, é fornecida uma breve revisão sobre as doenças provocadas em orquídeas por espécies pertencentes aos gêneros *Colletotrichum*, *Fusarium* e aqueles fungos que fazem parte dos pestalotiídes, com foco nos dados atuais acerca da diagnose, levando em consideração as principais doenças que ocorrem na cultura. A

importância dos fitopatógenos nas orquídeas é discutida e as principais doenças com base no volume de publicações em função da frequência na ocorrência do problema é apresentada. A evolução do método de diagnose dos patógenos na cultura é descrita desde o uso da morfologia até a aplicação de tecnologias multilocus, análise filogenética das espécies e a seleção de genes/ loci em potencial para a identificação é abordada. O futuro do controle dessas doenças dependerá da utilização de ferramentas robustas para a correta identificação desses fitopatógenos. Dessa forma, objetivo desta revisão é fornecer um ponto de partida para explorar mais os métodos de detecção

**PALAVRAS-CHAVE:** *Colletotrichum*, *Fusarium*, Pestalotiídes, Orquídea.

**ABSTRACT:** Orchids are monocotyledonous, herbaceous and perennial plants. Due to their myriad quality, they are cultivated for the commercialization of flowers in vases or even cut, in addition, they are also used in traditional medicine and some species of vanilla have been destined for food purposes. The growing popularity of orchids has contributed to the increase in the incidence of diseases in the culture. In view of this, a brief review is provided on the diseases caused in orchids by species belonging to the genera *Colletotrichum*, *Fusarium* and those fungi that are part of the pestalothiods, focusing on current data on diagnosis, taking into account the main diseases that occur in the crop. The importance of phytopathogens in orchids is discussed and the main diseases based on the volume of publications as a function of the frequency of occurrence of the problem are presented. The evolution of the method of diagnosing pathogens in culture is described from the use of morphology to the application of multilocus technologies, phylogenetic analysis of the species and the selection of potential genes/loci for identification is addressed. The future of controlling these diseases will depend on the use of robust tools for the correct identification of these phytopathogens. Thus, the aim of this review is to provide a starting point to further explore detection methods.

**KEYWORDS:** *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Pestalotioid*, Orchid.

## 1 | INTRODUÇÃO

As orquídeas pertencem a família Orchidaceae, uma das maiores famílias botânicas do mundo (WORD FLORA ONLINE, 2022). São empregadas como plantas ornamentais e nas indústrias de cosméticos, farmacêutica e gastronômica (CHEN et al., 2011; TUAN, 2017; KANLAYAVATTANAKUL et al., 2018; TEOH, 2019; GANTAIT et al., 2021). Essas plantas são populares em todo o mundo devido ao seu fácil cultivo, boa adaptabilidade em ambientes fechados, mas principalmente pela diversidade e beleza de suas flores (MEERA et al., 2016; TONG et al., 2020).

O crescimento na popularidade das orquídeas, tem contribuído para o aumento na incidência de doenças na cultura. O deslocamento de orquídeas de locais onde as doenças são prevalentes para aqueles onde não há a sua ocorrência é uma consequência indesejada do mercado econômico global (SRIVASTAVA et al., 2018). Apesar de muitos países adotarem medidas rígidas para inspecionar material vegetal importado e evitar a entrada de novos patógenos, registros de contaminação podem ocorrer. Plantas produzidas

em Taiwan e no sudeste da Ásia, que tiveram sua entrada permitida nos Estados Unidos, foram contaminadas por *Fusarium* (KAWATE; SEWAKE, 2014).

Naturalmente as orquídeas não são propensas a doenças, uma vez que possuem a capacidade de associações simbióticas com fungos micorrízicos para a captação de moléculas orgânicas (SCHIEBOLD et al., 2018; SCHWEIGER et al., 2019) que garantem a germinação das suas sementes (HERRERA et al., 2017; JIANG et al., 2019; SHAO et al., 2020). Contudo, uma série de doenças já foram descritas e algumas delas podem ser a principal restrição da produção de orquídeas (SWEET; UCHIDA, 2015), sendo que a maioria é ocasionada através da infecção por bactérias (MOON et al., 2016), vírus (SUDHA et al., 2016), fungos e Oomicetos (MAKETON et al., 2015).

Fungos podem causar lesões nas flores, caule, pseudobulbo, raízes e folhas em vários estágios de desenvolvimento (SWEET; UCHIDA, 2015; SILVA-CABRAL et al., 2019; QIN et al., 2020; CAO et al., 2022). Na literatura, existem muitos relatos desses agentes patogênicos afetando diferentes espécies de orquídeas (SWEET; UCHIDA, 2015; QIN et al., 2020; CAO et al., 2022). No Brasil foi diagnosticado a presença de *Colletotrichum* spp. infectando folhas e flores de orquídeas (SILVA-CABRAL et al., 2019; SILVA et al., 2021). Verificou-se também a ocorrência de *Fusarium* spp. provocando a degradação das raízes, queima foliar, podridão do pseudobulbo e podridão da bainha em orquídeas de plantios comerciais no Havaí, um dos principais estados produtores de orquídeas nos Estados Unidos (SWEET; UCHIDA, 2015). Nos últimos anos, espécies de *Pestalotiopsis* e *Neopestalotiopsis* têm sido reportadas na China como agentes causais de doenças em diversos gêneros de orquídeas (WANG et al., 2017; QIN et al., 2020; CAO et al., 2022).

Para manter a qualidade comercial das orquídeas é necessário que se faça a correta identificação desses agentes etiológicos. Por muito tempo a diagnose e a taxonomia de fitopatógenos de orquídeas foi baseada apenas nas características morfológicas (SILVA et al., 2008; FIRMINO; LIMPARINI, 2014; SANTOS et al., 2018). Entretanto, percebeu-se que estas podem levar a controvérsias quanto a identificação de espécies, por não serem suficientemente precisas para separar indivíduos a nível subespecíficos (SUMMEREL, 2019) e, em função disso, técnicas moleculares têm sido amplamente utilizadas por possuírem acurácia elevada (MARIN-FELIX et al., 2017; SUWANNARACH et al., 2018; SILVA-CABRAL et al., 2019; SILVA et al., 2021). Identificar o agente etiológico, conhecer a importância da doença e a intensidade dos danos causados garante o sucesso, durabilidade e a implantação em larga escala de medidas de controle (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Assim, esta revisão fornece um breve panorama da importância e sintomatologia das principais doenças, bem como as que emergem como ameaças ocasionadas por espécies de *Colletotrichum*, *Fusarium* e aquelas pertencentes ao grupo dos pestalotiídeos na cultura da orquídea. Além disso, descrevemos características morfológicas gerais e as técnicas de identificação empregadas atualmente, incluindo os melhores genes para separação a nível de espécies de cada gênero. Essas informações são importantes para compreender

a etiologia das doenças provocadas por esses gêneros fúngicos e estabelecer melhores opções de manejo para a cultura.

## 2 | CULTURA DA ORQUÍDEA

As orquídeas são nativas de todos os continentes, exceto a Antártida. Sua maior diversidade está presente nas regiões tropicais das Américas do Sul e Central, da África e da Ásia Equatorial. De acordo com o Word Flora Online, uma associação desenvolvida por distintas instituições botânicas ao redor do mundo, existem 33.459 nomes de espécies aceitos e 52.607 sinonímias, inseridas em 3.165 gêneros (WORD FLORA ONLINE, 2022). No Brasil, encontra-se uma das maiores floras orquidáceas distribuída de Norte a Sul, representada por 239 gêneros e 2.449 mil espécies (MEMÓRIAS DO INSTITUTO DE BOTÂNICA, 2022).

A ampla distribuição geográfica das orquídeas se deve a sua capacidade de crescer em diferentes habitats. Nesse contexto, essas plantas podem ser classificadas em orquídeas terrestres, rupícolas, saprófitas ou epífitas (PRIGEDEON, 2006). Esse último, compreende o modo de crescimento mais comum e está presente em cerca de 73% das espécies (RODRIGUES, 2011).

As orquídeas pertencem ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta e a família Orchidaceae, dividida em cinco subfamílias: Cyripedioideae, Apostasioideae, Vanilloideae, Orchidoideae e Epidendroideae (ZHAI et al., 2013). Dentre as dezenas de gêneros descritos, destacam-se: *Arundia*, *Sobralia*, *Coelogyne*, *Dendrobium*, *Bulbophyllum*, *Pleurothallis*, *Epidendrum*, *Cattleya*, *Phalaenopsis*, *Vanda*, *Maxillaria*, *Bifrenaria*, *Cymbidium*, *Catasetum*, *Stanhopea*, *Oncidium* e *Ionopsis* (SHIRAKI; DIAZ, 2012).

As espécies da família Orchidaceae são consideradas um dos mais diversos e evoluídos grupos de plantas, apresentando as seguintes características botânicas: raízes fasciculadas, envolvidas por uma epiderme multisseriada constituindo o velame; caule composto por rizoma e pseudobulbos; folhas com nervuras paralela, dispostas disticamente no caule e que variam em tamanho, cor, forma e consistência; inflorescências apresentando uma ou muitas flores, geralmente hermafroditas, com uma estrutura básica de três sépalas e três pétalas, sendo duas iguais e uma modificada, o labelo, que difere das demais pétalas em tamanho, forma e cor e é responsável pela atração e orientação dos agentes polinizadores. O estigma e o estame são unidos formando o ginostêmio. Enquanto que os grãos de pólen estão unidos em uma massa compacta, a polínia; e frutos capsulares quase secos, com três carpelos, sementes minúsculas, embrião rudimentar e sem endosperma (PRIDGEON, 2006; RODRIGUES, 2011; MEMÓRIAS DO INSTITUTO DE BOTÂNICA, 2022).

A extensa diversidade de cores, formatos, tamanhos e fragrâncias das flores, despertam o interesse não só de orquidófilos amadores, mas de orquidicultores e

até pesquisadores em todo o mundo (CHASE, 2009). Além da beleza e diversidade, o surgimento de técnicas de propagação e multiplicação *in vitro* aliada ao seu fácil cultivo são fatores que contribuem para o sucesso da disseminação e comercialização de espécies e híbridos de orquídeas (CHANDANKUMAR, 2009; MAHARJAN et al., 2020; TONG et al., 2020).

A produção de orquídeas representa um tipo de agronegócio em crescente expansão nos mercados nacional e internacional no setor da floricultura (SUZUKI et al., 2014; FARIA; COLOMBO et al., 2015). A orquidicultura equivale a aproximadamente 8% do comércio de flores ornamentais, movimentando cerca de US\$ 20 bilhões a cada ano (REIS, 2011; SUZUKI et al., 2014). No comércio internacional se destacam países como Estados Unidos, China, Japão, Cingapura, Tailândia, Taiwan, Austrália e Grã-Bretanha (THAMMASIRI, 2016). No Brasil, a produção de orquídeas tem aumentado nas diferentes regiões do país (REIS, 2011), contribuindo para o crescimento da floricultura que faturou R\$ 10,9 bilhões em 2021 (IBRAFLO, 2022).

As orquídeas têm sido destinadas a diversas finalidades, incluindo a utilização nas áreas farmacêutica, gastronômica, indústria de cosméticos, flores de corte, plantas ornamentais e em vaso (CHEN et al., 2011; TUAN, 2017; KANLAYAVATTANAKUL et al., 2018; TEOH, 2019; GANTAIT et al., 2021). As espécies do gênero *Cattleya* são consideradas importantes para o mercado de flores por possuírem elevada variabilidade genética que confere diversidade de cores, durabilidade, além de flores com formas e tamanhos atrativos (GALDIANO et al., 2017). Dessa maneira, possuem alto valor no mercado, possibilitando competir de forma promissora nas vendas, em relação a outros gêneros de orquídeas como *Phalaenopsis* e *Dendrobium* (CARDOSO et al., 2016).

Apesar da crescente demanda, alto valor comercial e grande diversidade dessas espécies, existe a necessidade de superar barreiras distintas, entre as quais podem ser citados os problemas fitossanitários (SOUSA, 2010; SWEET; UCHIDA, 2015; CAO et al., 2022).

### 3 | DOENÇAS CAUSADAS POR FUNGOS EM ORQUÍDEAS

Na orquidicultura, problemas fitossanitários podem ser fator limitante significativo para a produtividade. A floricultura está cada vez mais exigente, plantas ou flores com sintomas de doenças ou sinais de ataque de pragas são depreciadas, não atendendo aos padrões de qualidade estabelecidos e cobrados pelo setor (BUAINAIN; BATALHA, 2007; SRIVASTAVA et al., 2018; SILVA et al., 2021).

As espécies de orquídeas podem ser afetadas por muitas doenças, que assumem diferentes graus de importância dependendo do local e principalmente da estação de cultivo. Dentre as principais doenças provocadas por fungos nas orquídeas encontram-se: Murcha de *Fusarium* ou podridão de raiz e pseudobulbo (ocasionada por *Fusarium* spp.);



Antracnose (provocada por *Colletotrichum* spp.); Ferrugem (*Hemileia* sp.); Mofo cinzento (*Botrytis* sp.); Crosta-Negra (*Mycoleptodiscus indicus*); Murcha de Sclerotium ou podridão da base (*Sclerotium rolfsii*); Mancha foliar de *Phyllosticta*, também chamada de mancha das folhas (*Phyllosticta* sp. e *Selenophoma* sp.) e Podridão de raiz (*Thanatephorus cucumeris* e *Rhizoctonia solani*) (KIMATI et al., 2005).

Em um levantamento de doenças em orquídeas realizado no Rio de Janeiro verificou-se que 35,9% das plantas estavam infectadas por fungos, sendo 17% por *Fusarium oxysporum*, 13,2% por *Colletotrichum gloeosporioides*, 1,9% por *Botrytis* sp., 1,9% por *Puccinia* sp. e 1,9 % por *Phyllosticta capitalensis* (KLEIN, 2008). Resultados convergentes foram obtidos no Sul do Bahia, onde Santos (2012) realizou um estudo baseado em caracteres morfológicos de fungos e oomicetos associados a espécies nativas e cultivadas de orquídeas e relatou 25 espécies de fungos, das quais, sete espécies eram parasitas e 18 saprófitas e antagonistas, além de um oomiceto (*Phytophthora palmivora*). A antracnose e a murcha de *Fusarium* ou podridão de raiz e pseudobulbo são as doenças que ocorrem com maior frequência, podendo causar perdas econômicas nas orquídeas (KIMATI et al., 2005; KLEIN, 2008; SANTOS, 2012; SRIVASTAVA et al., 2018; KADIR et al., 2021).

### 3.1 Antracnose nas orquídeas

A antracnose está presente em orquidários do mundo todo e constitui um grave problema para as regiões tropicais e subtropicais. Os sintomas dessa doença geralmente iniciam-se na face adaxial da folha, com o surgimento de lesões escuras, bem definidas, que variam de circular a elíptica quanto a forma. Com o progresso da doença, estas lesões aumentam rapidamente de tamanho, formando grandes manchas que podem coalescer e ocupar uma área significativa do limbo foliar. As manchas apresentam centro deprimido, de coloração castanho-pardacenta e com inúmeros anéis concêntricos escuros. É possível observar a presença de acérvulos no interior dessas lesões, que são pequenos pontos escuros, de onde emerge uma massa de conídios envolta numa matriz mucilaginosa que possui coloração rosada ou alaranjada. Os demais órgãos da planta podem apresentar sintomas, mas com menor frequência. Nas flores, os sintomas caracterizam-se pela ocorrência de pontuações escuras nas pétalas (KIMATI et al., 1997; KLEIN, 2008; MANTOVANI, 2013).

A disseminação da antracnose ocorre através de respingos de água da chuva ou irrigação, a infecção é facilitada por ferimentos e injúrias mecânicas ou bióticas, tais como o frio e a incidência de raios solares nos tecidos da planta, que funcionam como uma porta para a entrada do patógeno. As condições climáticas apropriadas ao desenvolvimento da doença compreendem alta umidade e temperatura ótima entre 20 e 25°C (KIMATI et al., 1997; KLEIN, 2008; MANTOVANI, 2013).

O agente etiológico da antracnose em orquídeas, são espécies de fungos pertencentes ao gênero *Colletotrichum*, relatado em diversas plantas da família Orchidaceae

(CHOWDAPPA et al., 2014; SILVA-CABRAL et al., 2019; FERNANDEZ-HERRERA et al., 2020; SILVA et al., 2021). O banco de informações sobre produtos agroquímicos e afins registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, relata a espécie *C. gloeosporioides* como sendo o agente causal da antracnose, todavia, ainda não existe nenhum produto registrado para o manejo da doença (AGROFIT, 2022).

### 3.1.1 Gênero *Colletotrichum*

O gênero *Colletotrichum*, considerado um dos principais patógenos causadores de doenças em plantas, possui ampla distribuição e capacidade de infectar diversas culturas de importância agrícola (CAMPOS et al., 2021; RIOLO et al., 2021; KANG et al., 2022). Suas espécies são principalmente assexuadas, mas algumas possuem fase teleomórfica e estão inseridas no filo Ascomycota, classe Sordariomycetes, ordem Glomerellales e família Glomerellaceae (RÉBLOVÁ et al., 2011; GIRALDO; CROUS, 2019).

Dentre as principais características morfológicas da fase assexuada de *Colletotrichum* estão: micélio septado; conidióforos pouco desenvolvidos e pequenas células conidiogênicas aglomeradas em forma de frasco, que apresentam conidiogênese enteroblástica; conidioma acervular normalmente pouco desenvolvido e com setas escuras bem desenvolvidas; e conídios hialinos, com formato cilíndrico, fusiforme ou semilunar, de paredes finas e unicelulares que germinam para produzir apressórios marrom-escuros com formatos que variam de circular a irregular (PUTZKE; PUTZKE, 2002; LINS et al., 2007; CANNON et al., 2008; MARÍN-FELIZ et al., 2017; JAYAWARDENA et al., 2020).

O gênero *Colletotrichum* foi relatado pela primeira vez em 1831 por Corda e até meados do século XX sua classificação foi realizada com base na especificidade do hospedeiro, sendo incluso aproximadamente 750 espécies no gênero (CANNON et al., 2012). Em 1957, Von Arx reorganizou a taxonomia de *Colletotrichum* com base na morfologia das espécies e o número de nomes dentro do gênero foi reduzido para 11, mas esse número aumentou gradativamente nos anos seguintes. Em 1980, Sutton realizou estudos a partir das características morfológicas e culturais e aceitou no gênero 22 espécies. No ano 2000, estudos com base na morfologia, avaliação cultural e patogenicidade propiciaram o aumento do número de espécies aceitas para 40 (CANNON et al., 2000).

Com o advento das técnicas moleculares, a distinção das espécies de *Colletotrichum* passou a ser realizada com base na análise do DNA (CANNON et al., 2012). Inicialmente, a maioria dos trabalhos foram baseados em análises da região de espaçadores de transcritos internos de rDNA nuclear (ITS) e caracteres morfoculturais (CAI et al., 2009; HYDE et al., 2009; DAMM et al., 2009; CANNON et al., 2012; SHARMA et al., 2013). Com o passar do tempo, observou-se a necessidade da utilização de outros genes e regiões filogenéticas para a delimitação de espécies dentro do gênero (LÜCKING et al., 2020).

Estudos foram publicados ressaltando a necessidade de análises filogenéticas

multilocus com genes mais informativos e também de epitificação das espécies de *Colletotrichum* (HYDE et al., 2009). Nessa mesma época, concluiu-se que para uma identificação mais precisa e confiável das espécies, o melhor seria a utilização de dados moleculares, morfológicos e fisiológicos, relacionados a patogenicidade, isto é, o uso de uma abordagem polifásica, já que a antiga forma de classificação tornou os limites das espécies ambíguos e confusos (CAI et al., 2009).

Dessa maneira, análises filogenéticas multilocus tornaram-se normas. Para a delimitação da maioria das espécies de *Colletotrichum* tem sido utilizado combinações de seqüências que englobam: actina (ACT), calmodulina (CAL), quitina sintetase (CHS-1), gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase (GAPDH), histone-3 (HIS-3), glutamina sintetase (GS), superóxido dismutase de manganês (SOD),  $\beta$ -tubulina (TUB) e a região ITS (CANNON et al., 2012; WEIR et al., 2012).

No entanto, a eficiência destes genes e regiões podem variar de acordo com os diferentes complexos de espécies no gênero (JAYAWARDENA et al., 2016). O gene *gapdh*, por exemplo, já foi indicado como barcode (código de barras) secundário na identificação de *Colletotrichum* spp., pois sua combinação com outros genes permite diferenciar a maioria dos táxons (WEIR et al., 2012) e, por isso, passou a ser empregado como medida inicial na avaliação da diversidade em estudos de identificação de espécies (OLIVEIRA et al., 2018; WACULICZ-ANDRADE et al., 2018). Por outro lado, a região intergênica dos genes *apn2* e *MAT1-2-1* (ApMat) apresenta alta resolução para distinguir as espécies do complexo *C. gloeosporioides*, mas tem sido pouco útil em outros complexos (SILVA et al., 2012; SHARMA et al., 2015). Essa informação converge com o estudo realizado por Vieira et al. (2020), no qual indicam os melhores marcadores moleculares para delimitar espécies dentro de cada complexo de *Colletotrichum*.

Com base nesta nova abordagem, muitas espécies do gênero foram revisadas e tipificadas. Atualmente, são reconhecidas 280 espécies de *Colletotrichum*, dentre elas, 15 são espécies isoladas (*singleton*) e as outras 265 espécies estão agrupadas em um dos 16 complexos reconhecidos: *C. gloeosporioides*, *C. gigasporum*, *C. boninense*, *C. acutatum*, *C. graminicola*, *C. caudatum*, *C. spaethianum*, *C. destructivum*, *C. dematium*, *C. truncatum*, *C. orbiculare*, *C. dracaenophilum*, *C. magnum*, *C. agaves*, *C. orchidearum* e *C. bambusicola* (JAYAWARDENA et al., 2021; TALHINHAS; BARONCELLI, 2021; LIU et al., 2022).

Na família Orchidaceae existem 28 espécies relatadas que estão associadas a *Colletotrichum*. Cerca de 36 espécies distribuídas em 9 complexos de *Colletotrichum* foram identificadas em orquídeas (TALHINHAS et al., 2021). De acordo com a literatura, as espécies do complexo *C. gloeosporioides* estão entre as que mais ocorrem na cultura. O complexo *C. gloeosporioides* foi relatado em *Coelogyne graminifolia*, *Cymbidium* sp. var. *wondrous*, *Dendrobium chrysotoxum*, *Phaelonopsis* sp. e em um *Cymbidium* híbrido na Índia (CHOWDAPPA et al., 2012). A espécie *C. gloeosporioides* também foi encontrada causando doença em folhas de *Vanda* sp. no sudeste da China (YOU LIAN et al., 2011) e

em *Cattleya* sp., *Cymbidium* sp., *Dendrobium* sp., *Oncidium* sp., *Stanhopea* sp., *Encyclia* sp. e *Vanilla planifolia* (CANNON et al., 2008; TALUBNAK; SOYTONG, 2010; HUANG et al., 2012; PARK et al., 2013; MARTÍN-MEX et al., 2017). Na região nordeste do Brasil, as espécies *C. tropicale* e *C. fruticosa* foram relatadas em *Cattleya* sp. e *Phalaenopsis* sp. (SILVA-CABRAL et al., 2019). Além disto, outras espécies pertencentes ao complexo *C. gloeosporioides* foram registradas ocasionando sintomas de antracnose em plantas da família Orchidaceae (YOULIAN et al., 2011; SILVA-CABRAL et al., 2019).

No complexo *C. orchidearum*, a espécie *C. orchidearum* é relatada de forma recorrente em orquídeas, em pelo menos 14 gêneros deste grupo de plantas (SACCARDO; SACCARDO, 1906; TROTTER; CASH, 1972; YOULIAN et al., 2011; XU et al., 2016; DAMM et al., 2018). Entretanto, parte dessas identificações foram baseadas na morfologia do patógeno e na ocorrência do gênero no hospedeiro. Em relação a identificação molecular, aplicando filogenia multilocus, existem registros apenas de *C. orchidearum* em *Eria stellata*, *Pleurothallis tubata*, *Cymbidium pendulum*, *Oncidium* spp., *Dendrobium nobile*, *Phalaenopsis* sp., *Vanda* sp., *Cymbidium hookerianum* e *Cattleya* sp. (YOULIAN et al., 2011; DAMM et al., 2018). Além disso, *C. cliviicola*, *C. vittalense* e *C. cattleyicola* também foram identificadas molecularmente em Orchidaceae (CHOWPPADA et al., 2014; DAMM et al., 2018).

No complexo *C. boninense* algumas espécies foram detectadas atuando como agente etiológico de antracnose em orquídeas. *Colletotrichum cymbidiicola* é específico da família Orchidaceae e foi inicialmente registrado em *Cymbidium* spp., mas também ocorre em *Coelogyne elata* e *Dendrobium pendulum* (CHOWPPADA et al., 2014; LIU et al., 2018; PARK et al., 2020). A espécie *C. karstii* foi encontrada em *Phalaenopsis* sp. nos Estados Unidos, em *Dendrobium nobile* no México e em *Cattleya walkeriana* no Brasil (JADRANE et al., 2012; FERNANDEZ-HERRERA et al., 2020; SILVA et al., 2021). *Colletotrichum boninense* também já foi associado a antracnose em Orchidaceae (YOULIAN et al., 2011; GANG et al., 2013).

Outra espécie que infecta uma ampla gama de plantas pertencentes a família Orchidaceae é *C. orchidophilum*, uma espécie única e descrita a partir de fungos isolados de orquídeas (DAMM et al., 2018). Essa espécie é restrita a família Orchidaceae no Reino Unido, Estados Unidos, Panamá e China (DAMM et al., 2012). Além disso, *C. orchidophilum* é importante por estar intimamente relacionada ao complexo de *C. acutatum*, sendo utilizada como um grupo externo de referência na construção de árvores filogenéticas de espécies de *C. acutatum* (BARONCELLI et al. 2017). No Canadá, devido sua importância, o genoma de *C. orchidophilum* cepa IMI 309357 foi sequenciado usando sequenciamento Illumina pela McGill University and Genome (BANKEVICH et al. 2012).

### 3.2 Podridão de raiz e pseudobulbo

A podridão ocasionada por *Fusarium* spp., ocorre em muitas ornamentais de jardins

populares e estufa, podendo danificar as plantas em qualquer fase de produção (GULLINO et al., 2002). Vários gêneros de orquídeas como *Cattleya*, *Cymbidium*, *Dendrobium* e *Phalaenopsis* têm se mostrado suscetíveis a essa doença (KIM et al., 2002; PEDROSO-DE-MORAES et al., 2011; MOHD et al., 2021). *Fusarium* spp. frequentemente afetam plantas e brotos jovens. As mudas são rapidamente mortas pelo fungo, enquanto as orquídeas sobreviventes continuam sendo afetadas pelo patógeno, que pode provocar a morte de várias plantas e causar perdas severas (SRIVASTAVA et al., 2018).

A infecção por *Fusarium*, geralmente, acarreta manchas, requeima ou podridão foliar, apodrecimento da bainha e do meristema apical. Os sintomas manifestam-se inicialmente pela raiz e colo da planta, por onde os fungos penetram e vão evoluindo de modo ascendente até alcançarem o pseudobulbo e, posteriormente, a região do limbo foliar. Nas folhas, os sintomas iniciam com o aparecimento de manchas cloróticas, circulares, de 2 a 5 mm, que progridem para lesões necróticas, pequenas e deprimidas, com coloração variando de marrom a marrom-escuro. Em infecções graves, essas manchas coalescem e impedem o crescimento da parte aérea (SWETT; UCHIDA, 2015). As folhas podem se tornar flácidas, se desprendendo do pseudobulbo, que por sua vez, em pouco tempo perde a turgescência e morre (KIMATI et al., 2005). Se apenas as folhas jovens são afetadas e o meristema apical escurece e morre, as folhas mais velhas permanecem verdes. As folhas são infectadas quando jovens e a gravidade da doença depende da idade e dos níveis de umidade dos brotos (LEONHARDT; SEWAKE, 1999; KAWATE; SEWAKE, 2014). A presença de fileiras com três a quatro manchas na superfície da folha é uma característica típica de infecções causadas por *Fusarium* (KAWATE; SEWAKE, 2014).

Nas Bainhas, surgem pequenas manchas escuras que evoluem para a podridão, em ambientes úmidos (LEONHARDT; SEWAKE, 1999). Os brotos jovens infectados produzem bastões curtos e não florescem quando maduros ou podem apodrecer completamente (KAWATE; SEWAKE, 2014). As flores também são afetadas, desenvolvendo manchas necróticas ovais e marrom-escuras (LEONHARDT; SEWAKE, 1999; KAWATE; SEWAKE, 2014). As espécies de *Fusarium* ficam nos feixes vasculares da planta, o que acelera o processo da doença e culmina, na maioria das vezes, na morte da planta (KIMATI et al., 2005; MOHD et al., 2021).

A doença é disseminada através dos conídios e ascósporos do fungo (DOOHAN et al., 2003). Esses esporos podem se dispersar pelo vento e respingos de água da chuva e principalmente de irrigação (ICHIKAWA et al., 2003). Insetos e ferramentas também espalham a doença à medida que entram em contato com algum material infectado, se deslocando em seguida para novas plantas (AGRIOS, 2000). Quando fungos do gênero *Fusarium* são introduzidos em viveiros, estufas, jardins ou campos, são capazes de sobreviver durante vários anos no solo, independentemente da presença da planta hospedeira na área. A maioria das espécies deste gênero é disseminada por meio do solo, podendo causar doenças em mudas ou plantas enfraquecidas (SUMMERELL et al., 2003).

A incidência de doenças provocadas por *Fusarium* em orquídeas tem aumentado constantemente em todo o mundo, sendo consideradas um dos principais fatores limitantes para a produção de orquídeas de alta qualidade, desafiando gerentes de fazendas e viveiro a conceber e implementar programas de manejo eficientes para controlar as espécies patogênicas deste fungo (WEDGE; ELMER, 2008).

### 3.2.1 Gênero *Fusarium*

O gênero *Fusarium* é amplamente distribuído no solo e está entre os fungos mais estudados e importantes do mundo (LESLIE; SUMMERELL, 2006). Parte das espécies do gênero se comportam como patógenos de plantas, incluindo várias culturas de interesse agrícola (SANTIAGO et al., 2018; AVILA et al., 2019; OKELLO et al., 2020; AMARAL et al., 2022). Além disso, são potenciais produtores de uma variedade de micotoxinas, algumas delas prejudiciais a animais e humanos (DESJARDINS 2006; LESLIE; SUMMERELL, 2006). Membros do gênero também tem sido cada vez mais observados como agentes de infecção oportunistas em humanos imunossuprimidos (CHIEWCHANVIT et al., 2017; ARNONI et al., 2018).

Em plantas da família Orchidaceae, o gênero *Fusarium* foi relatado atuando como patógenos e não patógenos. As espécies não patogênicas de *Fusarium* associadas as orquídeas auxiliam na germinação das sementes e na coloração das plântulas (VUJANOVIC et al., 2000) e podem ser usadas para controlar a murcha de *Fusarium* em algumas culturas (ALABOUVETTE et al., 1993). Já as espécies patogênicas utilizam diversas estratégias de infecção, mas são consideradas hemibiotróficas capazes de fazer a mudança para necrotróficas, dependendo de estímulos ambientais e metabólitos específicos (PERFECT et al., 2001).

A maioria das espécies de *Fusarium*, particularmente as fitopatogênicas, apresentam fase sexual e assexual. Na fase sexual ocorre a produção de ascósporos dentro de peritécios e é mais difícil de ser encontrada. A fase assexual é mais comum e entre as suas principais características estão a formação de macroconídios que podem variar quanto a forma e número de septos, microconídios e esporodóquio. Os macroconídios, são os mais importantes caracteres morfológicos usados na identificação de espécies de *Fusarium* (LESLIE; SUMMERELL, 2006). Algumas espécies possuem capacidade de produzir esporos de sobrevivência de paredes espessas, os clamidósporos, estruturas especializadas que permanecem viáveis por anos em partes de plantas, no solo ou substrato (SUMMERELL et al., 2003).

O gênero *Fusarium* pertence a família Nectriaceae, compreendendo aproximadamente 300 espécies filogeneticamente distintas, agrupadas em 20 complexos e nove linhagens monotípicas (O'DONNELL et al., 2015). Sua identificação pode ser realizada com base nos caracteres morfológicos, mas para chegar a nível de espécie o

diagnóstico se torna mais complexo, sendo necessário a realização de isolamento do fungo, obtenção de cultura pura, avaliação morfológica, extração de DNA, sequenciamento de genes informativos e análise filogenética para determinar a identidade da espécie (HAN et al., 2015; AVILA et al., 2019; O'DONNELL et al., 2022). Os genes comumente sequenciados para *Fusarium* incluem fator de alongamento de translocação-1 $\alpha$  (*tef-1 $\alpha$* ), RNA polimerase 1 e 2 (RPB1 e RPB2),  $\beta$ -tubulina (*tub*) e histona (*his*) (HAN et al., 2015; AVILA et al., 2019; SUMMEREL, 2019; O'DONNELL et al., 2022). A sequência resultante é comparada com sequências de isolados de referência de espécies relacionadas disponíveis em banco de dados. Existem dois bancos de dados específicos para *Fusarium*, o Fusarium MLST no Westerdijk Institute (<http://www.westerdijkinstitute.nl/fusarium/>) (O'DONNELL et al., 2010) e o Fusarium ID na Pennsylvania State University (<http://isolate.fusariumdb.org/guide.php>) (TORRES-CRUZ et al., 2022), além das sequências de *Fusarium* disponíveis no GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>).

O gene *tef-1 $\alpha$*  tem sido recomendado como barcode para a identificação de espécies de *Fusarium*, juntamente com o sequenciamento de RPB1 e/ou RPB2 com a finalidade de confirmar essa identificação (SUMMEREL, 2019). Na literatura, alguns autores utilizaram a região espaçadora transcrita interna do gene ribossomal (ITS) na identificação de *Fusarium* spp. em orquídeas (LATIFFAH et al., 2009; LAURENCE et al., 2016; KADIR et al., 2021), mas, embora ITS seja um importante código de barras de DNA padrão para fungos, é pouco informativo para muitas espécies de *Fusarium* e, assim, como regra geral, não deve ser utilizado para identificação de espécies em *Fusarium* (SUMMEREL, 2019).

Em orquídeas, *Fusarium* como patógeno, foi relatado em diferentes estudos e locais ao redor do mundo. Dentre as espécies de *Fusarium* que ocasionam doenças foliares e radiculares em orquídeas estão *F. oxysporum*, *F. proliferatum*, *F. solani*, *F. subglutinans* e *F. sachari*. Também é comum a ocorrência de mais de uma espécie no mesmo local, provocando sintomas semelhantes (ICHIKAWA; AOKI, 2000; LATIFFAH et al., 2009; SHAKIRAH et al., 2013; SRIVASTAVA, 2018; SWETT; UCHIDA, 2015; DEKHAM et al., 2020).

A espécie *F. oxysporum* é considerada a mais descrita e uma das mais destrutivas em orquídeas, sendo reportada como patógeno em *Cattleya*, *Cymbidium*, *Dendrobium*, *Miltonia*, *Oncidium* e *Phalaenopsis* (KIM et al., 2002; PEDROSO-DE-MORAES et al., 2011; SRIVASTAVA, 2018; SWETT; UCHIDA, 2015). A forma especial *cattleya* de *F. oxysporum* foi reportada em híbridos de *Cattleya* no Brasil (PEDROSO-DE-MORAES et al., 2011).

Existem relatos de *F. proliferatum* causando doenças em partes distintas de orquídeas, como mancha foliar em *Cymbidium*, *Odontioda*, *Dendrobium* e *Cattleya*, e podridão de caule e raiz em *Dendrobium*, *Cymbidium* e *Phalaenopsis*. Esses registros foram realizados em diferentes países, dentre eles estão Japão, Malásia e Estados Unidos (ICHIKAWA; AOKI, 2000; LATIFFAH et al., 2009; ZAKARIA et al., 2009; SWETT; UCHIDA, 2015; SRIVASTAVA, 2018).

*Fusarium solani* também foi encontrado ocasionando mancha foliar e podridão da bainha e pseudobulbo em *Cymbidium* (BENYON et al., 1996), *Dendrobium* (LATIFFAH et al., 2009) e *Miltonia* (SRIVASTAVA, 2018). Além disso, essa espécie está associada a podridão radicular e de pseudobulbo de *Cymbidium* no Japão (ICHIKAWA; HEIDEKI, 1998). Uma nova forma *specialis* de *F. solani* foi relatada como o agente etiológico de manchas nas folhas de *Phalaenopsis* no Taiwan e na Austrália, identificado como *F. solani* f. sp. *phalaenopsis* (CHUNG et al., 2011; LAURENCE et al., 2016).

A espécie *F. subglutinans*, anteriormente relatada como *F. moniliforme* var. *subglutinans* (LESLIE; SUMMERELL, 2006) causa mancha foliar e ferrugem de flores em *Cymbidium* (BROADHURST; HARTILL, 1996; ICHIKAWA; AOKI, 2000). A espécie também foi descrita como patogênica a *Dendrobium* nos EUA em 2015, entretanto, a identificação das espécies não foi confirmada mediante análise molecular (SWETT; UCHIDA, 2015).

### 3.3 Mancha foliar de Pestalotiopsis

Manchas causadas por *Pestalotiopsis* spp. foram observadas em diversas culturas como eucalipto, palma, morango, uva, mirtilo, jaca, ameixa, abacate, macadâmia, seringueira, antúrio e flores tropicais (AYOUBI et al., 2016; MAHARACHCHIKUMBURA et al., 2016; CONFORTO et al., 2019; RODRÍGUEZ-GÁLVEZ et al., 2020; PORNURIYA et al., 2020; DAENGSUWAN et al., 2021; DARAPANIT et al., 2021; PRASANNATH et al., 2021; CAO et al., 2022). Essa doença também tem sido descrita em espécies de plantas pertencentes ao grupo das orquídeas (QIN et al., 2020; CAO et al., 2022).

Em *Dendrobium officinale* os sintomas iniciam como pequenas manchas pretas circulares e, com o progresso da doença, o centro das lesões torna-se deprimido e a borda escurecida (CAO et al., 2022). A mancha de Pestalotiopsis foi relatada na China afetando aproximadamente 20% das orquídeas cultivadas em uma estufa localizada na Província de Zhejiang, considerada o principal centro de produção de *D. officinale* do país (CAO et al., 2022).

Na espécie *Paphiopedilum micranthum*, a doença é caracterizada pela ocorrência de manchas marrons nas folhas e pela seca gradual dos tecidos ao redor dessas manchas, que se expandem e formam áreas necróticas. Em casos graves, as áreas necróticas coalescem e surge uma grande área de podridão seca na superfície das folhas, prejudicando o valor comercial dessas ornamentais. Esta doença foi observada durante todo o ano de 2018 em Nanning e vem se espalhando em outras partes da província de Guangxi, na China, com incidência máxima de aproximadamente 30% nos meses de julho e agosto (QIN et al., 2020). A mancha foliar de Pestalotiopsis em orquídeas pode ser ocasionada por fungos pestalotiídeos (QIN et al., 2020; CAO et al., 2022).

#### 3.3.1 Fungos pestalotiídeos

Os pestalotiídeos são fungos comuns com características morfológicas assexuadas



e agrupados na família Amphisphaeriaceae (LEE et al., 2006; MAHARACHCHIKUMBURA et al., 2014). Tanto *Pestalotiopsis*, como *Neopestalotiopsis* e *Pseudopestalotiopsis* podem ser comumente encontrados como endófitos, patógenos de plantas e produtores de metabólitos com aplicações agrícolas, industriais e medicinais (XU et al., 2020; GUALBERTO et al., 2021; AHMADI, 2022).

O grupo dos fungos pestalotiídeos teve início quando Steyaert em 1949, dividiu *Pestalotia* com base na forma dos conídios em *Pestalotia*, *Pestalotiopsis* e *Truncatella*. O gênero *Pestalotia* possuía uma única espécie, *P. pezizoides*, descrita a partir de caules e folhas de *Vitis vinifera* coletada na Itália e que apresenta conídios de 6 células, sendo as quatro células medianas marrom-oliváceas e os terminais hialinas (MAHARACHCHIKUMBURA et al., 2014). Já o gênero *Pestalotiopsis* foi designado para espécies com conídios de 5 células e *Truncatella* para as que possuem 4 células. *Pestalotia* e *Truncatella* foram mantidos como gêneros com 6 e 4 células, respectivamente, enquanto *Pestalotiopsis* foi dividido com base no número de apêndices apicais em seções, que por sua vez foram separadas em subdivisões (STEYAERT, 1949).

Essas subdivisões foram baseadas na morfologia dos conídios, que foram classificados em concolores ou versicolorosos e em conídios fusóides ou claviformes. Os concolores são os conídios que tem as células medianas igualmente pigmentadas, já os versicolorosos correspondem aqueles que apresentam as duas células medianas superiores mais escuras do que a célula mediana inferior. Os conídios fusóides ou claviformes podem possuir apêndices apicais ramificados e espatulados ou não ramificados e não espatulados (STEYAERT, 1949).

Posteriormente, Guba (1961) descreveu 220 espécies e dividiu *Pestalotia* com base na forma dos conídios, cor, posição e natureza das células, propondo que *Pestalotiopsis* e *Truncatella* eram sinônimas sob *Pestalotia* e que não existia justificativa para a criação de outros gêneros. Além do mais, Dube e Bilgrami (1965) também enfatizaram que não havia distinção clara referente a morfologia dos conídios de *Pestalotia*, *Pestalotiopsis* e *Truncatella*, dessa maneira acharam plausível manter todas as espécies em *Pestalotia*. No entanto, Steyaert (1961, 1963), forneceu mais provas que assegurava a divisão de *Pestalotia*, argumentando que *Pestalotiopsis*, *Truncatella* e *Pestalotia* foram distinguidos com base em um conjunto de caracteres.

Sutton (1980) aceitou que esses gêneros se encaixam em grupos bem definidos, contudo, identificou problemas na taxonomia de *Pestalotiopsis*. Mais tarde, Nag Raj (1985, 1993) avaliou a necessidade de redistribuir muitas espécies pertencentes a *Pestalotia* para outros gêneros e preferiu adotar um conceito mais amplo para *Pestalotiopsis* em comparação ao de Steyaert (1949), incluindo formas com conídios de 3 septos (JEEWON et al., 2003). Todavia, a espécie tipo de *Pestalotiopsis* é *P. guepinii*, isolada de caules e folhas de *Camellia japonica* coletada na França, possuindo conídios com cinco células, sendo as três células medianas concolores e a terminal hialina (STEYAERT, 1949). Diante disso,

Nag Raj (1985) pontuou a importância de reexaminar o material tipo de *Pestalotiopsis* e os gêneros relacionados e redescreveu a espécie *Pestalotiopsis maculans*, considerando-a como tipo genérico de *Pestalotiopsis* e sinônimo de *P. guepinii*.

Em 2003, com a observação de características das células medianas associadas a análise da região ITS, surgiu o primeiro indicativo de que os membros de *Pestalotiopsis* não pertencem a um único táxon (JEEWON et al., 2003). Porém, foi somente em 2014 que a taxonomia de *Pestalotiopsis* foi reorganizada, a partir da combinação de análises filogenéticas multilocus da região ITS e dos genes *tub2* e *tef1- $\alpha$*  em conjunto com as características morfológicas dos conídios, principalmente a cor das células medianas e das células conidiogênicas. Com isso, dois novos gêneros, *Neopestalotiopsis* e *Pseudopestalotiopsis*, segregaram de *Pestalotiopsis* e foram introduzidos no táxon (MAHARACHCHIKUMBURA et al., 2014).

Estes três gêneros são anamórficos e apresentam diferenças morfológicas sutis. *Pestalotiopsis* possui conídios contendo cinco células, retos ou levemente curvados, fusiformes, elipsóides, com três células medianas marrons, células apical e basal hialinas e dois ou mais apêndices apicais (JEEWON et al. 2002; MAHARACHCHIKUMBURA et al., 2014). Já *Neopestalotiopsis*, apresenta células medianas versicolorosas e provavelmente evoluiu de *Pseudopestalotiopsis*, que possuem células medianas concolores (MAHARACHCHIKUMBURA et al., 2014).

Apesar dos pestalotioides (*Pestalotiopsis*, *Pseudopestalotiopsis* e *Neopestalotiopsis*) ocasionarem doenças em uma ampla gama de hospedeiros e consequente perdas em culturas economicamente importantes, ainda não foram devidamente reconhecidos (AYOUBI; PARI, 2016). Espécies representativas de *Pestalotiopsis*, *Pseudopestalotiopsis* e *Neopestalotiopsis* tem sido descritas como endofíticas (ALADE et al., 2018; ZHOU et al., 2018), saprófitas (COSTA et al., GUSMÃO, 2015; JEEWON et al., 2013; MAHARACHCHIKUMBURA et al., 2014) e agentes causadores de doenças em frutos e folhas (AYOUBI; SOLEIMANI, 2016; JAYAWARDENA et al., 2016; MORALES-RODRÍGUEZ et al., 2019; PORNURIYA et al., 2020; SHU et al., 2020; ZHAO et al., 2020).

Em orquídeas, apenas os gêneros *Pestalotiopsis* e *Neopestalotiopsis* foram associados a sintomas de mancha foliar (QIN et al., 2020; CAO et al., 2022). Uma espécie nova de *Pestalotiopsis* foi relatada em *Bulbophyllum thouars* na província de Guangxi, localizado na China (WANG et al., 2017). Nesse mesmo local, *N. saprophytica* foi isolado de folhas de *Paphiopedilum micranthum* coletadas em jardins do condado de Leye (QIN et al., 2020). Ainda na China, recentemente ocorreu o relato da espécie *N. clavispora* causando sintomas nas folhas de *Dendrobium officinale*, uma das orquídeas mais usadas na medicina tradicional chinesa (CAO et al., 2022).

## REFERÊNCIAS

AGRIOS, George N. **Plant pathology**. Elsevier, 2005.

AGROFIT/MAPA – SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS. Disponível em: < [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso: Outubro, 2022.

ALABOUVETTE, C.; LEMANCEAU, P.; STEINBERG, C. Recent advances in the biological control of *Fusarium* wilts. **Pesticide Science**, v. 37, n. 4, p. 365-373, 1993.

ALADE, G. O.; MOODY, J. O.; BAKARE, A. G.; AWOTONA, O. R.; ADESANYA, S.; LAI, D.; PROKSCH, P. Metabolites from endophytic fungus; *Pestalotiopsis clavispora* isolated from Phoenix reclinata leaf. **Future Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 4, n. 2, p. 273-275, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.fjps.2018.10.001>

AHMADI, S. Antibacterial and antifungal activities of medicinal plant species and endophytes. **Cellular, Molecular and Biomedical Reports**, v. 2, n. 2, p. 109-115, 2022. <https://doi.org/10.55705/cmbr.2022.340532.1042>

AMARAL, A. C. T.; KOROIVA, R.; DA COSTA, A. F.; LIMA, C. S.; OLIVEIRA, N. T. First report of *Fusarium lacertarum* as the causal agent of wilt in *Vigna unguiculata*. **Journal of Plant Pathology**, v. 104, n. 1173, 2022. <https://doi.org/10.1007/s42161-022-01146-7>

ARNONI, M. V.; PAULA, C. R.; AULER, M. E.; SIMÕES, C. C. N.; NAKANO, S.; SZESZS, M. W.; RUIZ, L. D. S. Infections caused by *Fusarium* species in pediatric cancer patients and review of published literature. **Mycopathologia**, v. 183, n. 6, p. 941-949, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11046-018-0257-6>

AYOUBI, N.; SOLEIMANI PARI, S. Morphological and molecular identification of *Neopestalotiopsis mesopotamica* causing tomato fruit rot. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 123, n. 6, p. 267-271, 2016. <https://doi.org/10.1007/s41348-016-0042-z>

AYOUBI, N.; SOLEIMANI, M. J. Strawberry fruit rot caused by *Neopestalotiopsis iranensis* sp. nov., and *N. mesopotamica*. **Current microbiology**, v. 72, n. 3, p. 329-336, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00284-015-0955-y>

AVILA, C. F.; MOREIRA, G. M.; NICOLLI, C. P.; GOMES, L. B.; ABREU, L. M.; PFENNING, L. H.; DEL PONTE, E. M. *Fusarium incarnatum-equiseti* species complex associated with Brazilian rice: Phylogeny, morphology and toxigenic potential. **International Journal of Food Microbiology**, v. 306, p. 108-267, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108267>

BARONCELLI, R.; SUKNO, S. A.; SARROCCO, S.; CAFÀ, G.; LE FLOCH, G.; THON, M. R. Whole-genome sequence of the orchid anthracnose pathogen *Colletotrichum orchidophilum*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 31, n. 10, p. 979-981, 2018. <https://doi.org/10.1094/MPMI-03-18-0055-A>

BENYON, F.; SUMMERELL, B. A.; BURGESS, L. W. Association of *Fusarium* species with root rot of *Cymbidium orchids*. **Australasian Plant Pathology**, v. 25, n. 4, p. 226-228, 1996. <https://doi.org/10.1071/AP96041>

BROADHURST, P. G. Occurrence of *Fusarium subglutinans* on *Cymbidium orchids* in New Zealand. **Plant Disease**, v. 80, p. 711, 1996.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. (Coord.). **Cadeias Produtivas de Flores e Mel**. Brasília: IICA/ MAPA/SPA, 2007. 140 p. (Série Agronegócios).

CAI, L.; HYDE, K. D.; TAYLOR, P. W. J.; WEIR, B.; WALLER, J. M.; ABANG, M. M.; ZANG, J. C.; YANG, Y. L.; PHOULIYONG, S.; PRIHASTUTI, Z. Y.; SHIVAS R. G.; MCKENZIE, E. H. C.; JOHNSTON, P. R. A polyphasic approach for studying *Colletotrichum*. *Fungal Divers*, v. 39, p.183–204, 2009.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. John Wiley & Sons., 1990.

CAMPOS, L. J. M.; DE ALMEIDA, R. E. M.; DA SILVA, D. D.; COTA, L. V.; NAOE, A. M. L.; PELUZIO, J. M.; DA COSTA, R. V. Physiological and biophysical alterations in maize plants caused by *Colletotrichum graminicola* infection verified by OJIP study. **Tropical Plant Pathology**, v. 46, n. 6, p. 674-683, 2021. <https://doi.org/10.1007/s40858-021-00465-x>

CANNON, P. F.; BRIDGE, P. D.; MONTE, E. **Linking the past, present and future of *Colletotrichum* systematics**. In: Prusky D, Freeman S, Dickman MB (eds) *Colletotrichum: host specificity, pathology and host-pathogen interaction*. APS Press, St. Paul, pp 1–20. 2000.

CANNON, P. F.; BUDDIE, A. G.; BRIDGE, P. D. The typification of *Colletotrichum gloeosporioides*. **Mycotaxon**, v. 104, p. 189-204, 2008.

CANNON, P.F.; DAMM, U.; JOHNSTON, P. R.; WEIR, B. S. *Colletotrichum*-current status and future directions. **Studies Mycology** v. 73, p. 181–213, 2012. <https://doi.org/10.3114%2Fsim0014>

CAO, P.; FANG, Y.; ZHENG, Z.; HAN, X.; ZOU, H.; X. YAN. Occurrence of *Neopestalotiopsis clavispora* Causing Leaf Spot on *Dendrobium officinale* in China. **Plant Disease**, v. 106, n. 6, p. 1761, 2022. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-21-2432-PDN>

CARDOSO, J. C.; MARTINELLI, A. P.; SILVA, J. A. T. A novel approach for the selection of *Cattleya* hybrids for precocious and season-independent flowering. **Euphytica**, v. 210, n. 1, p. 143- 150, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10681-016-1714-2>

CHANDANKUMAR, G. H. **Business appraisal of orchid flower production in Karnataka**. Dissertação (Mestrado em MBA de gestão Agroempresarial)-University of Agricultural Sciences, Bengaluru. 2009.

CHASE, M. W.; CAMERON, K. M.; BARRETT, R. L.; FREUDENSTEIN, J. V. DNA data and Orchidaceae systematics: a new phylogenetic classification. **Orchid conservation**, v. 69, n. 89, p. 32, 2003.

CHIEWCHANVIT, S.; CHONGKAE, S.; MAHANUPAB, P.; NOSANCHUK, J. D.; PORNSUWAN, S.; VANITTANAKOM, N.; YOUNGCHIM, S. Melanization of *Fusarium keratoplasticum* (*F. solani* species complex) during disseminated fusariosis in a patient with acute leukemia. **Mycopathologia**, v. 182, n. 9, p. 879-885, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11046-017-0156-2>

CHEN, J.; HU, K. X.; HOU, X. Q.; GUO, S. X. Endophytic fungi assemblages from 10 *Dendrobium* medicinal plants (Orchidaceae). **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 27, p.1009-1016, 2011. <https://doi.org/10.1007/s11274-010-0544-y>

CHOWDAPPA, P.; CHETHANA, C. S.; BHARGHAVI, R.; SANDHYA, H.; PANT, R. P. Morphological and molecular characterization of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sac. isolates causing anthracnose of orchids in India. **Biotechnol. Bioinf. Bioeng**, v. 2, n. 1, p. 567-572, 2012.

CHOWDAPPA, P.; CHETHANA, C. S.; PANT, R. P.; BRIDGE, P. D. Multilocus gene phylogeny reveals occurrence of *Colletotrichum cymbidicola* and *C. cliviae* on orchids in North East India. **Journal of Plant Pathology**, v. 96, n. 2, p. 327-334, 2014. <http://dx.doi.org/10.4454/JPP.V96I2.045>

CHUNG, W. C.; CHEN, L. W.; HUANG, J. H.; HUANG, H. C.; CHUNG, W. H. A new 'forma specialis' of *Fusarium solani* causing leaf yellowing of *Phalaenopsis*. **Plant Pathology**, v. 60, n. 2, p. 244-252, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02376.x>

CONFORTO, C.; LIMA, N. B.; SILVA, F. J. A.; CÂMARA, M. P. S.; MAHARACHCHIKUMBURA, S.; MICHEREFF, S. J. Characterization of fungal species associated with cladode brown spot on *Nopalea cochenillifera* in Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, v. 155, n. 4, p. 1179-1194, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01847-3>

COSTA, L. A.; GUSMÃO, L. F. P. Characterization saprobic fungi on leaf litter of two species of trees in the Atlantic Forest, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 46, p. 1027-1035, 2015. <https://doi.org/10.1590/S1517-838246420140548>

DAENGSUWAN, W.; WONGLOM, P.; ARIKIT, S.; SUNPAPAO, A. Morphological and molecular identification of *Neopestalotiopsis clavispora* causing flower blight on *Anthurium andraeanum* in Thailand. **Horticultural Plant Journal**, v. 7, n. 6, p. 573-578, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2020.10.004>

DAMM, U.; WOUDEBERG, J. H. C.; CANNON, P. F.; CROUS, P. W. *Colletotrichum* species with curved conidia from herbaceous hosts. **Fungal Diversity**, v. 39, p. 45-87, 2009.

DAMM, U.; CANNON, P. F.; WOUDEBERG, J. H. C.; CROUS, P. W. The *Colletotrichum acutatum* species complex. **Studies in mycology**, v. 73, p. 37-113, 2012. <https://doi.org/10.3114/sim0010>

DAMM, U.; SATO, T.; ALIZADEH, A.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. The *Colletotrichum dracaenophilum*, *C. magnum* and *C. orchidearum* species complexes. **Studies in Mycology**, v. 92, p. 1-46, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2018.04.001>

DARAPANIT, A.; BOONYUEN, N.; LEESUTTHIPHONCHAI, W.; NUANKAEW, S.; PIASAI, O. Identification, pathogenicity and effects of plant extracts on *Neopestalotiopsis* and *Pseudopestalotiopsis* causing fruit diseases. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1-11, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02113-5>

DEKHAM, K.; KANCHANAWATEE, K. The first report of *Fusarium sacchari* causing yellow leaf spot disease on *Rhynchosyilis gigantea* orchids in Thailand. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v. 15, p. 68-74, 2020. <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2020.68.74>

DESJARDINS, A. E. *Fusarium Mycotoxins: Chemistry, Genetics, and Biology*; APS Press, American Phytopathological Society: St. Paul, MN, USA, 2006.

DOOHAN, F. M.; BRENNAN, J.; COOKE, B. M. Influence of climatic factors on *Fusarium* species pathogenic to cereals. In: **Epidemiology of mycotoxin producing fungi**. Springer, Dordrecht, p. 755-768. 2003. [10.1590/S0102-053620150000400022](https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000400022)

DUBE, H. C.; BILGRAMI, K. S. *Pestalotia* or *Pestalotiopsis*?. **Mycopathologia et mycologia applicata**, v. 29, n. 1, p. 33-54, 1966. <https://doi.org/10.1007/BF02055055>

FARIA, R. T. D.; COLOMBO, R. C. *Oncidium*: a orquídea em expansão no cenário florícola. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 533-533, 2015. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02113-5>

FERNÁNDEZ-HERREIRA, E.; RENTERÍA-MARTÍNEZ, M. E.; RAMÍREZ-BUSTOS, I. I.; MORENO-SALAZAR, S. F.; OCHOA-MEZA, A.; GUILLÉN-SÁNCHEZ, D. *Colletotrichum karstii*: causal agent of anthracnose of *Dendrobium nobile* in Mexico. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 42, n. 4, p. 514-519, 2020. <https://doi.org/10.1080/07060661.2020.1731711>

FIRMINO, A. L.; PEREIRA, O. L. *Lembosia bezerrae*, a new asterinaceous fungus associated with a terrestrial orchid from Bahia, Brazil. **Mycotaxon**, v. 127, n. 1, p. 199-205, 2014. <https://doi.org/10.5248/127.199>

GALDIANO, R. F.; VENDRAME, W. A.; MORETTO, C.; DE FARIA, R. T.; DE MACEDO LEMOS, E. G. Seed cryopreservation, *in vitro* propagation and *ex vitro* growth of *Cattleya walkeriana* Gardner, a vulnerable ornamental orchid. **Australian Journal Crop Science**, v.11, n.04, 485-490 p. 2017. <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.17.11.04.384>

GANG, T.; LIU, Z.; FANG, L.; GAO, Y.; CAI, L. Endophytic *Colletotrichum* species from *Bletilla ochracea* (Orchidaceae), with descriptions of seven new speices. **FUNGAL DIVERSITY, FUNGAL DIVERSITY PRESS**, v. 61, n. 1, p. 2013-07, 2013.

GANTAIT, S.; DAS, A.; MITRA, M.; CHEN, J. T. Secondary metabolites in orchids: Biosynthesis, medicinal uses, and biotechnology. **South African Journal of Botany**, v. 139, p. 338-351, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.03.015>

GIRALDO, A.; CROUS, P. W. Inside Plectosphaerellaceae. **Studies in mycology**, v. 92, n. 1, p. 227-286, 2019.

GUALBERTO, G. F.; CATARINO, A. D. M.; SOUSA, T. F.; DA CRUZ, J. C.; HANADA, R. E., CANIATO; F. F., SILVA, G. F. *Pseudopestalotiopsis gilvanii* sp. nov. and *Neopestalotiopsis formicarum* leaves spot pathogens from guarana plant: a new threat to global tropical hosts. **Phytotaxa**, v. 489, n. 2, p. 121–139, 2021. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.489.2.2>

GUBA, E. F. Monograph of *Monochaetia* and *Pestalotia*. **Monograph of Monochaetia and Pestalotia**, 1961. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19621100376>. Acesso em: Junho de 2022.

GULLINO, M. L.; MINUTO, A.; GILARDI, G.; GARIBALDI, A. Efficacy of azoxystrobin and other strobilurins against *Fusarium* wilts of carnation, cyclamen and Paris daisy. **Crop Protection**, v. 21, n. 1, p. 57-61, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00066-7](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00066-7)

HERRERA, H.; VALADARES, R.; CONTRERAS, D.; BASHAN, Y.; ARRIAGADA, C. Mycorrhizal compatibility and symbiotic seed germination of orchids from the Coastal Range and Andes in south central Chile. **Mycorrhiza**, v. 27, n. 3, p. 175-188, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00572-016-0733-0>

HUANG, J. H.; SHI, Z. R.; ZHANG, Y. X.; XIANG, M. M. , First report of anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* on *Cymbidium sinense* in China. **Plant Disease**, v. 96, n. 6, p. 915-915, 2012. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-11-1076-PDN>

HYDE, K. D.; CAI, L.; CANNON, P. F.; CROUCH, J. A.; CROUS, P. W.; DAMM, U.; GOODWIN, P. H.; CHEN, H.; JOHNSTON, P. R.; JONES, E. B. G.; LIU, Z. Y.; MCKENZIE, E. H. C.; MORIWAKI, J.; NOIREUNG, P.; PENNYCOOK, S. R.; PFENNING, L. H.; PRIHASTUTI, H.; SATO, T.; SHIVAS, R. G.; TAN, Y. P.; TAYLOR, P. W. J.; WEIR, B. S.; YANG, Y. L.; ZHANG, J. Z. *Colletotrichum* names in current use. **Fungal Divers**, v. 39, p.147–182, 2009.

IBRAFLORE - Instituto Brasileiro de Floricultura. **Números do Setor - Mercado Interno - 2021**. Disponível em: [https://www.ibraflor.com/ns\\_mer\\_interno.php](https://www.ibraflor.com/ns_mer_interno.php). Acesso em: Junho, 2022.

ICHIKAWA, K. Occurrence of dry rot on *Cymbidium* caused by *Fusarium solani*. **Proceedings of the Kanto-Tosan Plant Protection Society** v.. 45. 1998.

ICHIKAWA, K.; AOKI, T. New leaf spot disease of *Cymbidium* species caused by *Fusarium subglutinans* and *Fusarium proliferatum*. **Journal of General Plant Pathology**, v. 66, n. 3, p. 213-218, 2000. <https://doi.org/10.1007/PL00012948>

ICHIKAWA, K., KAWASAKI, S., TANAKA, C., TSUDA, M. Induced resistance against *Fusarium* diseases of *Cymbidium* species by weakly virulent strain HPF-1 (*Fusarium* sp.). **Journal of general plant pathology**, v. 69, n. 6, p. 400-405, 2003. <https://doi.org/10.1007/s10327-003-0077-4>

JADRANE, I.; KORNIEVSKY, M.; DESJARDIN, D. E.; HE, Z-H.; CAI, L.; HYDE, K First report of flower anthracnose caused by *Colletotrichum karstii* in white *Phalaenopsis* orchids in the United States. **Plant Disease**, v. 96, n. 8, p. 1227-1227, 2012. <https://doi.org/10.1094/pdis-04-12-0360-pdn>

JAYAWARDENA, R. S.; HYDE, K. D.; DAMM, U.; CAI, L.; LIU, M.; LI, X. H.; ZHANG, W.; ZHAO, W. S.; YAN, J. Y. Notes on currently accepted species of *Colletotrichum*. **Mycosphere**, v.7, p.1192–1260, 2016. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/si/2c/9>

JAYAWARDENA, R. S.; HYDE, K. D.; CHEN, Y. J.; PAPP, V.; PALLA, B.; PAPP, D.; WANG, Y. One stop shop IV: taxonomic update with molecular phylogeny for important phytopathogenic genera. **Fungal Diversity**, v. 103, n. 1, p. 87-218, 2020. <https://doi.org/10.1007/s13225-020-00460-8>

JAYAWARDENA, R. S., BHUNJUN, C. S., HYDE, K. D., GENTEKAKI, E., & ITTHAYAKORN, P. *Colletotrichum*: lifestyles, biology, morpho-species, species complexes and accepted species. **Mycosphere**, v. 12, n. 1, p. 519-669, 2021. <http://dx.doi.org/10.5943/mycosphere/12/1/7>

JEEWON, R.; LIEW, E. C.Y.; HYDE, K. D. Phylogenetic relationships of *Pestalotiopsis* and allied genera inferred from ribosomal DNA sequences and morphological characters. **Molecular phylogenetics and evolution**, v. 25, n. 3, p. 378-392, 2002. [https://doi.org/10.1016/S1055-7903\(02\)00422-0](https://doi.org/10.1016/S1055-7903(02)00422-0)

JEEWON, R.; LIEW, E. C.; SIMPSON, J. A.; HODGKISS, I. J.; HYDE, K. D. Phylogenetic significance of morphological characters in the taxonomy of *Pestalotiopsis* species. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 27, n. 3, p. 372-383, 2003. [https://doi.org/10.1016/S1055-7903\(03\)00010-1](https://doi.org/10.1016/S1055-7903(03)00010-1)

JIANG, J.; ZHANG, K.; CHENG, S.; NIE, Q.; ZHOU, S. X.; CHEN, Q.; ZHOU, Y. *Fusarium oxysporum* KB-3 from *Bletilla striata*: an orchid mycorrhizal fungus. **Mycorrhiza**, v. 29, n. 5, p. 531-540, 2019. <https://doi.org/10.1007/s00572-019-00904-3>

KADIR, N. A.; NAHER, L.; KAYAT, F.; SIDEK, N.; ZAIN, N. M.; ABU BAKAR, T. H. S. T. Morphological and molecular identification of *Fusarium* spp. and *Colletotrichum* spp. isolated from infected vanilla orchid. **Malaysian Journal of Microbiology**, 2021. <https://doi.org/10.21161/mjm.200846>

KANG, D.; KIM, J.; LEE, Y.; BALARAJU, K.; JEON, Y. First Report of Anthracnose of *Gossypium indicum* Caused by *Colletotrichum theobromicola* in Korea. **Plant Disease**, v. 106, n. 3, p. 1068, 2022. <https://doi.org/10.1094/pdis-07-21-1386-pdn>

KANLAYAVATTANAKUL, M.; LOURITH, N.; CHAIKUL, P. Biological activity and phytochemical profiles of *Dendrobium*: A new source for specialty cosmetic materials. **Industrial Crops and Products**, v. 120, p. 61-70, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.04.059>

KAWATE, M.; SEWAKE, K. T. Pest management strategic plan for potted orchid production in Hawaii. **College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawaii at Mānoa, Honolulu, Hawaii**. Recuperado de [https://ipmdata.ipmcenters.org/documents/pmsps/HI\\_orchid\\_PMSP.pdf](https://ipmdata.ipmcenters.org/documents/pmsps/HI_orchid_PMSP.pdf), 2014.

KIM, W. G.; LEE, B. D.; CHO, W. D.; SUNG, J. M. Occurrence of Dry Rot on *Cymbidium* Orchids Caused by *Fusarium* sp. in Korea. **The Plant Pathology Journal**, v. 18, n. 3, p. 156-160, 2002. <https://doi.org/10.5423/PPJ.2002.18.3.156>

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; GERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. Manual de Fitopatologia doenças das plantas cultivadas, Vol. 2. Quarta edição. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005.

KLEIN, E. H. S. **Levantamento e desenvolvimento de Kit diagnóstico de patógenos e propagação in vitro de orquídeas no estado do Rio de Janeiro**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2008.

LATIFFAH, Z.; HAYATI, M. N.; BAHARUDDIN, S.; MAZIAH, Z. Identification and Pathogenicity of *Fusarium* Species Associated with Root. **Asian Journal of Plant Pathology**, v. 3, n. 1, p. 14-21, 2009. <https://scialert.net/abstract/?doi=ajppaj.2009.14.21>

LAURENCE, M. H.; HOWARD, C.; SUMMERELL, B. A.; LIEW, E. C. Y. Identification of *Fusarium solani* f. sp. *phalaenopsis* in Australia. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 11, n. 1, p. 1-3, 2016. <https://doi.org/10.1007/s13314-016-0200-y>

LEE, S.; CROUS, P. W.; WINGFIELD, M. J. Pestalotioid fungi from Restionaceae in the Cape floral kingdom. **Studies in Mycology**, v. 68, n. 1, p. 211-235, 2011.

LEONHARDT, K.; SEWAKE, K. **Growing Dendrobium orchids in Hawaii: production and pest management guide**. University of Hawaii, 1999.

LESLIEY, B. A.; SUMMERELL, J. F. The *Fusarium* laboratory manual. 2006.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. *Fusarium* laboratory workshops-A recent history. **Mycotoxin Research**, v. 22, n. 2, p. 73, 2006.

LINS, S. R.O.; ABREU, M. S.; ALVES, E. Estudos histopatológicos de *Colletotrichum* spp. em plântulas de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 6, p. 488-495, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582007000600006>

LIU, Y. N.; MAO, F. R.; ZHANG, H.; WANG, L. B.; *Colletotrichum cymbidiicola* causes leaf spot of *Cymbidium ensifolium* in Jilin Province, China. **Plant disease**, v. 102, n. 7, p. 1462, 2018.



LIU, F., MA, Z. Y., HOU, L. W., DIAO, Y. Z., WU, W. P., DAMM, U.; CAI, L. Updating species diversity of *Colletotrichum*, with a phylogenomic overview. **Studies in Mycology**, n. 101, p. 1-86, 2022. <https://doi.org/10.3114/sim.2022.101.01>

LUCKING, R.; AIME, M. C.; ROBBERTSE, B.; MILLER, A. N.; ARIYAWANSA, H. A.; AOKI, T.; CARDINALI, G.; CROUS, P. W.; DRUZHININA, I. S.; GEISER D. M.; HAWKSWORTH, D. L.; HYDE, K. D.; IRINY, L.; JEEWON, R.; JOHNSTON, P. R.; KIRK, P. M.; MALOSSO, E.; MAY, T. W.; MEYER, W.; OPIK, M.; ROBERT, V.; STADLER, M.; THINES, M.; VU, D.; YURKOV, A. M.; ZHANG, N.; SCHOCH, C. L. Unambiguous identification of fungi: where do we stand and how accurate and precise is fungal DNA barcoding?. **IMA Fungus**, v. 11, n. 14, 2020. <https://doi.org/10.1186/s43008-020-00033-z>

MANTOVANI, C. **Manual de identificação das doenças das orquídeas**. 2013. Disponível em: <http://www.orquideasmantovani.com.br/download?arquivo=Doen%C3%A7as%20das%20Orqu%C3%ADdeas.pdf> . Acesso em: Agosto, 2021.

MAHARACHCHIKUMBURA, S. S.; HYDE, K. D.; GROENEWALD, J. Z.; XU, J.; CROUS, P. W. *Pestalotiopsis* revisited. **Studies in Mycology**, v. 79, n. 1, p. 121-186, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.005>

MAHARACHCHIKUMBURA, S. S.; LARIGNON, P.; HYDE, K. D.; AL-SADI, A. M.; LIU, Z. Y. Characterization of *Neopestalotiopsis*, *Pestalotiopsis* and *Truncatella* species associated with grapevine trunk diseases in France. **Phytopathologia Mediterranea**, p. 380-390, 2016. [http://doi.org/10.14601/Phytopathol\\_Mediterr-18298](http://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-18298)

MAHARJAN, S.; THAKURI, L. S.; THAPA, B. B.; PRADHAN, S.; PANT, K. K.; JOSHI, G. P.; PANT, B. *In vitro* propagation of the endangered orchid *Dendrobium chryseum* Rolfe from protocorms culture. **Nepal Journal of Science and Technology**, v. 19, n. 1, p. 39-47, 2020. <http://dx.doi.org/10.3126/njst.v19i1.29737>

MAKETON, C.; TONGJIB, Y.; PATIPONG, T.; MEECHAREON, N.; RUNGRATANAUBON, T.; MAKETON, M. Greenhouse evaluations of harpin protein and microbial fungicides in controlling *Curvularia lunata*, *Fusarium moniliforme*, and *Phytophthora palmivora*, major causes of orchid diseases in Thailand. **Life Sci J**, v. 12, p. 125-132, 2015.

MARIN-FELIX Y, GROENEWALD JZ, CAI L, CHEN Q, MARINCOWITZ S, BARNES I, BENSCH K, BRAUN U, CAMPORESI E, DAMM U, DE BEER ZW, DISSANAYAKE A, EDWARDS J, GIRALDO A, HERNANDEZ-RESTREPO M, HYDE KG, JAYAWARDENA RS, LOMBARD L, LUANGSARD J, MCTAGGART AR, ROSSMAN AY, SANDOVAL-DENIS M, SHEN M, SHIVAS RG, TAN YP, VAN DER LINDE EJ, WINGFIELD MJ, WOOD AT, ZHANG JQ, ZHANG Y, CROUS PW. Genera of phytopathogenic fungi: GOPHY 1. **Studies in Mycology**, v. 86, p.99–216, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2017.04.002>

MARTÍN-MEX, R. O. D. O. L. F. O., CAUICH-REJÓN, J. A., Montejo-Canul, E., & RAMAYO, A. Q. Hongos fitopatógenos asociados a enfermedades en orquídeas cultivadas en la península de Yucatán R. **Desde el Herbario CICY**, v. 208, n. 9, p. 203-208, 2017.

MEERA, T. M.; LOUIS, Vimi; BEENA, S. Diseases of Phalaenopsis: Symptoms, etiology and management. **International Journal of Agriculture Innovations and Research**, v. 5, n. 2, p. 296-300, 2016.

MEMÓRIAS DO INSTITUTO DE BOTÂNICA. **Orquidário do Estado de São Paulo. Laboratório de Taxonomia.** Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/orquidario/orquidario-do-estado-laboratorio-de-taxonomia/>>. Acesso: Outubro, 2022.

MOHD, M. H. First report of *Fusarium sacchari* causing leaf blotch of orchid (*Dendrobium antennatum*) in Malaysia. **Crop Protection**, v. 143, p. 105-559, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105559>

MORALES-RODRÍGUEZ, C.; DALLA VALLE, M.; ALEANDRI, M.; VANNINI, A. *Pestalotiopsis biciliata*, a new leaf pathogen of *Eucalyptus* spp. recorded in Italy. **Forest Pathology**, v. 49, n. 2, p. e12492, 2019. <https://doi.org/10.1111/efp.12492>

MOON, H.; PARK, H. J.; JEONG, A. R.; HAN, S. W.; PARK, C. J. Isolation and identification of *Burkholderia gladioli* on *Cymbidium* orchids in Korea. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, v. 31, n. 2, p. 280-288, 2017. <https://doi.org/10.1080/13102818.2016.1268069>

NAG RAJ, T. R. Redisposals and redescriptions in the *Monochaetia-Seiridium*, *Pestalotia-Pestalotiopsis* complexes. II. *Pestalotiopsis besseyii* (Guba) comb. nov. and *Pestalosphaeria varia* sp. nov. **Mycotaxon (USA)**, v. 52, n. 1, P. 52-63, 1985.

NAG RAJ, T. R. Coelomycetous anamorphs with appendage-bearing conidia. **Mycologue publications**, 1993.

O'DONNELL, K.; SUTTON, D. A.; RINALDI, M. G.; SARVER, B. A.; BALAJEE, S. A.; SCHROERS, H. J.; GEISER, D. M. Internet-accessible DNA sequence database for identifying fusaria from human and animal infections. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 48, n. 10, p. 3708-3718, 2010. <https://doi.org/10.1128/jcm.00989-10>

O'DONNELL, K.; WARD, T. J.; ROBERT, V. A.; CROUS, P. W.; GEISER, D. M.; KANG, S. DNA sequence-based identification of *Fusarium*: current status and future directions. **Phytoparasitica**, v. 43, n. 5, p. 583-595, 2015. <https://doi.org/10.1007/s12600-015-0484-z>

O'DONNELL, K.; WHITAKER, B. K.; LARABA, I.; PROCTOR, R. H.; BROWN, D. W.; BRODERS, K.; GEISER, D. M. DNA sequence-based identification of *Fusarium*: A work in progress. **Plant Disease**, v. 106, n.6, p. 1597-1609, 2022. <https://doi.org/10.1094/pdis-09-21-2035-sr>

OKELLO, P. N.; PETROVIC, K.; SINGH, A. K.; KONTZ, B.; MATHEW, F. M. Characterization of species of *Fusarium* causing root rot of Soybean (*Glycine max* L.) in South Dakota, USA. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 42, n. 4, p. 560-571, 2020. <https://doi.org/10.1080/07060661.2020.1746695>

OLIVEIRA, L.F.M. ; OLIVEIRA, L. F. M.; FEIJÓ, F. M.; MENDES, A. L. S. F.; NETO, J. D. V.; NETTO, M. S. B.; ASSUNÇÃO, I. P.; LIMA, G. S. A. Identification of *Colletotrichum* species associated with brown spot of cactus prickly pear in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v.43, n. 3, p.247–253, jun. 2018. <https://doi.org/10.1007/s40858-018-0215-3>

PARK, J.-H.; SEO, S.-T. First report of anthracnose of smoothlip cymbidium (*Cymbidium kanran*) caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in Korea. **Plant Disease**, v. 97, n. 7, p. 997-997, 2013. <https://doi.org/10.1094/pdis-12-12-1167-pdn>

- PARK, M.J.; BACK, C.G.; PARK, H. *Colletotrichum cymbidiicola* Causing Anthracnose on *Cymbidium* Orchids in Korea. **Mycobiology**, v. 48, n. 4, p. 321-325, 2020. <https://doi.org/10.1080/12298093.2020.1768626>
- PEDROSO-DE-MORAES, C.; SOUZA, M. C. D.; RONCONI, C. C.; MARTELINE, M. A. Response of *Cattleya* hybrids for *Fusarium oxysporum* f. sp. *cattleyae* Foster. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 54, p. 267-271, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132011000200007>
- PERFECT, S. E.; GREEN, J. R. Infection structures of biotrophic and hemibiotrophic fungal plant pathogens. **Molecular plant pathology**, v. 2, n. 2, p. 101-108, 2001. <https://doi.org/10.1046/j.1364-3703.2001.00055.x>
- PORNSURIYA, C.; CHAIRIN, T.; THAOCHAN, N.; SUNPAPAO, A. Identification and characterization of *Neopestalotiopsis* fungi associated with a novel leaf fall disease of rubber trees (*Hevea brasiliensis*) in Thailand. **Journal of Phytopathology**, v. 168, n. 7-8, p. 416-427, 2020. <https://doi.org/10.1111/jph.12906>
- PRASANNATH, K.; SHIVAS, R. G.; GALEA, V. J.; AKINSANMI, O. A. *Neopestalotiopsis* species associated with flower diseases of *Macadamia integrifolia* in Australia. **Journal of Fungi**, v. 7, n. 9, p. 771, 2021. <https://doi.org/10.3390/jof7090771>
- PRIDGEON, A.; MORRISON, A. The illustrated encyclopedia of orchids: over 1100 species illustrated and identified, v. 1. 2005.
- PUTZKE, J.; PUTZKE, M. T. L. **Os Reinos dos Fungos**. 2. ed. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 491 p. 2002.
- QIN, Q.; LU, Z.; LU, Z.; DING, L.; CHI, Z.; SHAN, B. First Report of Leaf Spot on *Paphiopedilum micranthum* Caused by *Neopestalotiopsis saprophytica* in China. **Plant Disease**, v. 104, n. 10, p. 2738-2738, 2020. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-20-0275-PDN>
- RÉBLOVÁ, M.; GAMS, W.; SEIFERT, K. A. Monilochaetes and allied genera of the *Glomerellales*, and a reconsideration of families in the Microascales. **Studies in Mycology**, v. 68, p. 163-191, mar. 2011. <https://doi.org/10.3114%2Fsim.2011.68.07>
- REIS, J. N. P. **Cultivo de orquídeas: uma opção à agricultura familiar?** In: encontro da sociedade brasileira da economia ecológica, 9, 2011, Brasília. Anais do IX encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica – ECOECO2. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Economia Ecológica-ECOECO, 2011.
- RIOLO, M.; ALOI, F.; PANE, A.; CARA, M.; CACCIOLA, S. O. Twig and shoot dieback of citrus, a new disease caused by *Colletotrichum* species. **Cells**, v. 10, n. 2, p. 449, 2021. <https://doi.org/10.3390/cells10020449>
- RODRIGUES, V. T. **Orchidaceae Juss. aspectos morfológicos e taxonômicos**. 2011. Instituto de Botânica de São Paulo. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/293970990/Orchidaceae-Juss-Aspectos-Morfologicos-e-Taxonomicos>. Acesso: Agosto, 2021.

RODRÍGUEZ-GÁLVEZ, E.; HILÁRIO, S.; LOPES, A.; ALVES, A.; Diversity and pathogenicity of *Lasioidiplodia* and *Neopestalotiopsis* species associated with stem blight and dieback of blueberry plants in Peru. **European journal of plant pathology**, v. 157, n. 1, p. 89-102, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-01983-1>

SACCARDO, P. A.; SACCARDO, D. Supplementum universale. **Pars VII. Discomycetae-Deuteromycatae. Sylloge Fungorum**, v. 18, p. 1-838, 1906.

SANTIAGO, M. F.; SANTOS, A. M.; INÁCIO, C. P.; LIRA NETO, A. C.; ASSIS, T. C.; NEVES, R. P.; LARANJEIRA, D. First report of *Fusarium lacertarum* causing cladode rot in *Nopalea cochenellifera* in Brazil. **Journal of Plant Pathology**, v. 100, n. 3, p. 611-611, 2018. <http://dx.doi.org/10.1007/s42161-018-0120-0>

SANTOS, C. D. dos. **Fungos e oomiceto associados a espécies nativas e cultivadas de orquídeas no sul da Bahia**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 2012.

SANTOS, C.; SILVA, R.; CANDEIAS, E.; VITORIA, N.; LUZ, E.; BEZERRA, J. Diversidade de fungos em espécies nativas e cultivadas de orquídeas no sul da Bahia. **Agrotrópica (Itabuna)**. v. 30, n. 2, p. 101-108, 2018. [10.21757/0103-3816.2018v30n2p101-108](https://doi.org/10.21757/0103-3816.2018v30n2p101-108).

SCHIEBOLD, J. M. I.; BIDARTONDO, M. I.; LENHARD, F.; MAKIOLA, A.; GEBAUER, G. Exploiting mycorrhizas in broad daylight: partial mycoheterotrophy is a common nutritional strategy in meadow orchids. **Journal of Ecology**, v. 106, n. 1, p. 168-178, 2018. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12831>

SCHWEIGER, J. M. I.; BIDARTONDO, M. I.; GEBAUER, G. Stable isotope signatures of underground seedlings reveal the organic matter gained by adult orchids from mycorrhizal fungi. **Functional Ecology**, v. 32, n. 4, p. 870-881, 2018. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13042>

SHAKIRAH, A. R. H.; M. H. MOHD. First report of *Fusarium sacchari* causing leaf blotch of orchid (*Dendrobium antennatum*) in Malaysia. **Crop Protection**, v. 143, p. 105-559, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105559>

SHARMA, G.; PINNAKA, A. K.; SHENOY, B. D. ITS-based diversity of *Colletotrichum* from India. **Current Research in Environmental & Applied Mycology**, v. 3, n. 2, p. 194–220, 2013. <http://dx.doi.org/10.5943/cream/3/2/3>

SHAO, S. C.; WANG, Q. X.; BENG, K. C.; ZHAO, D. K.; JACQUEMYN, H. Fungi isolated from host protocorms accelerate symbiotic seed germination in an endangered orchid species (*Dendrobium chrysotoxum*) from southern China. **Mycorrhiza**, v. 30, n. 4, p. 529-539, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00572-020-00964-w>

SHARMA, G.; PINNAKA, A. K.; SHENOY, B. D. Resolving the *Colletotrichum siamens* species complex using *ApMat* marker. **Fungal Divers**, v. 71, p. 247-264, 2015. <https://doi.org/10.1007/s13225-014-0312-7>

SHIRAKI, J. N.; DIAZ, E. M. **Orquídeas**. São Paulo: Secretaria do verde e do meio ambiente. 175 p., 2012.

SHU, J.; YU, Z.; SUN, W.; ZHAO, J.; LI, Q.; TANG, L.; LUO, S. Identification and characterization of pestalotioid fungi causing leaf spots on mango in southern China. **Plant disease**, v. 104, n. 4, p. 1207-1213, 2020. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-19-0438-RE>

SILVA, M.; PEREIRA, O. L.; BRAGA, I. F.; LELIS, S. M. Leaf and pseudobulb diseases on *Bifrenaria harrisoniae* (Orchidaceae) caused by *Phyllosticta capitalensis* in Brazil. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 3, n. 1, p. 53-56, 2008.10.1007/BF03211238.

SILVA D. N.; TALHINHAS. P.; VARZEA V.; CAI L.; PAULO O. S. Batista D Application of the *Apn2/MAT* locus to improve the systematics of the *Colletotrichum gloeosporioides* complex: an example from coffee (*Coffea* spp.) hosts. **Mycologia**, v. 104, p.396–409, 2012. <https://doi.org/10.3852/11-145>

SILVA-CABRAL, J. R. A.; DA SILVA, J. L.; SOARES, L. D. S.; COSTA, J. F. O.; AMORIM, E. D. R.; LIMA, G. D. A.; ASSUNÇÃO, I. P. First report of *Colletotrichum fruticola* and *C. tropicale* causing anthracnose on orchids in Brazil. **Plant Disease**, v. 103, n. 10, p. 2672-2672. 2019. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-03-19-0518-PDN>

SILVA, A. L.; SALCEDO-SARMIENTO, S.; MANSUR, P. S. C.; BARRETO, R. W. *Colletotrichum karstii* causes anthracnose on the orchid *Cattleya walkeriana* in Brazil. **Australasian Plant Disease Notes**, v. 16, n. 1, p. 1-4, 2021. <https://doi.org/10.1007/s13314-021-00431-1>

SOUSA, E. M. R. **Fungos causadores de doenças em orquídeas**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas- Ba. 2010.

SRIVASTAVA, S.; KADOOKA, C.; UCHIDA, J. Y. *Fusarium* species as pathogen on orchids. **Microbiological research**, v. 207, p. 188-195, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2017.12.002>

STEYAERT, R. L. Contribution à l'étude monographique de *Pestalotia* de Not. et *Monochaetia* Sacc. (*Truncatella* gen. nov. et *Pestalotiopsis* gen. nov.). **Bulletin du Jardin botanique de l'Etat, Bruxelles**, v. 19, n. 3, p. 285-354, 1949. <https://doi.org/10.2307/3666710>

STEYAERT, R. L. Type specimens of Spegazzini's collections in the *Pestalotiopsis* and related genera (Fungi-Imperfecti; Melanconiales). **Darwiniana**, v. 12, n. 2, p. 157-189, 1961. <https://www.jstor.org/stable/23213061>

STEYAERT, R. L. Complementary informations concerning *Pestalotiopsis guepini* (Desmazieres) Steyaert and designation of its lectotype. **Bulletin du Jardin botanique de l'État a Bruxelles**, v. 33, n. Fasc. 3, p. 369-373, 1963. <https://doi.org/10.2307/3667200>

SUDHA D. R.; RANI G. U. Detection, diagnosis of orchid virus and inactivation of cymbidium mosaic virus (CYMV) on plants. **International Journal of Plant Sciences (Muzaffarnagar)**, v. 11, n. 2, p. 302-306, 2016. 10.15740/has/ijps/11.2/302-306

SUMMERELL, B. A.; SALLEH, B.; LESLIE, J. F. A utilitarian approach to *Fusarium* identification. **Plant disease**, v. 87, n. 2, p. 117-128, 2003. <https://doi.org/10.1094/pdis.2003.87.2.117>

SUMMERELL, B. A. Resolving *Fusarium*: current status of the genus. **Annual Review of Phytopathology**, v. 57, p. 323-339, 2019. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-082718-100204>

SUTTON, B.C. **The Coelomycetes**: Fungi imperfecti with pycnidia acervuli and stromata. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 1980.696p.

SUWANNARACH, N.; KUMLA, J.; LUMYONG, S. Leaf spot on *cattleya* orchid caused by *Neoscytalidium orchidacearum* in Thailand. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 40, n. 1, p. 109-114, 2018. <https://doi.org/10.1080/07060661.2017.1414882>

SUZUKI, R. M. **Breve análise sobre o comércio exterior de orquídeas no Brasil**. Instituto de Botânica – São Paulo, 21ª Reunião Anual do Instituto de Botânica, p. 1-4, 2014.

SWETT, C. S.; UCHIDA, J. Y. Characterization of *Fusarium* diseases on commercially grown orchids in Hawaii. **Plant Pathology**, v. 64, n. 3, p. 648-654, 2015. <http://dx.doi.org/10.1111/ppa.12290>

TALHINHAS, P.; BARONCELLI, R. *Colletotrichum* species and complexes: Geographic distribution, host range and conservation status. **Fungal Diversity**, v. 110, n. 1, p. 109-198, 2021. <http://dx.doi.org/10.1007/s13225-021-00491-9>

TALUBNAK, C.; SOYTONG, K. Biological control of *Vanilla* anthracnose using *Emericella nidulans*. **Journal of Agricultural Technology**, v. 6, n. 1, p. 47-55, 2010.

TEOH, E. S. **Orchids as aphrodisiac, medicine or food**. Springer Cham, ed. 1, 376 p., 2019. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-18255-7>

THAMMASIRI, K. Thai orchid genetic resources and their improvement. **Horticulturae**, v. 2, n. 3, p. 9, 2016.

TONG, C. G.; WU, F. H.; YUAN, Y. H.; CHEN, Y. R.; LIN, C. S. High-efficiency CRISPR/Cas-based editing of Phalaenopsis orchid MADS genes. **Plant biotechnology journal**, v. 18, n. 4, p. 889, 2020. [10.1111/pbi.13264](https://doi.org/10.1111/pbi.13264)

TORRES-CRUZ, T. J.; WHITAKER, B. K.; PROCTOR, R. H.; BRODERS, K.; LARABA, I.; KIM, H. S.; GEISER, D. M. FUSARIUM-ID v. 3.0: an updated, downloadable resource for *Fusarium* species identification. **Plant Disease**, p. PDIS-09-21-2105-SR, 2022. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-09-21-2105-SR>

TROTTER, A.; CASH, E. K. Sylloge Fungorum 26. **Johnson Reprint Corporation, USA, New York & UK, London**, p. 1-1563, 1972.

TUAN, N. H.; AVERYANOV, L. V. Two endangered ornamental orchid species, *Bulbophyllum cowniorum* and *Esmeralda bella* (Orchidaceae), new in the flora of Vietnam. **Turczaninowia**, v. 20, n. 1, p. 68-74, 2017. <https://doi.org/10.14258/turczaninowia.20.1.5>

VIEIRA, S. W. A.; BEZERRA, P. A.; SILVA, A. C.; VELOSO, J. S.; CÂMARA, M. P. S.; DOYLE, V. P. Optimal markers for the identification of *Colletotrichum* species. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 143, p. 106694, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.106694>

VON ARX, J. A. **Revision der zu *Gloeosporium* gestellten Pilze**. Amsterdam: N. V. Noord-Hollandsche Uitgevers Maatschappij, 1957. 157p.

VUJANOVIC, V.; ST-ARNAUD, M.; BARABÉ, D.; THIBEAULT, G. Viability testing of orchid seed and the promotion of colouration and germination. **Annals of Botany**, v. 86, n. 1, p. 79-86, 2000. <http://dx.doi.org/10.1006/anbo.2000.1162>

WACULICZ-ANDRADE, C. E.; SAVI, D. C.; BINI, A. P.; ADAMOSKI, D.; GOULIN, E. H.; SILVA J. R.; G. J.; MASSOLA J. R.; N. S.; TERASAWA, L. G.; KAVA, V.; GLIENKE, C. *Colletotrichum gloeosporioides* sensu stricto: an endophytic species or citrus pathogen in Brazil? **Australasian Plant Pathology**, v. 46, n. 2, p. 191-203, 2017. <https://doi.org/10.1007/s13313-017-0476-1>

WANG, Y.; RAN, S. F.; MAHARACHCHIKUMBURA, S. S.; AL-SADI, A. M.; HYDE, K. D.; WANG, H. L.; WANG, Y. X. A novel *Pestalotiopsis* species isolated from *Bulbophyllum thouars* in Guangxi province, China. **Phytotax**, v. 306, n. 1, p. 96-100, 2017.

WEDGE, D. E.; ELMER, W. H. *Fusarium* wilt of orchids. **Icogo Bull**, v. 2, n. 3, p. 9-10, 2008.

WEIR, B. S.; JOHNSTON, P. R.; DAMM, U. The *Colletotrichum gloeosporioides* species complex. **Studies in Mycology**, v. 73, p.115-180, 2012. <https://doi.org/10.3114/sim0011>

Word Flora Online. **Orchidaceae**. Disponível em: <<http://www.worldfloraonline.org/search?query=Orchidaceae>>. Acesso: Outubro, 2022.

XU, H. J.; ZHOU, R. J.; FU, J. F.; ZHAO, J. F.; LIU, L. First Report of anthracnose on *Arctium lappa* caused by *Colletotrichum orchidearum* in China. **Plant Disease**, v. 100, n. 5, p. 1010-1010, 2016. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-08-15-0945-PDN>

XU, Z.; WU, X.; LI, G.; FENG, Z.; XU, J. Pestalotiopsisin B, a new isocoumarin derivative from the mangrove endophytic fungus *Pestalotiopsis* sp. HHL101. **Natural product research**, v. 34, n. 7, p. 1002-1007, 2020. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1539980>

YOULIAN, Y.; CAI, L.; YU, Z.; LIU, Z.; HYDE, K. D. *Colletotrichum* species on Orchidaceae in southwest China. **Cryptogamie, Mycologie**, v. 32, n. 3, p. 229-253, 2011. <https://doi.org/10.7872/crym.v32.iss3.2011.229>

ZAKARIA, L.; ZAIN, N. H. M.; SALLEH, B.; ZAKARIA, M. Morphological and RAPD analysis of *Fusarium* species associated with root and stem rot of *Dendrobium* orchid in Northern Peninsula Malaysia. **HAYATI Journal of Biosciences**, v. 16, n. 2, p. 64-68, 2009. <http://dx.doi.org/10.4308/hjb.16.2.64>

ZHAI, J. W.; ZHANG, G. Q.; CHEN, L. J.; XIAO, X. J.; LIU, K. W.; TSAI, W. C.; LIU, Z. J. A new Orchid genus, *Danxiaorchis*, and phylogenetic analysis of the tribe *Calypsoeae*. **Plos One**, v. 8, n. 4, 2013. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0060371>.

ZHOU, J.; LI, G.; DENG, Q.; ZHENG, D.; YANG, X.; XU, J. Cytotoxic constituents from the mangrove endophytic *Pestalotiopsis* sp. induce G0/G1 cell cycle arrest and apoptosis in human cancer cells. **Natural product research**, v. 32, n. 24, p. 2968-2972, 2018.

**A**

Alcalóides 3

Anti-inflamatórias 4

Antioxidantes 1, 2, 4

Armadilhas 114, 115, 116

Átomos excitados 120

AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) 38, 39, 40, 45, 46

**B**

Banda de condução 114

Banda de valência 113, 114

*Bio-climatic zone* 75

*Biodiversity* 75, 87

*BlackBoard* 44

Buraco 114

**C**

Cadastros urbanos 49, 50, 59

Código de Monte Carlo 119, 120

Colisões inelásticas 120

Compostos fenólicos 2, 3

Concreto armado 88, 89, 90, 103, 104

CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia) 50, 51, 52, 57, 60

**D**

Desalinhamento angular 108

Desalinhamento paralelo 108

Desbalanceamento 105, 106, 107, 110

Desvanecimento 115, 116

Diagnose 7, 8, 9

Difração de Raios X (DRX) 135, 136, 138, 139, 141

Discente 38

Dosimetria 112, 113, 115, 118, 119

**E**

*Ecosystems* 75, 85

Eficiência energética 62, 63, 64, 65, 66, 74



EGSnrc (*Electron Gamma Shower of National Research Council Canada*) 120, 121, 124, 125, 126, 127

Eixos de rotação 109

Elétrons 112, 113, 114, 115, 116, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126

Emissão de luz 113, 114, 116

## F

*Feedback* 45

Ferramentas 5, 8, 16, 106, 129, 130, 132, 133, 134

Fitopatógenos 8, 9, 28

Fitoquímicos 3, 4

Flavonóides 1, 3, 4

Forças centrífugas 107

Fóton 120, 121, 123

Frenamento 120, 121, 123, 124, 125

Fungos 7, 9, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 30, 31, 32

## G

Georreferenciamento 49, 50, 56, 58, 59, 60

*Google for Education* 44

*Guamá River* 78

## H

*Hazard* 76

## I

Indústria 4.0 106

## L

Lajes maciças 88, 89, 90, 93, 95, 96, 98, 99, 101, 102, 103, 104

Lajes nervuradas 88, 89, 96, 101, 103, 104

Lâmpada fluorescente 70

Logística reversa 136

## M

Máquinas rotativas 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111

MEC (Ministério da Educação) 36, 37, 48

Meio ambiente 29, 31, 107

Micrografias 142

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) 135, 139

MOODLE 44

Multifinalitário 50, 51, 52, 57, 58, 60, 61

## N

Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Pentóxido de nióbio) 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

NEAD (Núcleo de Educação a Distância) 37, 42

## O

Ontologia 129, 130, 131, 132, 133

*Orchidaceae* 7, 8, 10, 12, 14, 15, 17, 23, 25, 30, 32, 33, 34

Orquídeas 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 27, 28, 30, 31, 32, 33

Orquidicultura 11

OWL (*Ontology Web Language*) 129, 130, 132, 133

## P

*Pará River* 78

Plano diretor 50

Plantas medicinais 1, 2, 3, 4

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) 136, 144

## R

Reciclagem 135, 136, 144

Resíduos 135, 136, 144, 146

*Resource Description Framework* (RDF) 130

Reutilização 135

Rotor 105, 106, 107, 110, 111

## S

Sistemas energéticos 62, 63

Sustentabilidade 63, 144

## T

Taninos 3

Termoluminescente 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118

TQS (*Software Definitivo para Engenharia de Estruturas*) 88, 89, 91, 92, 93, 94,

95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103

Tutor 35, 36, 38, 39, 40, 42, 45, 46, 47, 48

## U

UAB (Universidade Aberta do Brasil) 36, 37, 38, 39, 42, 46, 48

UEM (Universidade Estadual de Maringá) 1, 35, 36, 38, 40, 41, 42, 47, 105

## V

Vibrações mecânicas 109

Vidro 135, 136, 137, 139, 140, 143, 144

Vitrocerâmicas 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

## W

*Water* 76, 77, 84, 85, 86

*Web Semântica* 129, 130, 131, 132, 133

# CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS:

Conhecimento e informação

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS:

Conhecimento e informação

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)