

Micologia: Fungos e/ou seus Metabólitos como Objeto de Estudo



Benedito Rodrigues da Silva Neto
(Organizador)

Micologia: Fungos e/ou seus Metabólitos como Objeto de Estudo

Benedito Rodrigues da Silva Neto
(Organizador)

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Camila Alves de Cremo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

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. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª 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. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª 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
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª 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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª 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 José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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^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. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
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
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 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
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 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
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
M619	<p>Micologia [recurso eletrônico] : fungos e/ou seus metabólitos como objeto de estudo / Organizador Benedito Rodrigues da Silva Neto. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-161-9 DOI 10.22533/at.ed.619200207</p> <p>1. Micologia. 2. Fungos. I. Silva Neto, Benedito Rodrigues da. CDD 589.2</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Micologia é o estudo de microrganismos eucariontes que possuem parede celular rígida, membrana e organelas, apresentando aspectos leveduriformes e/ou filamentos morfológicamente. Trata-se, portanto, de uma área de estudo ampla que atrai diversos pesquisadores em diferentes campos científicos, tecnológicos e industriais.

Sabemos que os fungos são microrganismos que possuem uma diversidade de características únicas que refletem em seu modo de vida, nas suas interações e na sua aplicabilidade. A grande maioria das espécies fúngicas ainda é um vasto campo de estudo para os micologistas, assim como suas características individuais e formas de desenvolvimento no ambiente ou no hospedeiro

O Brasil é uma referência em se tratando de estudos em micologia, principalmente na subárea que denominamos micologia médica, tanto pelos pesquisadores precursores quanto pela nova geração armada com as evoluções biotecnológicas e moleculares. O uso de estratégias biotecnológicas tem sido primordial na pesquisa com fungos. A vasta diversidade fúngica apresenta grande potencial, principalmente associada à estudos de aplicações biotecnológicas, como no campo ambiental, farmacêutico, industrial, agrícola, alimentício, genômico dentre outros.

É um privilégio organizar e compartilhar conhecimento na obra “Micologia: fungos e/ou seus metabólitos como objeto de estudo” publicada pela editora Atena, por se tratar de um material extremamente interessante e muito bem produzido por seus autores que evidencia essa área tão importante. Como pesquisador da área desejo que esse primeiro volume seja apenas o início e que desperte o interesse dos acadêmicos atraindo pesquisadores da micologia médica e áreas correlatas para publicação em novos volumes com esse foco.

Desejo à todos uma excelente leitura!

Benedito Rodrigues da Silva Neto

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A DISSEMINAÇÃO DA ESPOROTRICOSE ZONÓTICA PELO BRASIL E PELO NORDESTE BRASILEIRO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA	
Jayane Omena de Oliveira Laís Nicolly Ribeiro da Silva Davi Porfírio da Silva Rodrigo José Nunes Calumby Rossana Teotônio de Farias Moreira	
DOI 10.22533/at.ed.6192002071	
CAPÍTULO 2	11
AÇÃO DE COMPOSTOS DE <i>Piper aduncum</i> L. NA INIBIÇÃO DA GERMINAÇÃO DE ESPOROS DE FUNGOS FITOPATOGÊNICOS DE HORTALIÇAS	
Ananda dos Santos Vieira Solange de Mello Vêras André Correa de Oliveira Rita de Cassia Saraiva Nunomura	
DOI 10.22533/at.ed.6192002072	
CAPÍTULO 3	22
ANTIFUNGAL ACTIVITY OF MUSHROOM (AGARICALES) EXTRACTS FOR CONTROL OF <i>Fusarium graminearum</i>	
Marina Giombelli Rosenberger Roberta Paulert Vagner Gularte Cortez	
DOI 10.22533/at.ed.6192002073	
CAPÍTULO 4	32
ATIVIDADES BIOLÓGICAS E PROSPECÇÃO QUÍMICA DE EXTRATOS DE FUNGOS ENDOFÍTICOS DE <i>Duroia macrophylla</i> HUBER (RUBIACEAE)	
Juliana Gomes de Souza Oliveira Cecilia Veronica Nunez	
DOI 10.22533/at.ed.6192002074	
CAPÍTULO 5	44
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE LIPOLÍTICA DE <i>Monascus ruber</i> FRENTE AO RESÍDUO DE SORVETE	
Vitória Cristina Santiago Alves Emanuella Maria da Conceição Sarah Signe do Nascimento Thales Henrique Barbosa de Oliveira Luana Maria Cavalcanti Teixeira Hugo Marques Galindo Renata Aczza Alves Cândido Norma Buarque de Gusmão	
DOI 10.22533/at.ed.6192002075	
CAPÍTULO 6	47
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE <i>Pleurotus eryngii</i> (DPUA 1816) A PARTIR DA BATATA-DOCE CASCA ROXA	
Cleudiane Pereira de Andrade Aldiane Passos de Oliveira	

Luana Araújo Martins
Rafael Lopes e Oliveira
Larissa de Souza Kirsch

DOI 10.22533/at.ed.6192002076

CAPÍTULO 7 58

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA SUSCEPTIBILIDADE DE *CANDIDA ALBICANS* AO FLUCONAZOL
UTILIZANDO DIFERENTES MEIOS DE CULTURA

Edinaira Sulany Oliveira de Sousa
Silviane Bezerra Pinheiro
João Vicente Braga de Sousa
Ana Cláudia Alves Cortez

DOI 10.22533/at.ed.6192002077

CAPÍTULO 8 60

CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES DE *Candida* ISOLADAS DA MUCOSA ORAL DE PACIENTES PRÉ E
PÓS-CIRURGIA PARA IMPLANTE DENTÁRIO

Eulélia Antônio de Barros
Vivianny Aparecida Queiroz Freitas
Andressa Santana Santos
Carolina Rodrigues Costa
Antonio Márcio Teodoro Cordeiro Silva
Milton Camplesi Junior
Fábio Silvestre Ataidés

DOI 10.22533/at.ed.6192002078

CAPÍTULO 9 72

CRESCIMENTO DE *CRYPTOCOCCUS GATTII* EM MEIO DE CULTURA FEITO A PARTIR DE
SERRAPILHEIRA DO SOLO DA FLORESTA AMAZÔNICA

Silviane Bezerra Pinheiro
Edinaira Sulany Oliveira de Sousa
João Vicente Braga de Souza

DOI 10.22533/at.ed.6192002079

CAPÍTULO 10 74

ESTUDO SOBRE A DIVERSIDADE DE FUNGOS ZOOSPÓRICOS QUE OCORRERAM NO LAGO DO
PURAQUEQUARA, MANAUS, AMAZONAS

Jean Ludger Barthelemy
Maria Ivone Lopes Da Silva

DOI 10.22533/at.ed.61920020710

CAPÍTULO 11 98

FATORES DE VIRULÊNCIA DE LEVEDURAS DO GÊNERO *CANDIDA* EM CAVIDADE BUCAL E PRÓTESES
DENTÁRIAS DE IDOSOS DE UMA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE – TEFÉ – AM

Ellen Roberta Lima Bessa
Daniela Marinho da Silva
Giselle Diniz Guimarães da Silva
Fernando José Herkrath
Ormezinda Celeste Cristo Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.61920020711

CAPÍTULO 12 103

ISOLAMENTO DE FUNGOS FILAMENTOSOS E PADRONIZAÇÃO DO CULTIVO DO MICRO-ORGANISMO ISOLADO *Aspergillus* sp. MB 2.7 PARA PRODUÇÃO DE LIPASES

Mábilli Mitalli Correia de Oliveira

Adeline Cristina Pereira Rocha

Barbhara Mota Marinho

Vivian Machado Benassi

DOI 10.22533/at.ed.61920020712

CAPÍTULO 13 115

OCORRÊNCIA DE FUNGOS ASSOCIADOS AO TRATO DIGESTIVO DE ABELHAS SEM FERRÃO *Melipona seminigra* MERRILLAE COCKERELL, 1919

João Raimundo Silva De Souza

Melquiades De Oliveira Costa

Maria Ivone Lopes Da Silva

Carlos Gustavo Nunes Da Silva

DOI 10.22533/at.ed.61920020713

CAPÍTULO 14 123

INFLUÊNCIA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *CYMBOPOGON FLEXUOSUS* SOBRE A SUSCETIBILIDADE E FATORES DE VIRULÊNCIA DE LEVEDURAS DO COMPLEXO *CRYPTOCOCCUS NEOFORMANS*

Lucas Daniel Quinteiro de Oliveira

Lúcia Kioko Hasimoto e Souza

Maria do Rosário Rodrigues Silva

Benedito Rodrigues da Silva Neto

DOI 10.22533/at.ed.61920020714

CAPÍTULO 15 134

PRINCIPAIS MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO LABORATORIAL E DE AVALIAÇÃO DA SUSCEPTIBILIDADE ANTIFÚNGICA DE *Candida* sp.

Regiane Nogueira Spalanzani

Izabella Castilhos Ribeiro dos Santos-Weiss

DOI 10.22533/at.ed.61920020715

CAPÍTULO 16 149

SCREENING DE FUNGOS FILAMENTOSOS VOLTADO PARA A PRODUÇÃO DE ENZIMAS

Inaiá Ramos Aguiar

Mônica Stropa Ferreira-Nozawa

DOI 10.22533/at.ed.61920020716

CAPÍTULO 17 157

SELEÇÃO DE FUNGOS ENDOFÍTICOS PRODUTORES DE LIPASE

Vitória Cristina Santiago Alves

Fábio Figueiredo de Oliveira

Marcela Vanessa Dias da Costa

Sarah Signe do Nascimento

Joenny Maria da Silveira de Lima

Cristina Maria de Souza-Motta

DOI 10.22533/at.ed.61920020717

SOBRE O ORGANIZADOR..... 161

ÍNDICE REMISSIVO 162

ANTIFUNGAL ACTIVITY OF MUSHROOM (AGARICALES) EXTRACTS FOR CONTROL OF *Fusarium graminearum*

Data de aceite: 01/06/2020

Data de submissão: 06/03/2020

Marina Giombelli Rosenberger

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Biociências
Palotina – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/4220381477915852>

Roberta Paulert

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Agronômicas
Palotina – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/7459733421548622>

Vagner Gularte Cortez

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Biodiversidade
Palotina – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/7851346442060529>

ABSTRACT: Mushrooms produce a wide variety of bioactive secondary metabolites that may be useful to control phytopathogenic bacteria and fungi. Aiming to verify *in vitro* the antifungal potential against *Fusarium graminearum*, methanolic extracts from the basidiomata of ten mushroom species were obtained. Antifungal activity was evaluated through agar dilution test at a concentration of 1.0 mg ml⁻¹. Data obtained

from the third to the fifteenth day of mycelial growth were submitted to analysis of variance, and the means were compared by the Tukey test at 5% of probability. Among ten evaluated extracts, six significantly inhibited the growth of *F. graminearum*, namely: *Calvatia rugosa*, *Coprinopsis* sp., *Leucocoprinus* cf. *brebissonii*, *Leucopaxillus gracillimus*, *Simocybe tucumana* and *Xeromphalina tenuipes*. The results indicate that these four mushroom species produce substances with antifungal activity. On the other hand, the extract of *Pleurotus opuntiae* stimulated mycelial growth of the fungus. When comparing the effect of the extracts with the fungicide Cercobin®, only the *Simocybe tucumana* obtained similar results, proving the antifungal potential of this species.

KEYWORDS: alternative control, Basidiomycota, fusariosis, natural products, phytopathogen.

ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE EXTRATO DE COGUMELOS (AGARICALES) PARA CONTROLE DE *Fusarium graminearum*

RESUMO: Os cogumelos produzem uma ampla variedade de metabólitos secundários bioativos que podem ser úteis no controle de bactérias e fungos fitopatogênicos. O objetivo deste

trabalho foi testar *in vitro* o potencial antifúngico de extratos metanólicos de basidiomas de dez espécies de cogumelos, frente ao fitopatógeno *Fusarium graminearum*. A atividade antifúngica dos extratos foi avaliada pelo teste de diluição em ágar na concentração de 1,0 mg ml⁻¹. Os dados obtidos, do terceiro ao décimo quinto dia de crescimento micelial, foram submetidos à análise de variância, sendo que as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Entre os dez extratos avaliados, seis inibiram significativamente o crescimento de *F. graminearum* sendo: *Calvatia rugosa*, *Coprinopsis* sp., *Leucocoprinus* cf. *brebissonii*, *Leucopaxillus gracillimus*, *Simocybe tucumana* e *Xeromphalina tenuipes*. Os resultados indicam que as quatro espécies de cogumelos produzem substâncias com atividade antifúngica. Entretanto, o extrato de *Pleurotus opuntiae* estimulou o crescimento micelial do fungo. Quando o efeito dos extratos dos cogumelos foi comparado com o fungicida Cercobin®, somente a espécie *Simocybe tucumana* obteve resultados similares, comprovando o potencial antifúngico desta espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Basidiomycota, controle alternativo, fitopatógeno, fusariose, produtos naturais.

1 | INTRODUCTION

Several fungi are widely known as responsible for causing diseases in plants, especially members of the genera *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Penicillium* and *Rhizopus* (Aqueveque et al., 2016). Among these, members of *Fusarium* are considered phytopathogens of major importance in agriculture, as they affect several agricultural crops (Ma et al., 2013). Cob fusariosis is one of the most important diseases of wheat crops in the world and is caused mainly by *Fusarium graminearum*, although other species of the genus may cause such disease (Ferrigo et al., 2016). Besides reducing grain production, the fungus produces toxic secondary metabolites (mycotoxins), which can contaminate agricultural products, rendering infected grains unsuitable for human and animal consumption (Alves et al., 2013; Ma et al., 2013).

Excessive use of agrochemicals to control diseases in plants, besides presenting a series of risks of contamination to the environment, can also harm the health of producers and consumers (Domingues et al., 2011; Aqueveque et al., 2016). Thus, must be emphasized the importance of research the use of alternative methods in agriculture that are efficient and generate the minimum environmental impact, such as the use of natural products (Ribas et al., 2016). In addition, resistant phytopathogens may arise to the chemical substances used in the field (Aqueveque et al., 2016), being necessary the search for new substances with antimicrobial properties.

Among the most important sources of bioactive metabolites, the fungi that belong to the phylum Basidiomycota, known as mushrooms, are considered highly promising, since various compounds were isolated from these organisms, presenting various biological

functions, including antifungal activity (Barneche et al., 2016). As for example, the metabolite Favolon B, obtained from the fermentation of mycelial cultures of basidiomycete *Mycena* sp., which presents antifungal activity against species: *Alternaria porri*, *Aspergillus ochraceus*, *Botrytis cinerea*, *Mucor miehei*, *Paecilomyces variotii*, *Penicillium notatum* and *Ustilago nuda* (Aqueveque et al., 2005).

Another example, the strobilurin, a natural product produced by a variety of basidiomycete fungi, such as the species *Oudemansiella mucida* and *Strobilurus tenacellus*. This natural product has become important for controlling a variety of disease-causing fungi in plants, and is currently produced by chemical synthesis for commercialization (Bartlett et al., 2002).

Based on the search for alternative and efficient products to control the growth of microorganisms, this work aimed to test, *in vitro*, the antifungal potential of methanolic extracts from mushrooms collected in the Western of Paraná, southern Brazil, against the phytopathogen *F. graminearum*.

2 | MATERIALS AND METHODS

Basidiomata (i.e., the macroscopic spore-producing bodies of agaricoid basidiomycetes) were collected in fragments of the Semideciduous Seasonal Forest, in Palotina, in the West of Paraná, from October 2016 to May 2017. After collecting, the mushrooms were dehydrated in a chamber with forced air circulation at 40°C until they reached constant weight (Carvalho et al., 2012). After drying, the basidiomata were stored in paper bags for further extraction.

Ten species of mushrooms were selected to perform antimicrobial activity tests, namely: *Calvatia rugosa*, *Coprinopsis* sp., *Leucoagaricus* sp., *Leucocoprinus* cf. *brebissonii*, *Leucopaxillus gracillimus*, *Pleurotus opuntiae*, *Psathyrella* sp., *Psathyrella candolleana*, *Simocybe tucumana* and *Xeromphalina tenuipes*.

Dried basidiomata were ground until a fine powder was obtained and the extraction was carried out with methanol using Soxhlet extractor. Extraction was carried out for approximately 8 hours for each species, completing five cycles in the extractor (Figueiredo & Silva, 2014; Ajith & Janardhanan, 2015). Methanol present in the extracts was evaporated in a rotary evaporator under vacuum at 45°C. Crude extracts were placed in glass jars, and stored at 4°C.

Samples of the fungus *F. graminearum* were kindly supplied by the Universidade Estadual de Maringá (UEM) and stored in Petri dishes containing potato dextrose agar (PDA). For the experiment, the fungus was transferred onto a new plate containing PDA medium and incubated at 28°C for seven days.

The obtained mushroom extracts were tested against the phytopathogen *F.*

graminearum. The inhibition of micelial growth test (agar dilution test) was used to evaluate the antifungal activity, which consists of incorporating the dissolved extract to the agar; thus, each plate contains a different concentration of the agent (CLSI, 2012).

Culture medium used in the tests was also the PDA, prepared according to the manufacturer's instructions, and the extract of basidiomycetes was added at the end concentration of 1 mg ml⁻¹ before autoclaving the medium. The crude extract was previously solubilized with dimethylsulfoxide (DMSO), as it is a non-toxic solvent (Klaus et al., 2015). As a negative control, was used only the PDA medium plus DMSO, without the addition of the basidiomycete extract. For the positive control, the culture medium plus the fungicide methyl thiophanate (Cercobin®) at a concentration of 1 mg ml⁻¹ (Garcia et al., 2008; Silva et al., 2014).

After agar solidification, a mycelial disc (10 mm diameter) was transferred to the center of the culture medium surface. Petri dishes were kept at a controlled temperature of 28°C (D'addazio et al., 2016). The evaluation of the mycelial growth was performed every 48 hours for 15 days or until the fungus completed the entire diameter of the Petri dish, and the colony diameter (cm) was measured in perpendicularly opposite directions. For each extract, five replicates were performed.

The data were submitted to analysis of variance. The means between the different treatments were compared by the Tukey test at 5% probability. Statistical analyzes were performed in the Sisvar 5.6 Program of the Universidade Federal de Lavras.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

Extracts of the mushroom species *Psathyrella* sp. and *P. candolleana* did not presented significant differences in relation to the negative control, indicating that the extracts of these species did not influence the growth of *F. graminearum*. In contrast to our observations in this study, the extract of *Psathyrella* sp. was reported as active against *Fusarium oxysporum* (Reinoso et al., 2013). These differences between the results may be related to the method of obtaining the extract and also the species used, which certainly are different each other.

For extract of *P. opuntiae* (Table 1) it was observed that from the ninth evaluation day extract started to significantly stimulate the mycelial growth of the fungus *F. graminearum*. As well as reported for the mushroom extract *Agaricus blazei* against *Botrytis cinerea*, where it was verified that the extract had a stimulating effect both on the germination of the conidia and on the mycelial growth (Camili et al., 2009). This fact was also verified when the aqueous extract of coriander (*Coriandrum sativum*) was used in front of the fungus *F. verticillioides*; a significant increase in the conidia production was observed (Barros et al., 2013). The stimulus of mycelial growth or in the production and germination of conidia, may

be related to the presence of substances, which favor the fungi growth and development, such as carbohydrates, proteins, vitamins and even chemical elements.

	3° Day	5° Day	7° Day	9° Day	11° Day	13° Day	15° Day
<i>P. opuntiae</i>	1.80 ⁽¹⁾ b	3.18 b	4.32 a	5.58 a	7.02 a	8.48 a	8.80 a
Negative control	3.02 a	3.68 a	4.30 a	4.88 b	5.56 b	6.12 b	6.90 b
Positive control ⁽²⁾	1.76 b	2.36 c	2.88 b	3.32 c	3.76 c	4.22 c	4.54 c
CV ⁽³⁾ (%)	16.78	6.56	8.05	7.73	4.66	5.51	5.28

Table 1. Methanolic extract effect of *Pleurotus opuntiae* on the mycelial growth of *Fusarium graminearum*.

Means among the different treatments were compared among themselves within the same column by the Tukey 5% test.

⁽¹⁾ Mean diameter of the mycelium in cm. ⁽²⁾ Cercobin fungicide as positive control. ⁽³⁾ Coefficient of variation.

Extract of the species *Calvatia rugosa* significantly inhibited the growth of *F. graminearum* from the fifth day of evaluation (Table 2; Figure 1), with percentages of inhibition varying between 6.2% and 36.4%. Members of the genus *Calvatia* has been studied due to its biological properties, such as antitumor, anticancer, antiviral, antibacterial and antifungal activities (Coetzee & Van Wyk, 2009). Methanolic extract of *Calvatia fragilis* presented antifungal activity against *Candida albicans* and *Candida maltosa*, besides showing antibacterial activity against *B. subtilis*, *Micrococcus flavus* and *Staphylococcus aureus* (Al-Fatimi et al., 2013).

	3°	5°	7°	9°	11°	13°	15°
<i>Calvatia rugosa</i>	ns ⁽¹⁾	26,9 ⁽²⁾	36,4	31,2	17,7	8,0	6,2
<i>Coprinopsis</i> sp.	ns	38,6	38,3	25,1	12,7	6,4	4,7
<i>Leucoagaricus</i> sp.	ns	14,5	16,8	6,8	- ⁽³⁾	-	-
<i>Leucocoprinus</i> cf. <i>brebissonii</i>	ns	ns	ns	9,6	9,7	8,4	7,5
<i>Leucopaxillus gracillimus</i>	11,6	ns	ns	8,0	8,2	4,9	3,3
<i>Xeromphalina tenuipes</i>	ns	13,7	24,3	17,9	7,1	-	-

Table 2. Percentage inhibition of mycelial growth of *Fusarium graminearum* when using the extracts of mushrooms in the 15 days of evaluation.

⁽¹⁾ Not statistically significant. ⁽²⁾ Percentage inhibition of mycelial growth of *F. graminearum*. ⁽³⁾ Mycelial growth of *F. graminearum* already occupied the entire Petri dish.

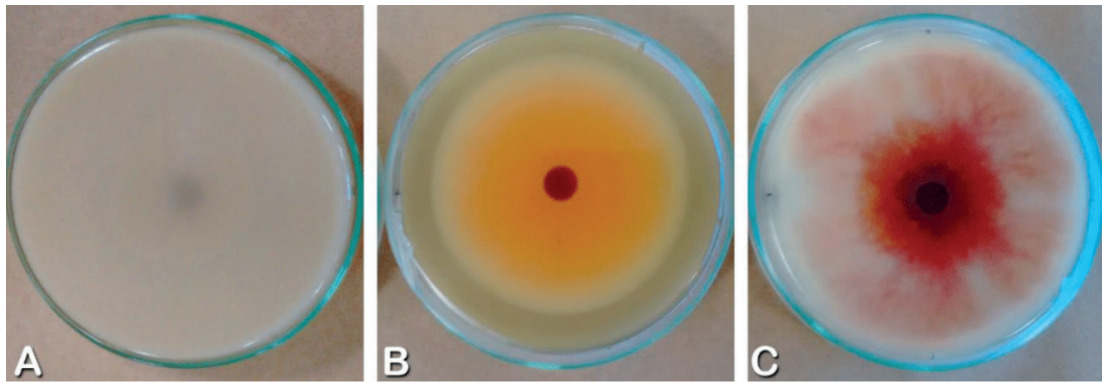


Figure 1. *Fusarium graminearum* mycelial growth inhibition test, after fifteen days of incubation.

A. Positive control; **B.** Methanolic extract of *Calvatia rugosa*; **C.** Negative control.

From the fifth day of evaluation, treatment containing *Coprinopsis* sp. extract showed significantly lower growth than the negative control (Table 2). The highest percentage of inhibition was observed on the fifth day of evaluation (38.6%). Methanolic extract of *Coprinopsis atramentaria* also showed antifungal activity against *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium funiculosum*, *Penicillium ochrochloron*, *Penicillium verrucosum* and *Trichoderma viride* (Heleno et al., 2014).

For the extract obtained from *Leucoagaricus* sp. basidiomata (Table 2), a significant inhibition of fungal growth was observed when measurements were performed between the fifth and ninth day of mycelial growth, with percentages of inhibition varying from 6.8% to 16.8%.

For the treatment containing the extract of *Leucocoprinus* cf. *brebissonii* we observed that from the ninth day of evaluation the mycelial growth of phytopathogenic *F. graminearum* was significantly inhibited (Table 2), with percentages of inhibition varying from 7.5 to 9.6%. Extract of *L. fragilissimus* showed antifungal activity against *Colletotrichum coffeanum* (Yaling et al., 2014).

When *Leucopaxillus gracillimus* extract was added to the culture medium we observed that the mycelial growth of *F. graminearum* was significantly inhibited mainly in the last days of evaluation (Table 2). Extract of *L. albissimus* showed antimicrobial activity against *Penicillium inflatum* and *Streptomyces galilaeus* (Alves et al., 2013). Even as *L. giganteus* which presented activity against several fungi, such as *Alternaria solani*, *Aspergillus solani*, *A. niger*, *Colletotrichum graminicola*, *Fusarium solani* and *F. oxysporum* (Feleke & Doshi, 2017). The antifungal activity of *L. gracillimus* observed here seems to be the first report for the species.

For the extract of *Xeromphalina tenuipes* it was observed that fungal mycelial growth was significantly lower in comparison to the negative control, exhibiting up to 24.3% inhibition (Table 2). On the third and on the thirteenth day no significant difference was observed, being that the phytopathogen *F. graminearum* already occupied the entire Petri

dish for the negative control and for the treatment.

Antimicrobial activity of *Xeromphalina* sp. has already been described, two isolated substances, xeromphalinones 1 and 2, presented antifungal activity against *Mucor miehei*, *Nematospora coryli*, *Penicillium notatum* and *Paecilomyces variotii*, besides showing antibacterial activity against *Bacillus brevis*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter dissolvens* and *Micrococcus luteus* (Liermann et al., 2010). Xeromphalinone 4 presented activity only against the fungus *N. coryli* (Liermann et al., 2010).

Extract of *Simocybe tucumana* (Table 3, Figure 2) significantly inhibited mycelial growth of *F. graminearum* during all evaluated days. Antifungal activity is reported for the first time to members of this genus.

	3° Day	5° Day	7° Day	9° Day	11° Day	13° Day	15° Day
<i>S. tucumana</i>	1.52 ⁽¹⁾ b	1.98 c	2.72 b	3.54 b	4.12 b	4.58 b	4.96 b
Negative control	3.02 a	3.88 a	4.50 a	4.96 a	5.72 a	6.76 a	8.02 a
Positive control ⁽²⁾	1.76 b	2.36 b	2.88 b	3.32 b	3.76 b	4.22 b	4.54 b
CV (%)	14.82	6.22	7.92	7.63	6.62	6.00	8.38

Table 3. Methanolic extract effect of *Simocybe tucumana* on the mycelial growth of *Fusarium graminearum*.

Means among the different treatments were compared among themselves within the same column by the Tukey 5% test.

⁽¹⁾ Mean diameter of the mycelium in cm. ⁽²⁾ Cercobin fungicide as positive control. ⁽³⁾ Coefficient of variation.

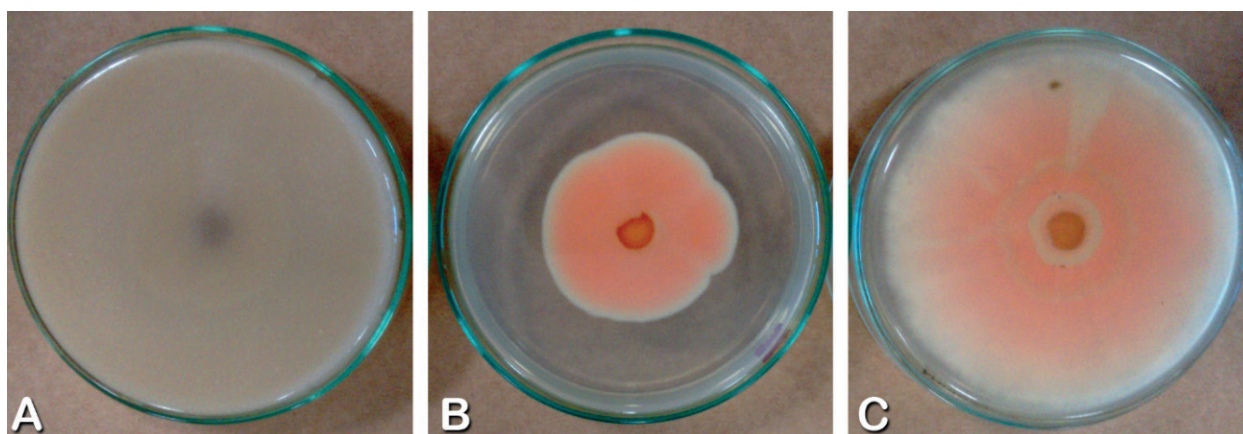


Figure 2. *Fusarium graminearum* mycelial growth inhibition test, after fifteen days of incubation.

A. Positive control; **B.** Methanolic extract of *Simocybe tucumana*; **C.** Negative control.

When comparing the effect of the extracts with the Cercobin® fungicide, used as a positive control, only the *S. tucumana* species obtained significantly similar results (Table 3), and on the fifth day of evaluation it was more efficient than the fungicide, proving a strong antifungal potential.

The use of extracts of basidiomycetes to inhibit the mycelial growth of fungi of the genus *Fusarium* has already been described in the literature. Extract of the basidiomycete

Inocybe geophylla inhibited the growth of the fungus *Fusarium oxysporum* (Reinoso et al. 2013). Extracts of species *Pycnoporus sanguineus* and *Lentinus crinitus*, also showed inhibition effect on mycelial growth, germination of conidia of the phytopathogen *Fusarium* sp. (Figueiredo & Silva, 2014). Evidencing that extracts of basidiomycetes contain substances that inhibit mycelial growth of fungi of the genus *Fusarium*.

Besides the antifungal activity observed here, *in vivo* studies are required to prove the efficacy of *C. rugosa*, *Coprinopsis* sp., *Leucocoprinus* cf. *brebissonii*, *L. gracillimus*, *S. tucumana* and *X. tenuipes* extracts on fusariosis. In addition, characterization and isolation studies of antifungal substances should be conducted, as well as studies on the mechanism of action of these substances.

4 | CONCLUSIONS

1. Methanolic extracts of *Calvatia rugosa*, *Coprinopsis* sp., *Leucocoprinus* cf. *brebissonii*, *Leucopaxillus gracillimus*, *Simocybe tucumana* and *Xeromphalina tenuipes* showed direct fungitoxic action inhibiting the mycelial growth of *Fusarium graminearum*.

2. Methanolic extract of *Pleurotus opuntiae* stimulated the mycelial growth of *Fusarium graminearum*.

3. Extract of *Leucopaxillus gracillimus* showed antifungal activity against *Fusarium graminearum*, and seems to be the first report of this type of activity for this species.

4. Extract of *Simocybe tucumana* showed significantly inhibition of the mycelia growth of *Fusarium graminearum* and it seems to be the first report demonstrating the antifungal activity of this genus.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the financial support of CNPq (Proc. 483455/2013-3) and Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná (Conv. 675/2014), CAPES and CNPq for MSc. scholarship first author and UFPR for facilities.

REFERENCES

AJITH, T. A.; JANARDHANAN, K. K. **Medicinal Mushroom Cracked-Cap Polypore, *Phellinus rimosus* (Higher Basidiomycetes) Attenuates Acute Ethanol-Induced Lipid Peroxidation in Mice.** International Journal of Medicinal Mushrooms, v.17, n. 11, p. 1061–1067, 2015.

ALVES, M. J.; FERREIRA, I. C. F. R.; DIAS, J.; TEIXEIRA, V.; MARTINS, A.; PINTADO, M. **A review on antifungal activity of mushroom (basidiomycetes) extracts and isolated compounds.** Current Topics in Medicinal Chemistry, v. 13, n. 21, p. 2648-2659, 2013.

- AL-FATIMI, M.; SCHRÖDER, G.; KREISEL, H.; LINDEQUIST, U. **Biological activities of selected basidiomycetes from Yemen**. Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences, v. 68, n. 3, p. 221-226, 2013.
- AQUEVEQUE, P.; ANKE, T.; ANKE, H.; STERNER, O.; BECERRA, J.; SILVA, M. **Favolon B, a new triterpenoid isolated from the Chilean *Mycena* sp. strain 96180**. Journal of Antibiotics, v. 58, n. 1, p. 61-64, 2005.
- AQUEVEQUE, P.; CÉSPEDES, C. L.; ALARCÓN, J.; SCHMEDA-HIRSCHMANN, G.; CAÑUMIR, J. A.; BECERRA, J.; SILVA, M.; STERNER, O.; RADRIGÁN, R.; ARANDA, M. **Antifungal activities of extracts produced by liquid fermentations of Chilean *Stereum* species against *Botrytis cinerea* (grey mould agent)**. Crop Protection, v. 89, p. 95-100, 2016.
- BARNECHE, S.; JORCIN, G.; CECCHETTO, G.; CERDEIRAS, M. P.; VÁZQUEZ, A.; ALBORÉS, S. **Screening for Antimicrobial Activity of Wood Rotting Higher Basidiomycetes Mushrooms from Uruguay against Phytopathogens**. International Journal of Medicinal Mushrooms, v. 18, n. 3, p. 261-267, 2016.
- BARROS, L. S.; ADORIAM, A. I.; KOBAYASTI, L. **Uso de extratos vegetais na inibição do crescimento micelial *in vitro* de *Acremonium* sp. e *Fusarium verticillioides***. Enciclopédia Biosfera, v.9, n.16, p. 2071-2076, 2013.
- BARTLETT, D. W.; CLOUGH, J. M.; GODWIN, J. R.; HALL, A. A.; HAMER, M.; PARR-DOBRZANSKI, B. **The strobilurin fungicides**. Pest Management Science, v. 58, n. 7, p. 649-662, 2002.
- CAMILI, E. C.; BENATO, E. A.; PASCHOLATI, S. F.; CIA, P. **Extrato de *Agaricus blazei* e *Lentinula edodes* no controle pós-colheita de mofo cinzento em uva 'Itália'**. Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia, v. 2, n. 2, p. 155-162, 2009.
- CARVALHO, C. S. M.; AGUIAR, L. V. B.; SALES-CAMPOS, C.; MINHONI, M. T. A.; ANDRADE, M. C. N. **Determinação Bromatológica de *Pleurotus ostreatus* cultivado em resíduos de diferentes cultivares de bananeira**. Interciencia, v. 37, n. 8, p. 621-626, 2012.
- CLSI. **Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically; Approved Standard** - Ninth Edition. CLSI document M07-A9. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2012.
- COETZEE, J. C.; VAN WYK, A. E. **The genus *Calvatia* ('Gasteromycetes', Lycoperdaceae): A review of its ethnomycology and biotechnological potential**. African Journal of Biotechnology, v. 8, n. 22, 2009.
- D'ADDAZIO, V.; DOS SANTOS, R. A. A.; LEITAO, A. S. B.; DA SILVA, M. B.; FERNANDES, A. A.; FALQUETO, A. R. **Evaluation of *in vitro* inhibition of mycelial growth of *Fusarium solani* f. sp. *piperis* by different products in Brazil**. African Journal of Microbiology Research, v. 10, n. 47, p. 1992-1998, 2016.
- DOMINGUES, R. J.; YOUNG, M. C. M.; TÖFOLI, J. G.; MATHEUS, D. R. **Antifungal potential of extracts of native plants and basidiomycetes on *Colletotrichum acutatum*, *Alternaria solani* and *Sclerotium rolfsii***. Summa Phytopathologica, v.37, n.3, p.149-151, 2011.
- FELEKE, H. T.; DOSHI, A. **Antimicrobial activity and bioactive compounds of Indian wild Mushrooms**. Indian Journal of Natural Products and Resources, v. 8, n. 3, p. 254-262, 2017.
- FERRIGO, D.; RAIOLA, A.; CAUSIN, R. ***Fusarium* toxins in cereals: occurrence, legislation, factors promoting the appearance and their management**. Molecules, v. 21, n. 5, p. 627-662, 2016.
- FIGUEIREDO, Á.; SILVA, A. C. **Activity "in vitro" of extracts from *Pycnoporus sanguineus* and *Lentinus crinitus* on the pathogen *Fusarium* sp.** Acta Amazonica, v. 44, n. 1, p. 1-8, 2014.

- GARCIA, D. J.; VECHIATO, M. H.; MENTEN, J. O. M. **Efeito de fungicidas no controle de *Fusarium graminearum*, germinação, emergência e altura de plântulas em sementes de trigo.** Summa phytopathologica, v. 34, n. 3, p. 280-283, 2008.
- HELENO, S. A.; FERREIRA, I. C.; CALHELHA, R. C.; ESTEVES, A. P.; MARTINS, A.; QUEIROZ, M. J. R. **Cytotoxicity of *Coprinopsis atramentaria* extract, organic acids and their synthesized methylated and glucuronate derivatives.** Food Research International, v. 55, p. 170-175, 2014.
- KLAUS, A.; KOZARSKI, M.; VUNDUK, J.; TODOROVIC, N.; JAKOVLJEVIC, D.; ZIZAK, Z.; VAN GRIENSVEN, L. J. **Biological potential of extracts of the wild edible Basidiomycete mushroom *Grifola frondosa*.** Food Research International, v. 67, p. 272-283, 2015.
- LIERMANN, J. C.; SCHUFFLER, A.; WOLLINSKY, B.; BIRNBACHER, J.; KOLSHORN, H.; ANKE, T.; OPATZ, T. **Hirsutane-Type Sesquiterpenes with Uncommon Modifications from Three Basidiomycetes.** The Journal of Organic Chemistry, v. 75, n. 9, p. 2955-2961, 2010.
- MA, L. J.; GEISER, D. M.; PROCTOR, R. H.; ROONEY, A. P.; O'DONNELL, K.; TRAIL, F.; GARDINER, D. M.; MANNERS, J. M.; KAZAN, K. ***Fusarium* pathogenomics.** Annual review of microbiology, v. 67, p. 399-416, 2013.
- REINOSO, R.; CAJAS-MADRIAGA, D.; MARTINEZ, M.; SAN MARTIN, A.; PEREZ, C.; FAJARDO, V.; BECERRA, J. **Biological activity of macromycetes isolated from Chilean subantarctic ecosystems.** Journal of the Chilean Chemical Society, v. 58, n. 4, p. 2016-2019, 2013.
- RIBAS, A. D.; DEL PONTE, E. M.; DALBEM, A. M.; DALLA-LANA, D.; BÜNDCHEN, C.; DONATO, R. K.; SCHREKKER, H. S.; FUENTEFRIA, A. M. **Imidazolium salts with antifungal potential for the control of head blight of wheat caused by *Fusarium graminearum*.** Journal of Applied Microbiology, v. 121, n. 2, p. 445-452, 2016.
- SILVA, A. N.; AZEVEDO, G. B.; SOBRINHO, G. G. R.; NOVAES, Q. S. **Efeito de produtos químicos e de *Trichoderma* spp. no controle de *Fusarium solani* do maracujazeiro.** Interciencia, v. 39, n. 6, p. 398-403, 2014.
- YALING, L.; PONGNAK, W.; KASEM, S. **Mushroom and macrofungi collection for screening bioactivity of some species to inhibit coffee anthracnose caused by *Colletotrichum coffeanum*.** Journal of Agricultural Technology, v. 10, n. 4, p. 845-861, 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abelhas sem ferrão 10, 114, 115, 116, 118, 119, 121

Água 14, 15, 17, 35, 36, 37, 45, 51, 63, 64, 72, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 94, 96, 102, 104, 105, 106, 107, 117, 157

Alternative control 22

Amazônia 20, 21, 32, 33, 42, 58, 72, 73, 74, 76, 97, 101, 114, 115, 120, 121

Antagonismo 12

Antifúngica 10, 16, 19, 21, 22, 23, 43, 59, 62, 70, 122, 124, 125, 131, 133, 135, 136, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

Aspergillus 10, 23, 24, 27, 102, 103, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 118, 119, 148, 149, 152, 154, 155, 157, 159

Atividade enzimática 44, 46, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 102, 104, 105, 109, 110, 128, 151

B

Basidiomycota 22, 23

Bioautografia 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19

Bioprospecção 102, 113, 148, 150

Biotecnologia 21, 33, 44, 57, 102, 103, 114, 151, 154, 156, 157, 158, 160

C

Candida spp. 61, 62, 63, 68, 69, 71, 97, 98, 99, 100, 145, 146

Candidíase oral 61, 68, 71, 98

Cogumelo 48, 49, 51, 53

Cryptococcus gattii 9, 72, 73, 123, 131

Cryptococcus neoformans 10, 72, 73, 122, 123, 131, 132

Cultivo submerso 32, 35, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 106

Cytopogon flexuosus 122, 123

D

Diversidade 7, 9, 33, 34, 41, 74, 76, 80, 89, 93, 94, 95, 96, 116, 149

E

Enzimas 10, 44, 45, 49, 54, 60, 66, 68, 69, 99, 102, 103, 111, 112, 113, 129, 138, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158

Esporotricose 8, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Essential oils 21, 123

Extrato aquoso 11, 12, 55

F

Fatores de virulência 9, 10, 60, 62, 68, 69, 70, 97, 98, 99, 101, 122, 123, 131

Fluconazol 9, 58, 60, 61, 64, 67, 68, 69, 124, 141, 142

Fontes nutricionais 48, 50

Fungos 2, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 32, 33, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 54, 57, 73, 74, 75, 77, 93, 94, 95, 96, 99, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 123, 134, 137, 145, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 160

Fungos endofíticos 8, 10, 20, 32, 33, 35, 37, 38, 41, 42, 43, 156, 157

Fungos filamentosos 10, 73, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 137, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 156, 157

Fusariosis 22, 23, 29

G

Gatos domésticos 1, 6, 7

I

Idosos 9, 97, 98, 99, 101

Infecções fúngicas 10, 62, 68, 133, 134, 135, 140

Intestino 114, 115, 116, 117, 119

L

Lipase 10, 44, 45, 46, 102, 103, 105, 106, 109, 110, 111, 112, 113, 155, 156, 157, 158, 159

M

Metabolismo secundário 33

N

Natural products 22, 23, 30, 41, 42, 123, 132

Nordeste brasileiro 8, 1, 8, 9

P

Pectinases 148, 149, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Phytopathogen 22, 24, 27, 29

R

Resíduos agroindustriais 44, 148, 156

Resistência fúngica 61

S

Solo 9, 2, 3, 7, 13, 21, 72, 74, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 96, 124

Susceptibilidade antifúngica 133, 142, 143, 145

T

Transmissão zoonótica 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9

V

Virulence factors 61, 71, 98, 101, 123

Z

Zoospóricos 9, 74, 75, 76, 80, 93, 94, 95, 96

 **Atena**
Editora

2 0 2 0