

Ensino, Pesquisa e Inovação em Botânica

Jesus Rodrigues Lemos
(Organizador)

Ensino,
Pesquisa e
Inovação em
Botânica

Jesus Rodrigues Lemos
(Organizador)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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 Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Ensino, pesquisa e inovação em botânica

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Jesus Rodrigues Lemos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E59 Ensino, pesquisa e inovação em botânica / Organizador
Jesus Rodrigues Lemos. – Ponta Grossa - PR: Atena,
2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
198 p., il.
ISBN 978-65-5706-966-0
DOI 10.22533/at.ed.660210904

1. Botânica. I. Lemos, Jesus Rodrigues (Organizador). II.
Título.

CDD 580

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
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.

APRESENTAÇÃO

A obra “Ensino, Pesquisa e Inovação em Botânica” transita por esferas que proporciona a possibilidade de percepção de o quão ampla e abrangente é esta grande área das Ciências Biológicas, esta, por sua vez, um grande campo do saber.

Neste sentido, o leitor tem a oportunidade de enveredar por caminhos em que verificará uma amplitude de pensamento acerca do que pode ser explorado, e, ainda, provocando este leitor a alargar suas perspectivas de realização de investigações envolvendo estes organismos fundamentais e indispensáveis na manutenção da vida no planeta: as plantas!

Por questões de um raciocínio sequenciado deste título, os capítulos foram trazidos concebendo seus perfis principais dentro da proposta geral, assim, primeiramente são trazidos os estudos com enfoque direcionados especificamente ao ensino de Botânica, seguido de estudos com pesquisas básicas e aplicadas com subáreas mais tecnicistas, desembocando em vieses mais nitidamente inovadores, não havendo aqui a sugestão de que estes perfis sejam mutuamente exclusivos entre os capítulos, pelo contrário, há uma inter e transdisciplinaridade entre os mesmos.

Sem maiores delongas, portanto, desejo a todos que usufruam ao máximo das informações aqui contidas, reproduzindo-as, aplicando-as e sempre aprendendo mais...

Jesus Rodrigues Lemos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

OFICINA DIDÁTICA DE PLANTAS MEDICINAIS: ESTRATÉGIA DE ENSINO NAS AULAS DE CIÊNCIAS

Samara Fernanda de Oliveira

Jheniffer Batista dos Santos

Léia Mendes Guedes

Caroline Pereira Lopes

Valquiria do Nascimento Silva

Diego Cabral dos Santos

Edenice Matheus

Vanessa Daiana Pedrancini

Valéria Flávia Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.6602109041

CAPÍTULO 2..... 11

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ECOPELAGOGIA NA RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA NA MARGEM ESQUERDA E NASCENTE DO RIO SUBAÚMA NO LITORAL NORTE DA BAHIA (BRASIL)

José Antonio da Silva Dantas

Maria Dolores Ribeiro Orge

Cláudio Roberto Meira de Oliveira

Clemerson Alan Mota Costa Santos

Ludmilla de Santana Luz

Wilma Santos Silva

Rafaela Soares Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.6602109042

CAPÍTULO 3..... 24

ESTRUTURA E DIVERSIDADE ALFA DE UMA ÁREA DE CERRADO *SENSU STRICTO* NA RESERVA DA BIOSFERA DA SERRA DO ESPINHAÇO

Tháís Ribeiro Costa

Leovandes Soares da Silva

Heitor Alves Bispo Júnior

Miriana Araújo de Souza Ribeiro

Anne Priscila Dias Gonzaga

DOI 10.22533/at.ed.6602109043

CAPÍTULO 4..... 37

IRIDACEAE IN HIGHLAND GRASSLAND VEGETATION AREAS OF PARANÁ SOUTHERN BRAZIL

Larissa Dal Molin Krüger

André Luiz Gaglioti

Adriano Silvério

DOI 10.22533/at.ed.6602109044

CAPÍTULO 5	51
COMO OS ATRIBUTOS TÉRMICOS FOLIARES DE ÁRVORES NA TRANSIÇÃO AMAZÔNIA-CERRADO VARIAM ENTRE OS NÍVEIS ORGANIZACIONAIS?	
Igor Araújo de Souza	
Bruno Araújo de Souza	
Josiene Naves Carrijo	
Tiffani Carla da Silva Vieira	
Carla Heloísa Luz de Oliveira	
Suyane Vitoria Marques dos Santos	
Nayara Cardoso Barros	
Daniella Aparecida Cipriano	
Ludimila Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.6602109045	
CAPÍTULO 6	57
REGENERACIÓN NATURAL ARBOREA Y ARBUSTIVA EN ÁREAS DEGRADADAS POR MINERÍA AURÍFERA EN LA AMAZONIA PERUANA	
Verónica Huamaní Briceño	
Gabriel Alarcón Aguirre	
Rembrandt Canahuire Robles	
Marx Herrera-Machaca	
Jorge Garate-Quispe	
DOI 10.22533/at.ed.6602109046	
CAPÍTULO 7	69
INSERÇÃO DE ÁRVORES FRUTÍFERAS NA ARBORIZAÇÃO DO PARQUE LINEAR DA GAMELINHA, ZONA LESTE DE SÃO PAULO	
Alessandra Pereira dos Santos Marques	
Fabiana Aparecida Vilaça	
Ana Cláudia Siqueira	
DOI 10.22533/at.ed.6602109047	
CAPÍTULO 8	85
USUAL LABORATORIAL TECHNIQUES IN TROPICAL MELISSOPALYNOLOGY	
Ortrud Monika Barth	
Alex da Silva de Freitas	
Cynthia Fernandes Pinto da Luz	
DOI 10.22533/at.ed.6602109048	
CAPÍTULO 9	99
IMPACTO DA TEMPERATURA ELEVADA E DA SECA NAS CARACTERÍSTICAS DO PÓLEN DE ESPÉCIES NATIVAS E CULTIVADAS	
Cynthia Fernandes Pinto da Luz	
DOI 10.22533/at.ed.6602109049	

CAPÍTULO 10.....	123
GEN <i>pelB</i> , COMO FACTOR DE VIRULENCIA EN AISLAMIENTOS DE <i>Colletotrichum SPP</i> En <i>Rubus glaucus</i> Benth	
Lina María Gómez López	
Marta Leonor Marulanda Ángel	
Liliana Isaza Valencia	
Ana María López Gutiérrez	
DOI 10.22533/at.ed.66021090410	
CAPÍTULO 11	139
AÇÕES ANTIOXIDANTES DAS FOLHAS DE <i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.) OKEN CONTRA RADICAIS LIVRES	
Lucas Apolinário Chibli	
Maria da Glória Ferreira Leite	
Orlando Vieira de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.66021090411	
CAPÍTULO 12.....	156
EXTRATO DE <i>Schinus terebinthifolius</i> RADDI COM POTENCIAL ANTICANCER: UM ESTUDO PROSPECTIVO	
Julia Samara Pereira de Souza	
Robson Edney Mariano Nascimento e Silva	
Heryka Myrna Maia Ramalho	
DOI 10.22533/at.ed.66021090412	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	166
ÍNDICE REMISSIVO.....	167

CAPÍTULO 10

GEN *PeIB*, COMO FACTOR DE VIRULENCIA EN AISLAMIENTOS DE *Colletotrichum SPP EN Rubus glaucus Benth*

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 08/03/2021

Lina María Gómez López

Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales, Pereira, Risaralda, Colombia.

<https://orcid.org/0000-0003-3276-9976>

Marta Leonor Marulanda Ángel

Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales, Pereira, Risaralda, Colombia.

<https://orcid.org/0000-0002-0748-7582>

Liliana Isaza Valencia

Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales, Pereira, Risaralda, Colombia.

<https://orcid.org/0000-0002-6055-6575>

Ana María López Gutiérrez

Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales, Pereira, Risaralda, Colombia.

<https://orcid.org/0000-0002-5138-1806>

RESUMEN: El siguiente estudio se llevó a cabo en tres fases. En la primera se reactivaron 31 aislamientos de *Colletotrichum spp.* obtenidos de cultivos de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*) provenientes de los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Antioquia, Cundinamarca, Santander, Valle del Cauca y Tolima, los cuales se encontraban en conservación en las instalaciones del Laboratorio de Biotecnología y

Biodiversidad de la Universidad Tecnológica de Pereira. En la segunda se extrajo ADN de los 31 aislamientos, con el fin de identificar la presencia del gen *pelB*, (el cual ha sido reportado como el factor clave de patogenicidad en aislamientos de *Colletotrichum spp.*) usando la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) con los cebadores específicos P1 y P6. En la tercera y última se corroboró la veracidad de los resultados obtenidos en el tamizaje molecular, realizando pruebas de patogenicidad mediante la utilización de estacas de mora con agujones. La amplificación del gen *pelB*, dió positiva para 13 de los 31 aislamientos, calificándolos como los más patogénicos en esta investigación. Este resultado, se corroboró mediante las pruebas de patogenicidad cruzada, las cuales sugirieron que los aislamientos que no presentaron amplificación positiva retardaron la aparición de los síntomas de antracnosis en estacas de mora con agujones. Entre tanto, los aislamientos que arrojaron amplificación positiva para el gen *pelB* desencadenaron procesos infectivos en menor tiempo, en estacas de mora con agujones.

PALABRAS CLAVE: Pectato – liasa, Antracnosis, severidad, patogenicidad.

PELB GENE, AS A VIRULENCE FACTOR IN ISOLATES OF COLLETOTRICHUM SPP IN RUBUS GLAUCUS BENTH

ABSTRACT: The following study was conducted in three phases. In the first 31 isolates of *Colletotrichum spp* they were reactivated. obtained from cultures of blackberry (*Rubus glaucus Benth*) from the departments of Caldas,

Quindío, Risaralda, Antioquia, Cundinamarca, Santander, Valle del Cauca and Tolima, which were in storage at the premises of the Laboratory of Biotechnology and Biodiversity Technological University of Pereira. The second DNA from 31 isolates were extracted, in order to identify the presence of the *pelB* gene (which has been reported as the key pathogenic isolates of *Colletotrichum* spp factor.) Using the technique of the polymerase chain reaction (PCR) with specific primers P1 and P6. In the third and final the accuracy of the results obtained in the molecular screening was confirmed, making pathogenicity tests using stakes abides with stingers. *pelB* gene amplification, was positive for 13 of the 31 isolates, describing them as the most pathogenic in this investigation. This result was corroborated by the evidence of cross pathogenicity, which suggested that the isolates showed no positive amplification delayed the onset of symptoms of anthracnose stakes abides with stingers. Meanwhile, they isolate that yielded positive amplification for the *pelB* gene triggered infective processes in less time, in dwells with stinger.

KEYWORDS: Anthracnose, *Colletotrichum* spp., gen *pelB*., Andean blackberry

11 INTRODUCCIÓN

Dentro del género *Rubus*, la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) es la especie más cultivada por su adaptabilidad y características especiales. En Colombia constituye la principal fuente de ingresos económicos para un gran número de pequeños y medianos agricultores, concentrados principalmente en la zona Andina (Agronet, 2010).

Entre 2015 y 2018 el Área Sembrada en cultivos de mora en Colombia aumentó en un 1,3% promedio anual, alcanzando para el último año las 15.696 hectáreas, con una producción promedio de 130.802 t. Con base en su comportamiento durante el mismo periodo, se estima que para 2019 las áreas cultivadas se acerquen a las 16.000 hectáreas con una producción de 139.931 t. (MADR, 2018).

Cundinamarca es el principal departamento productor de mora del país; representa el 26% del volumen de la producción anual, seguido de Santander y Antioquia, que aportan el 22,8% y el 6,2% respectivamente. Se resalta el aumento de la producción en departamentos de Caldas (112%), Nariño (76%) y Putumayo (67%). (MADR 2018).

En el campo fitosanitario, la producción del cultivo se ve amenazada por diversas enfermedades, entre las cuales sobresale la Antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* como la más limitante, ya que genera pérdidas cercanas a 100% del cultivo cuando no se aplican medidas preventivas (Saldarriaga et al., 2012).

En Colombia, se ha asociado a *C. gloeosporioides* y *C. acutatum* como agentes causales de antracnosis en mora. Las especies de *Colletotrichum* presentan preferencias por los tejidos de la planta, así, *C. gloeosporioides* se asocia en un mayor grado a lesiones en tallo, presentando altas tasas de crecimiento y patogenicidad (Afanador et al., 2010, 2014).

El manejo de especies de *Colletotrichum* se ha fundamentado en la aplicación de fungicidas, este tipo de manejo presenta problemas debido al desarrollo de cepas resistentes

(Rupp et al., 2017). El abuso de moléculas químicas para el control de Antracnosis en el cultivo de mora, ha ocasionado el rechazo de pulpas para exportación, debido a trazas encontradas en las mismas (Gaviria-Hernández et al., 2013).

Las formas de *Colletotrichum* tienen diferentes modelos de comportamiento en la naturaleza, variando de saprófito a cepas parasíticas especializadas con un estrecho rango de hospedantes. Las conidias son producidas en masas mucilaginosas, a menudo rosadas, bastante conspicuas y típicamente hundidas, con un contorno irregular en las lesiones necróticas (denominada Antracnosis) sobre frutos, hojas, flores y tejidos leñosos como tallos. Las especies de *Colletotrichum* utilizan dos fuentes principales de infección: colonización intracelular o la colonización intracelular subcuticular (Figura 1).

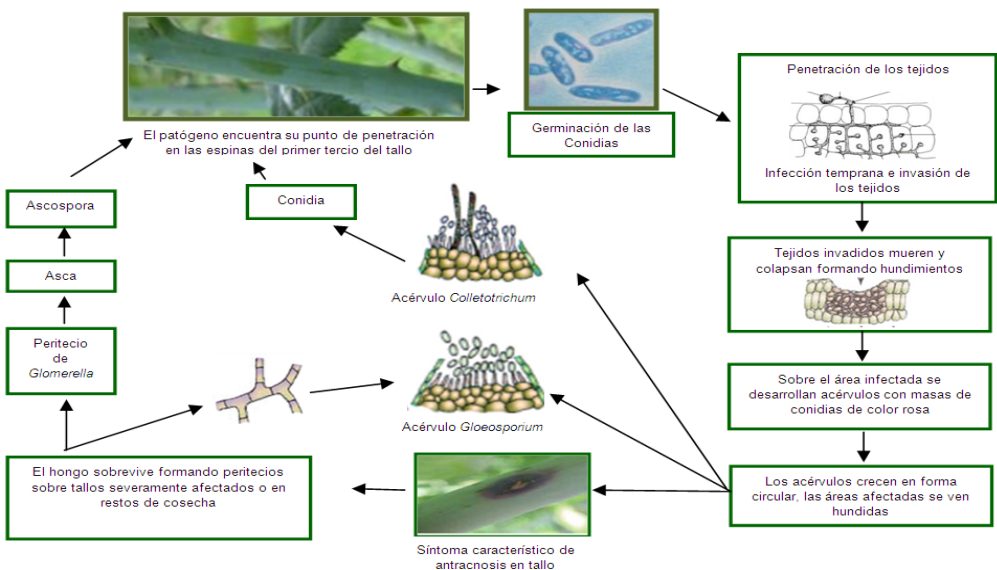


Figura 1. Ciclo patológico de *Glomerella cingulata* (Estado anamorfo de *C. gloeosporioides*) sobre plantas de mora de Castilla. Elaboración propia

En plantas de mora de castilla, la enfermedad generalmente se presenta como manchas oscuras en ramas y tallos; en el interior de estos tejidos, se observa una coloración café claro a café rojizo, posteriormente, las ramas se secan y mueren. Esta enfermedad también puede atacar botones florales, brotes tiernos, pedúnculos, hojas y frutos los cuales se deshidratan y pudren (Figura 2). Cuando este cultivo se establece en zonas de alta humedad, la enfermedad ataca la base de los tallos, a diferencia de otras especies de frutales el patógeno no es frecuente en estructuras florales y reproductivas. Con el progreso de la enfermedad las manchas se agrandan, el centro toma una coloración grisácea con bordes oscuros; luego aparecen las estructuras reproductivas del patógeno,

constituídas por acérvulos y masas de conidias de color salmón. Uno de los síntomas más frecuentes se presenta en las ramas o tallos cortados o heridas durante las labores al cultivo, sitios por donde el microorganismo puede penetrar, ocasionando lesiones de color oscuro y bordes definidos que van colonizando en forma rápida todo el tejido, causando en el primer caso muerte descendente de la rama y en el segundo, muerte desde la base del tallo hacia las ramas superiores.

Con alguna frecuencia, la enfermedad también se manifiesta en las yemas produciendo alrededor manchas oscuras con bordes bien definidos, en algunos casos el patógeno puede avanzar en forma ascendente y necrosar la rama recién formada. Los frutos producidos sobre las ramas y pecíolos no maduran en forma uniforme. Los tejidos de mayor lignificación son los más susceptibles para el desarrollo de la enfermedad, la cual puede afectar entre el 50 y 70% de los tallos de las plantas cultivadas (De La Rotta, 2001).

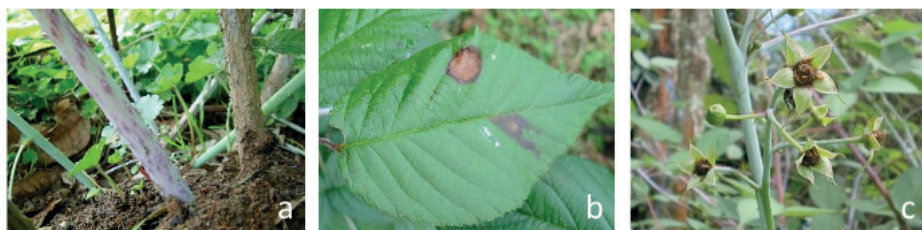


Figura 2. Principales síntomas de Antracnosis en plantas de mora de Castilla: **a**, tallos; **b**, hojas; **c**, racimos florales (Fuente: Laboratorio de Biotecnología Vegetal – UTP).

Diversos hongos invaden los tejidos de las plantas por la producción de enzimas pectolíticas, tales como poligalacturonasa, que disuelven la laminilla media de las células, sin embargo, la actividad de esta enzima puede ser inhibida cuando aumenta la concentración de calcio (Ca) en los tejidos, a la vez que contribuye en la formación de barreras físicas protectoras frente a la penetración de dichos organismos (Spann y Schumann, 2010).

Estudios revelan que *C. gloeosporioides* produce endopoligalacturonasa (Prusky et al., 1989; Yakoby et al., 2000a), pectinoliase A (Templeton et al., 1994; Bowen et al., 1995), pectino metil esterasa (Ortega, 1996) y pectato liasa B (*peI/B*) (Wattad et al., 1997). Así mismo, durante la colonización de los tejidos infectados y durante la fase necrótica de la infección por *Colletotrichum* spp., las enzimas degradativas de las paredes celulares de la planta, tal como la pectato liasa, se incrementan, lo cual es clave en el desarrollo de la virulencia de la enfermedad (Prusky et al., 2001). La capacidad de las especies de *Colletotrichum* para cambiar el pH en el sitio de infección aumenta la virulencia porque la secreción de amonio y el incremento en el pH conducen a una mayor expresión de un gen llamado *peI/B* y por lo tanto una secreción de pectato liasa superior (Yakoby et al., 2001b). Esto es importante no sólo por la deficiente clasificación taxonómica, sino porque

deben existir diferencias significativas en el modo de agresión de los distintos patógenos, sin embargo, se conoce muy poco sobre el papel que estos compuestos desempeñan en la fisiología y en el mecanismo de infección de estos fitopatógenos (Zou, W. X *et al.*, 2000; Lu, H. *et al.*, 2000; Turner, W. B. y Aldridge, D. C 1983). Por parte del hospedero, Casado – Díaz *et al.* (2006) trabajaron con la respuesta diferencial de fresa al ataque de *Colletotrichum acutatum*, haciendo las evaluaciones de expresión a las 72 horas después de la inoculación, identificando un gran número de genes involucrados en la respuesta de la planta al ataque de microorganismos. Una porción significativa de estos genes estaban directamente relacionados con la defensa de la misma, otra parte de los genes involucrados pertenecían a los sistemas receptores de proteínas, señales de transducción de proteínas – kinasas y factores de transcripción, altamente relacionados con los mecanismos de defensa de las plantas a la infección de patógenos.

El objetivo de este trabajo fue determinar la asociación del gen *peb*, como factor de virulencia en aislamientos de *Colletotrichum* spp., agente causal de la antracnosis en mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth), presentes en las principales zonas productoras de mora en el país y validar estos datos mediante pruebas de patogenicidad en estacas de mora susceptibles a la enfermedad.

2 | MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se presenta la metodología llevada a cabo en esta investigación.

2.1 Aislamientos

Se trabajó con 31 aislamientos previamente caracterizados, pertenecientes al género *Colletotrichum* spp., el material fúngico utilizado provino de cultivos de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) de diferentes departamentos de Colombia (Tabla 1).

2.2 Extracción de ADN

La extracción de ADN a partir de micelio se realizó siguiendo la técnica descrita Lee y Taylor (1.990) con algunas modificaciones realizadas durante el desarrollo de la presente investigación. El ADN se visualizó en gel de agarosa al 1%. Para mejorar la calidad del ADN, se realizó a cada muestra dos purificaciones con el protocolo descrito por Castillo (2006).

2.3 Amplificación del Gen *peB*

Para la amplificación de este gen se utilizó la pareja de primers P1 y P6 descritos por Medeiros *et al.* (2010). El producto amplificado presentó un tamaño aproximado de 600 pb. Las reacciones de amplificación se llevaron a un volumen final de 12,5 μ L bajo las siguientes condiciones: Buffer 1X (20 mM Tris-HCl, pH 8.4, 50 mM KCl), 1.5 mM $MgCl_2$, 0.3 mM de cada dNTP, 0.2 mM de cada primer, 0.04 U Taq polimerasa (Bioline) y 25 ng ADN.

El perfil de amplificación constó de una desnaturalización inicial de 95°C por 5 min., seguidos por 40 ciclos a 95 °C por 30 seg., temperatura de apareamiento a 60 °C por 30 seg., y una extensión a 72°C por 30 seg. Los productos amplificados del gen *pe1B*, fueron separados por electroforesis en un gel de agarosa al 1%, teñido con una solución de bromuro de etidio al 1%.

Muestra	Especie	Lugar de colecta	Coordenadas	Pe1B
1M	<i>C. gloeosporioides</i>	Salamina(Caldas)	5°22'9.7" N 75°29'00.4" W	No
2B	<i>C. gloeosporioides</i>	Pereira(Risaralda)	4°45'52" N 75°38'16" W	No
3S1	<i>C. gloeosporioides</i>	Santuario(Risaralda)	5°12'55.1" N 75°00'20.0" W	Si
3S2	<i>C. gloeosporioides</i>	Santuario(Risaralda)	5°12'18.2" N 75°00'28.2" W	Si
3S3	<i>C. gloeosporioides</i>	Santuario(Risaralda)	5°12'29.5" N 75°00'14.2" W	No
4S1	<i>C. gloeosporioides</i>	Salento(Quindio)	4°63'58.9" N 75°56'94.2" W	Si
4S2	<i>C. gloeosporioides</i>	Salento(Quindio)	4°63'49.6" N 75°56'98.3" W	No
4S3	<i>C. acutatum</i>	Salento(Quindio)	4°59'97.1" N 75°57'86.7" W	No
4S4	<i>C. acutatum</i>	Salento(Quindio)	ND	No
5V1	<i>C. gloeosporioides</i>	Villa Maria(Caldas)	5°22'9.7" N 75°29'00.4" W	Si
5V2	<i>C. acutatum</i> <i>C. gloeosporioides</i> Complejo	Villa Maria(Caldas)	4°57'48" N 75°30'14.1" W	No
5V3	<i>C. acutatum</i> <i>C. gloeosporioides</i> Complejo	Villa Maria(Caldas)	4°57'46.7" N 75°30'16.3" W	No
5V4	<i>C. gloeosporioides</i>	Villa Maria(Caldas)	4°57'44.7" N 75°30'18.2" W	No
6	<i>C. gloeosporioides</i>	Santa Rosa(Risaralda)	4°48'99.2" N 75°41'86" W	No
7D1	<i>C. gloeosporioides</i>	Dosquebradas(Rida)	4°86'97.5" N 5°66'50.5" W	No
7D2	<i>C. gloeosporioides</i>	Dosquebradas(Rida)	4°86'91.1" N 75°66'52.7" W	No
SP	<i>C. gloeosporioides</i>	Santuario(Risaralda)	ND	No
SJM	<i>C. gloeosporioides</i>	Santuario(Risaralda)	ND	No
A1	<i>C. acutatum</i>	Guarne(Antioquia)	6°16'38" N 75°24'43" W	No
A3	<i>C. gloeosporioides</i>	Guarne(Antioquia)	6°16'49" N 75°24'12" W	No

C18	<i>C.gloeosporioides</i>	Fusagasugá(Cundinamarca)	4°24'55" N 74°19'12" W	No
S24	<i>C.gloeosporioides</i>	Piedecuesta(Santander)	6°59'39" N 72°59'17" W	Si
S27	<i>C.gloeosporioides</i>	Piedecuesta(Santander)	6°59'43" N 72°59'28" W	Si
V38	<i>C. gloeosporioides</i>	Ginebra (Valle)	3°46'50" N 76°11'48" W	No
V42	<i>C. gloeosporioides</i>	Ginebra (Valle)	3°46'36" N 76°11'51" W	Si
V50	<i>C. acutatum</i> <i>C. gloeosporioides</i> Complejo	Ginebra (Valle)	3°46'14" N 76°11'25" W	Si
T59	<i>C. gloeosporioides</i>	Icononzo(Tolima)	4°17'77" N 74°53'29" W	Si
T63	<i>C. gloeosporioides</i>	Icononzo(Tolima)	4°17'86" N 74°53'55" W	Si
T65	<i>C. gloeosporioides</i>	Icononzo(Tolima)	ND	Si
T78	<i>C. gloeosporioides</i>	Icononzo(Tolima)	ND	Si
T82	<i>C. gloeosporioides</i>	Icononzo (Tolima)	4°24'38" N 74°34'46" W	Si

*ND: Datos no disponibles.

Tabla 1. Sitios de colecta de *Colletotrichum* spp. en cultivos comerciales de mora en Colombia.

2.4 Diseño experimental

Con el fin de corroborar la relación de la amplificación del gen *peIB* y la capacidad patogénica de *Colletotrichum* spp, se realizaron pruebas de patogenicidad utilizando un diseño completamente al azar, donde la variable respuesta, severidad, fue analizada para 31 aislamientos del género *Colletotrichum* spp., previamente identificados por especie, y clasificados de acuerdo a la presencia o ausencia del gen *peIB* (tratamientos) (Tabla 1). Para cada aislamiento se contó con tres repeticiones en las pruebas de patogenicidad.

2.5 Prueba de patogenicidad en estacas

Se usaron 31 aislamientos para realizar las pruebas de patogenicidad en estacas sanas de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth.) con agujón (que posee mayor susceptibilidad a la enfermedad). La concentración de la suspensión de inóculo fue de 1.2×10^6 conidias/ml. Se utilizaron como controles negativos estacas de mora de castilla sanas, inoculadas con agua destilada estéril. Las estacas se conservaron en cámara húmeda a temperatura ambiente.

Las evaluaciones de las pruebas de patogenicidad, en términos de severidad, se realizaron al octavo día después de la inoculación teniendo en cuenta la escala de severidad desarrollada por Marulanda et al, (2007) (Tabla2), para comprobar la capacidad infectiva de todos los aislamientos, se permitió el avance del proceso infectivo durante 14 días.

Grado	Síntoma	Descripción
1	Ausencia de síntomas	Planta sana
2	Síntomas leves	Puntos pequeños de color marrón
3	Varias lesiones	Rayas o flecks de color marrón
4	Lesión grande y húmeda	Muerte de tejidos (necrosis)

Tabla 2. Escala de severidad de los aislamientos de *Colletotrichum* spp sobre estacas de *Rubus glaucus* con aguijón.

2.6 Análisis estadístico.

Para comprobar la normalidad de los datos se realizó la prueba de Shapiro-Wilks y posteriormente se determinaron las diferencias estadísticas entre aislamientos a través de un Análisis de Varianza (ANAVA), utilizando el programa estadístico *InfoStat* versión 2014.

3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Amplificación del gen *peb*

De los 31 aislamientos estudiados, 13 arrojaron amplificación positiva para la presencia del gen *peb*: 3S1, 3S2, 4S1, 5V1, S24, S27, V42, V50, T59, T63, T65, T78 y T82 (Tabla 1), considerándolos probablemente como los más patogénicos; de estos, 12 aislamientos pertenecen a la especie *C. gloeosporioides* y un aislamiento a *C. acutatum* con productos de amplificación de aproximadamente 600 pb.

En los últimos años se ha producido un buen número de evidencias de que diferentes especies de *Colletotrichum* podrían utilizar enzimas pécticas como factores de patogenicidad. Genes codificantes de poligalacturonasas o la actividad de sus productos se han demostrado en *C. acutatum* (Fernando *et al.*, 2001) y *C. lindemuthianum* (Herbert *et al.*, 2004). En el 2010, Medeiros y colaboradores, encontraron la presencia del gen *peb* en aislamientos de *C. gloeosporioides*, *C. acutatum* y *C. sublineolum*, obtenidos de hospederos de cebolla, anacardo, mango, pimienta, melocotón y sorgo. De Costa y Chandima (2014), hallaron la presencia del gen *peb* en aislados de *Colletotrichum musae*, obtenido de diferentes cultivares de banano. Así mismo, Andréia *et al.*, (2013), realizaron estudios en *Colletotrichum lindemuthianum*, agente causal de la antracnosis en el fríjol, los resultados muestran que los genes que codifican sus enzimas degradantes de las paredes celulares son cruciales para el desarrollo de la enfermedad.

El hongo *Colletotrichum* causante de la antracnosis, inicia su infección después del

reconocimiento de alcoholes grasos y ceras en la superficie del fruto y dos horas más tarde los genes del hongo *CgMEKx* y *CgMEKI* se fosforilan. Dichos genes están involucrados en la diferenciación y germinación de conidias así como en la formación del apresorio. Además, los conidias secretan las proteínas CHIP2 y CHIP3, que se relacionan con el contacto a la superficie del fruto. La activación del gen *cap20* ayuda al apresorio a desarrollarse después que se producen las hifas infectivas, para proveer de presión y secretar enzimas degradadoras de la pared celular. Los cambios en el pH del hospedante activan al gen *pac1* que induce la expresión del gen *peIB* y entonces se producen las enzimas poligalacturonasa y pectato–liasa. El proceso infectivo biotrófico produce la secreción de la proteína CIH1 y la etapa necrotrófica involucra las proteínas CLTA1 y CgDN3, mismas que se relacionan con la necrosis de tejidos en una etapa posterior (Rodríguez *et al.*, 2009).

3.2 Pruebas de patogenicidad en estacas

A los quince días después de la inoculación, todos los aislamientos utilizados en esta investigación tuvieron la capacidad de inducir síntomas de la enfermedad en los tejidos de mora (Figura 3), siendo los aislamientos más agresivos V50 y T63, procedentes de los departamentos del Valle del Cauca y Tolima respectivamente, causando la muerte del tejido vegetal tres días después de la inoculación con el patógeno, de la misma forma, se consideraron agresivos los aislamientos V42 (Valle del Cauca), 4S1 (Quindío), T59, T65, T78 y T82 (Tolima), ya que causaron la muerte de las estacas de mora el cuarto día después de la inoculación.

Para el sexto día, los aislamientos que produjeron necrosis total (grado 4) en el tejido de mora fueron 5V1 (Caldas), S24 y S27 (Santander) los cuales mostraron los primeros síntomas de la enfermedad los días 4, 3 y 2 respectivamente después de la inoculación, seguidos por los aislamientos 3S2 y 3S1 (Risaralda) que causaron las primeras lesiones hacia el tercer y cuarto día respectivamente, al día octavo causaron la muerte de las estacas. Es importante tener en cuenta que todos los aislamientos antes mencionados amplificaron para el gen *peIB*.

Los aislamientos que no presentaron amplificación del gen *peIB* se consideraron menos agresivos ya que al octavo día presentaban severidades grado 1 ó 2. Mientras que los que los que amplificaron positivamente para el gen *peIB*, alcanzaron rápidamente el cuarto grado de severidad.

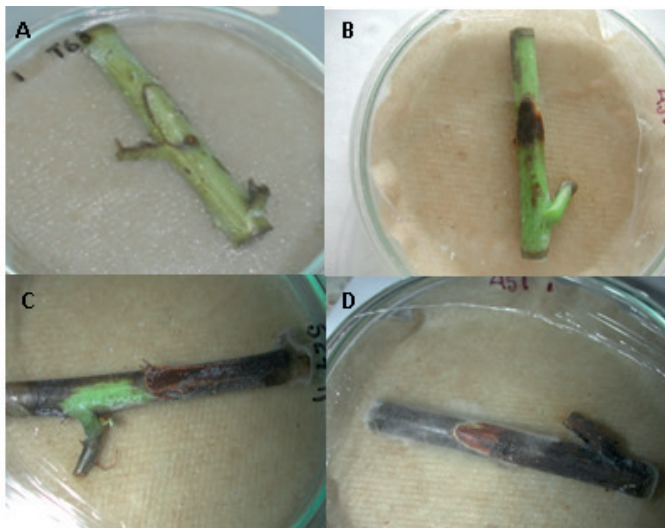


Figura 3. Avance de la enfermedad (antracnosis) generada por *Colletotrichum* spp. en mora de Castilla (*Rubus glaucus*) con aguijón. **A.** *Rubus glaucus* sin síntomas de la enfermedad, **B.** *Rubus glaucus* con síntomas leves, **C.** *Rubus glaucus* con varias lesiones, **D.** *Rubus glaucus* con lesiones grandes (Fuente: Laboratorio de Biotecnología Vegetal).

La fase asintomática de la antracnosis cursa a partir de las 48 a 72 horas después de la inoculación, donde el plasmalema y el tonoplasto de las células infectadas continúan funcionales; en esta fase, la hifa primera larga (LPH) incrementa su volumen de 50 a 200 veces formando una vesícula que indica la adquisición acelerada de fluidos y nutrientes del hospedero infectado antes de ser necrosado (Latunde–Dada, 2001).

Después de 48 h de la penetración inicial en *C. lindemuthianum* y de 96 h en *C. destructivum* O'Hara, *C. truncatum* (Schwein.) Andrus y W.D. Moore y *C. linicola* Pethybr. y Laff (Latunde–Dada, 2001) se desarrollan hifas secundarias necrotróficas que degradan las paredes celulares cercanas al sitio de la infección (O'Connell *et al.*, 1996). El cambio a la fase necrotrófica involucra cambios nutrimentales de modo que la habilidad para que el patógeno utilice los constituyentes de la planta, se hace más eficiente mediante la activación de las rutas catabólicas.

González-Candelas y Kolattukudy (1992) reportan la aparición del gen de la pectato liasa, en otro hongo fitopatógeno como lo es *Fusarium oxysporum*, donde describen que cuando un hongo establece una infección, éste tiene que penetrar barreras de carbohidratos, elementos constitutivos de las paredes de las células vegetales, esto hace parte del éxito en su estrategia infectiva.

La alta patogenicidad de *Colletotrichum* asociada a este gen también ha sido reportada por Medeiros (2010) y Yacoby (2001) para cultivos de aguacate, cebolla, anacardo, mango, pimienta, melocotón, violeta y sorgo, presentando el mismo comportamiento en

aislamientos obtenidos a partir de cultivos de mora.

3.3 Análisis estadístico

La prueba de Shapiro-Wilks corroboró que los datos se ajustan al modelo de distribución normal, arrojando datos de p superiores al 0.9999.

Posteriormente, el análisis de varianza (ANOVA) (Tabla 3) mostró diferencias significativas entre los aislamientos.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	Valor de p
Modelo	30	189.29	6.31	1537123892721010,00	<0,0001
Tratamiento	30	189.29	6.31	sd	sd
Error	62	0.00	0.00		
Total	92	189.29			

sd: Diferencias significativas

Tabla 3. Análisis de varianza para la variable severidad en aislamientos de *C. gloeosporioides* con y sin gen *peB*

Para discriminar esas diferencias significativas se utilizó la prueba pareada de Tuckey (Tabla 4), mostrando tres grupos (A, B y C). Donde A y B corresponden a los aislamientos menos patogénicos y sin amplificación positiva para el gen *peB*, todos los aislamientos del grupo A, presentaban grado de severidad 1 al octavo día de evaluación, los del grupo B, presentaban grado 2 de severidad al mismo día de evaluación. Entre tanto, los aislamientos del grupo C, se consideraron los más patogénicos al presentar grado de severidad 4, al octavo día de evaluación, además de la amplificación para el gen *peB*. Demostrando en este estudio, la asociación del gen *peB*, como factor de virulencia en aislamientos de *Colletotrichum* spp. en mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth), así como se había confirmado previamente para otras especies afectadas por *Colletotrichum* spp., y otros hongos que presentan este gen.

Tratamiento	Medias	N	Grupo
4S2SG	1	3	A
SJM1SSG	1	3	A
SP1SG	1	3	A
5V3SG	1	3	A
6SG	1	3	A
5V4SG	1	3	A
V38SG	1	3	A
C18SG	1	3	A

A1SG	1	3	A
7D2SG	1	3	A
3S3SG	1	3	A
4S3SG	1	3	A
7D1SG	1	3	A
1MSG	1	3	A
2BSG	1	3	A
A3SG	1	3	B
5V2SG	1	3	B
4S4SG	1	3	B
T63CG	1	3	C
T59CG	1	3	C
T82CG	1	3	C
T78CG	1	3	C
T65CG	1	3	C
3S2CG	1	3	C
4S1CG	1	3	C
5V1CG	1	3	C
3S1CG	1	3	C
S27CG	1	3	C
S24CG	1	3	C
V42CG	1	3	C
V50CG	1	3	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 4. Prueba pareada de Tukey para comparación de medias. Letras diferentes significan diferencias significativas (Alfa igual al 0.05)

En el 2006, Contreras realizó pruebas de patogenicidad cruzada en estacas de mora con un aislamiento de *C. gloeosporioides* obtenido de lulo y uno de *C. acutatum* a partir de frutos de granadilla, generando los síntomas similares a los ya descritos y encontrados en este estudio, esto indica que el éxito de la infección de las diferentes especies de *Colletorichum* y la variabilidad presentada por el patógeno (Santana y Mahuku 2002), hacen que se considere uno de los géneros más agresivos dentro de los hongos fitopatógenos (Freeman *et al.*, 1998, Agrios 2001, Botero *et al.*, 2002).

4 | CONCLUSIONES

Los aislamientos de *C. gloeosporioides* que presentaron o no el gen *pefB*, tuvieron una respuesta diferencialmente significativa en el periodo de ataque a plantas de mora susceptibles a este hongo. Es así como, los que presentaron amplificación para este gen

indujeron síntomas más rápidamente que aquellos que no presentaron la amplificación de este gen. En este estudio, los aislamientos que no presentaron amplificación del gen *peIB* se consideraron menos agresivos ya que al octavo día presentaban severidades grado 1 ó 2. Mientras que los que los que amplificaron positivamente para el gen *peIB*, alcanzaron rápidamente el cuarto grado de severidad. Diferentes especies de *Colletotrichum* podrían utilizar enzimas pécticas como factores de patogenicidad, es así como los genes que codifican enzimas degradantes de las paredes celulares son cruciales para el desarrollo de las enfermedades en plantas.

REFERÊNCIAS

Afanador, L.; Álvarez, E.; y González, A. 2010. **Antracnosis de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.): Variabilidad en especies y razas del agente causante e identificación de fuentes de resistencia a la enfermedad.** In: Centro de Agricultura Tropical - CIAT. Proyecto Productores de lulo y mora competitivos mediante selección participativa de clones élite, manejo integrado del cultivo y fortalecimiento de cadenas de valor. Fontagro mora lulo. Palmira: Colombia. p. 66-84.

Afanador, L.; González, A.; Gañán, L.; Mejía, J.; Cardona, N.; y Álvarez, E. 2014. **Characterization of the *Colletotrichum* species causing anthracnose in Andean blackberry in Colombia.** Plant Dis. 98:503-1513.

Agrios G. N. 2001. **Fitopatología.** 2º Edición. Editorial Limusa. 838 pp.

Agronet. 2010. **Sistema de información del sector agropecuario y pesquero colombiano.** Sistema de consultas de estadísticas agrícolas. Ministerio de Agricultura. Colombia. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/agronetweb1/>

Cnossen-Fassoni, A., Bazzoli, D. M. S., Brommonschenkel, S. H., de Araújo, E. F. & de Queiroz, M. V. (2013). **The pectate lyase encoded by the *pecCl1* gene is an important determinant for the aggressiveness of *Colletotrichum lindemuthianum*.** *Journal of Microbiology*, 51(4), 461-470.

Botero, M. J., Ríos, G., Romero, M., Pérez, J. C., Morales, J. E., Gallego, J. L. & Echeverri, D. I. 2002. **Identificación y especialización de enfermedades asociadas a los cultivos de mora (*Rubus glaucus* Benth) en el eje cafetero.** En: Memorias IV seminario frutales de clima frío moderado. Medellín. Colombia.

Bowen, J. K., Templeton, M. D., Sharrock, R. K., Crowhurst, N. R., & Rikkerink, E. H. 1995. **Gene inactivation in the plant pathogen *Glomerella cingulata*: Three strategies for the disruption of the pectin lyase gene *pnIA*.** *Mol. Gen. Genet.* 246:196-205.

Casado-Díaz, A., Encinas-Villarejo, S., Santos, B. D. L., Schilirò, E., Yubero-Serrano, E. M., Amil-Ruíz, F., & Caballero, J. L. (2006). **Analysis of strawberry genes differentially expressed in response to *Colletotrichum* infection.** *Physiologia Plantarum*, 128(4), 633-650.

Castillo, N.R. 2006. **Fingerprinting and genetic stability of *Rubus* using molecular markers.** M.Sc. Thesis. Oregon State University, USA

De Costa, D. M., & Chandima, A. A. G. (2014). **Effect of exogenous pH on development and growth of *Colletotrichum musae* and development of anthracnose in different banana cultivars in Sri Lanka.** *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 42(3).

De La Rotta, M.C. 2001. **Enfermedades de la Mora de Castilla.** Instituto Colombiano de Agricultura, ICA. Bogotá, DC. pp 3-36.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. **El cultivo de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) frutal de clima frío moderado, con propiedades curativas para la salud humana.** 2013. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/sipsa/insumos_factores_de_produccion_nov_2013.pdf

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. **InfoStat versión 2014.** Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

Fernando, T. H., Jayashinge, C. K., & Wijesundera, R. L. 2001. **Cell wall degrading enzyme secretion by *Colletotrichum acutatum*, the causative fungus of secondary leaf fall of *Hevea brasiliensis*.** *Mycol. Res.* 105(2):195-201.

Freeman, S., Katan, T. & Shabi, E.1998. **Characterization of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose diseases of various fruits.** *Plant Dis.* 1998;82:596–605.

Gaviria-Hernández, V.; Patiño-Hoyos, L.; y SaldarriagaCardona, A. 2013. **In vitro evaluation of commercial fungicides for control of *Colletotrichum* spp., in blackberry.** *CORPOICA Cienc. Tecnol. Agropecu.*, 14 (1):67-75.

González-Candelas & Kolattukudy. 1992. **Isolation and Analysis of a Novel Inducible Pectate Lyase Gene from the Phytopathogenic Fungus *Fusarium solani* f. sp. pisi (*Nectria haematococca*, Mating Population VI).** *Journal of bacteriology.* Volumen 174, número 20, p. 6343-6349

Herbert, C., O'connell, R., Gaulin, E., Salesses, V., Esquerré-Tugayé, M. T. & Dumas, B. 2004. **Production of a cell wall-associated endopolygalacturonase by *Colletotrichum lindemuthianum* and pectin degradation during bean infection.** *Fungal Gen. Biol.* 41:140-147.

Latunde-Dada, A.O. 2001. ***Colletotrichum*: tales of forcible entry, stealth, transient confinement and breakout.** *Molecular Plant Pathology* 4:187–198

Lee, S.B. & Taylor, J.W. 1990. **Isolation of DNA from fungal mycelia and single spores.** Chapter 34. In: *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications* (M. Innis, D. Gelfand, J. Sninsky and T. White , eds.). Academic Press, Orlando, Florida.

López, J.M. 2012. **Identificación de materiales promisorios de mora (*Rubus glaucus* Benth.) a la antracnosis causada por *Glomerella cingulata* (Stoneman).** Spauld & H. Schrenk. Universidad de caldas. Facultad de ciencias agropecuarias. Manizales.

Lu, H., Zou, W. X., Meng, J. C., Hu, J. & Tan, R. X. 2000. **New bioactive metabolites produced by *Colletotrichum* sp., an endophytic fungus in *Artemisia annua*.** *Plant Science*, 151, 67-73.

- Marulanda, M.L., Isaza, L. & Ramírez, A.M. 2007. **Identificación de la especie de *Colletotrichum* responsable de la antracnosis en la mora de castilla en la región cafetera.** *Scientia et Technica* Universidad Tecnológica de Pereira 37: 585-590.
- Medeiros, L.V., Maciel, D.B., Medeiros, V.V., Houllou Kido L.M & Oliveira, N.T. 2010. ***peIB* gene in isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* from several hosts.** *Genetics and Molecular Research* 9 (2): 661-673
- MADR – Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2018. **Anuario estadístico del sector agropecuario 2017.**
- O'Connell, R.J., Pain, N.A., Hutchison, K.A., Jones, G.L., & Green, J.R. 1996. **Ultrastructure and composition of the cell surfaces of infection structures formed by the fungal plant pathogen *Colletotrichum lindemuthianum*.** *Journal of Microscopy* 181:204–212.
- Ortega, J. 1996. **Pectolytic enzymes produced by the phytopathogenic fungus *Colletotrichum gloeosporioides*.** *Tex. J. Sci.* 48:123-128.
- Prusky D., Gold S., & Keen, N.T. 1989. **Purification y characterization of an endopoligalacturonasa produced by *Colletotrichum gloeosporioides*.** *Physiol.Mol.Plant. Pathol.* 35, 121-133.
- Prusky, D., McEvoy, J.L., Leverentz, B. & Conway, L.S. 2001. **Local Modulation of Host pH by *Colletotrichum* Species as a Mechanism to Increase Virulence.** *MPMI* Vol. 14, No. 9, 2001, pp. 1105–1113. Publication no. M-2001-0625-01R.
- Rodríguez-López, E.S., González-Prieto, J. M & Mayek-Perez, Netzahualcoyotl. 2009. **La Infección de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. Y Sacc. En Aguacatero (*Persea americana* Mill.): Aspectos Bioquímicos y Genéticos.** *Rev. mex. fitopatol* [online]. 2009, vol.27, n.1
- Rupp, S.; Weber, R.; Rieger, D.; Detzel, P.; y Hahn, M. 2017. **Spread of *Botrytis cinerea* strains with multiple fungicide resistance in German.** *Horticulture. Front. Microbiol.* 7(2075):1-12. DOI: 10.3389/fmicb.2016.02075
- Saldarriaga, A.; Navas, G.; Navas, A.; Franco, G.; Ríos, G.; Vásquez, L.; Londoño, M.; Macías, A.; Hincapié, M.; Gómez, E.; González, S.; Gaviria, V.; Arango, R.; Cañas, G.; Rueda, N.; Ochoa, M.; Salamandro, C.; Osorio, J.; Martínez, E.; Clímaco, J.; Forero, C.; Abaunzá, C.; González, A.; Segura, J.; Gómez, R.; y Palacios, X. 2012. **Proyecto Biología, caracterización y comportamiento del patógeno de antracnosis de la mora (*Rubus glaucus* Benth.), como base para establecer estrategias de manejo.** Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA. Rionegro, Colombia.
- Santana, G.E. & Mahuku, G. 2002. **Diversidad de razas de *Colletotrichum lindemuthianum* en Antioquia y evaluación del germoplasma de frijol crema-rojo por resistencia a la antracnosis.** *Agronomía mesoamericana.* 13(2):95-103.
- Spann, T. y Schumann, A. 2010. **Mineral nutrition contributes to plant disease and pest resistance.** The Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <https://edis.ifas.ufl.edu/hs1181>

Templeton, M. D., Keith, K. R., Bowen, J. K., Crowhurst, R. N., & Rikkerink, E. H. 1994. **The pectin lyase-encoding gene (pnl) family from *Glomerella cingulata*: Characterization of pnlA and its expression in yeast.** *Gene* 142:141-146.

Turner, W. B. & Aldridge, D. C. 1983. **Fungal metabolites 11.** *Academic: London.*, New York, 631 pp.

Wattad, C., Kobiler, D., Dinoor, A., & Prusky, D. 1997. **Pectate lyase of *Colletotrichum gloeosporioides* attacking avocado fruits: cDNA cloning and involvement in pathogenicity.** *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 50:197-212

Yacoby, N., Kobiler, I., Dinoor, A. & Prusky. 2000. **pH regulation of pectate lyase secretion modulates the attack of *Colletotrichum gloeosporioides* on avocado fruits.** *Appl. Environ. Microbiol* 66: 1026-1030.

Yakoby, N., Beno-Moualem, D., Keen, N. T., Dinoor, A., Pines, O. & Prusky, D. 2001. ***Colletotrichum gloeosporioides pelB* is an important virulence factor in avocado fruit-fungus interaction.** *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 14(8), 988-995.

Zou, W. X., Meng, J. C., Lu, H., Chen, G. X., Shi, G. X., Zhang, T. Y. & Tan, R. X. 2000. **Metabolites of *Colletotrichum gloeosporioides*, an endophytic fungus in *Artemisia mongolica*.** *Journal of Natural Products*, 63, 1529-1530.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amazônia 7, 52, 54, 55, 68

Anticâncer 157, 161, 162, 164, 165

Antracnose 124, 125, 126, 127, 128, 131, 133, 136, 137, 138

Apis 86, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Arborização 7, 70, 71, 72, 81, 82, 83, 84, 85

Aroeira 11, 12, 16, 18, 21, 34, 157, 160, 161, 165, 166

Árvores 7, 24, 32, 52, 53, 54, 55, 56, 68, 70, 71, 72, 74, 80, 81, 82, 83

Atividade antioxidante 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 155

B

Bee Products 86, 87, 97

Bioprospecção 160

Bosque 66, 67, 68, 78

Bryophyllum pinnatum 8, 140, 141, 142, 143, 152, 153, 154, 155, 156

C

Campos de altitude 37

Cerrado 6, 7, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 41, 43, 45, 52, 53, 54, 55, 56, 82

Composición florística 58, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68

D

Diversidade 6, 1, 8, 10, 24, 25, 26, 28, 31, 33, 35, 71, 80, 103

E

Ecopedagogia 6, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21

Educação Ambiental 6, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 70, 72

Ensino de ciências 2, 3

Especies 58, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 125, 126, 127, 131, 134, 135, 136

Estadio Sucesional 58

F

Fabaceae 24, 25, 28, 29, 30, 54, 58, 59, 63, 64, 65, 67, 84, 105, 116

fatores abióticos 115

Fenois 140, 143, 144, 146, 147, 150, 151, 152

Fitossociologia 25, 34, 167

Flavonoides 104, 140, 141, 143, 144, 146, 147, 150, 151, 152, 155
Flora 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 63
Folha 8, 53, 54, 55, 85, 103, 140, 141
Frutíferas 7, 11, 14, 16, 70, 71, 72, 73, 74, 79, 80, 81, 82

G

Germinação 100, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 113, 114

H

Herbertia 37, 38, 40, 41, 42, 50, 51

I

Iridaceae 6, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 51

M

Mata Atlântica 6, 11, 12, 14, 16, 19, 22, 80, 113, 120

Melissopalínologia 86

Minería 7, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Monocots 38

Mora 124, 125, 126, 127, 128, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138

Mudanças climáticas 26, 32, 54, 56, 100, 101, 102, 113, 115

O

Oficinas Didáticas 2, 3

P

Paisagismo 71, 72, 82, 83

Patente 14, 157, 163

Patogenicidad 124, 125, 128, 130, 131, 132, 133, 135, 136

Plantas Medicinais 6, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 141, 152, 155, 160, 164

Pólen 7, 86, 97, 98, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 117, 120

Práticas Pedagógicas 2, 14

Propolis 86, 87, 88, 94, 95, 97

Q

Qualea 24, 25, 29, 31, 54

R

Radicais livres 8, 140, 141, 151, 152

Reflorestamento 12, 16, 18, 21

Regeneración 7, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69

Reserva da Biosfera 6, 24, 26, 28, 32, 35, 101

Rubus Glaucus 8, 124, 125, 128, 130, 131, 133, 134, 136, 137, 138

S

Schinus terebinthifolius 16, 157, 158, 160, 161, 163, 164, 165, 166

Sustentabilidade 12, 13, 14, 23, 98

T

Temperatura 7, 27, 31, 52, 53, 54, 55, 81, 82, 83, 100, 101, 105, 106, 108, 109, 112, 113, 114, 120, 129, 130, 143, 144

Tolerância Fotossintética 52, 53, 54, 55

V

Virulencia 8, 124, 127, 128, 134

Ensino, Pesquisa e Inovação em Botânica

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ensino, Pesquisa e Inovação em Botânica

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 