

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 ZOONÓTICA 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 Ataides

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

SCREENING DE FUNGOS FILAMENTOSOS VOLTADO PARA A PRODUÇÃO DE ENZIMAS

Data de aceite: 01/06/2020

Data de submissão: 13/03/2020

Inaiá Ramos Aguiar

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de
Ribeirão Preto – USP
Ribeirão Preto – SP

<http://lattes.cnpq.br/1349514489281803>

Mônica Stropa Ferreira-Nozawa

Vectorcontrol
Vinhedo – SP

<http://lattes.cnpq.br/6646435354431954>

RESUMO: O território brasileiro apresenta uma ampla biodiversidade biológica, especialmente de fungos filamentosos, microrganismos cujo potencial para pesquisas biotecnológicas é enorme pois são excelentes produtores de enzimas. Dentre elas, podemos destacar as pectinases, que são enzimas que degradam pectina, componente da parede celular de vegetais. Indústrias como as alimentícias, têxteis, de papel, de biocombustíveis etc. precisam degradar a pectina da matéria prima de seus produtos, porém o alto custo de produção de enzimas pectinolíticas é o maior obstáculo para a comercialização das mesmas, portanto a substituição de métodos tradicionais

de produção, por fungos filamentosos pode aumentar a eficiência de produção da enzimas, bem como diminuir seus custos. Além da alta taxa de produção enzimática dos fungos filamentosos, estes organismos podem se utilizar de resíduos agroindustriais como fonte de carbono para seu crescimento. No presente artigo foram selecionados fungos filamentosos bons produtores de pectinases e seu meio de cultivo foi otimizado utilizando-se resíduos agroindustriais como fonte de carbono, visando uma alta produção de pectinases de forma sustentável e a baixo custo.

PALAVRAS CHAVE: Bioprospecção, fungos filamentosos, pectinases, *Aspergillus*, enzimas.

FILAMENTOUS FUNGI SCREENING AIMING ENZYME PRODUCTION

ABSTRACT: Brazilian territory has a wide biological biodiversity, especially of filamentous fungi, microorganisms whose potential for biotechnological researches is huge, because they are excellent enzyme producers. Among them, there are pectinases, which degrade pectin, a vegetable cell wall component. Food, textiles, paper and biofuels industries, for example, need to degrade pectin from raw materials of their products, however, the high

cost of pectinase production is the biggest obstacle to their commercialization, therefore the replacement of traditional methods by filamentous fungi, to produce pectinolytic enzymes, can be more efficient and reduce its cost. In addition to the high rate of filamentous fungi enzyme production, these organisms can use agro-industrial wastes as carbon source for their growth. In this article, filamentous fungi, good pectinase producers, were selected and their culture medium was optimized using agro-industrial wastes, aiming the highest and sustainably pectinase production, with a low cost.

KEYWORDS: Bioprospection, filamentous fungi, pectinases, *Aspergillus*, enzyme.

REVISÃO

1 | FUNGOS FILAMENTOSOS

Devido a condições climáticas, o Brasil apresenta uma das maiores biodiversidades do planeta, incluindo a dos fungos que podem ser encontrados facilmente em diversos ecossistemas e habitats (PEREIRA *et al.*, 2017). Apesar da ampla diversidade de espécies fungos, apenas uma parcela de 6,6% das 1.500.000 estimadas estão descritas na literatura, das quais cerca de 13.800 podem ser encontradas no Brasil (KIRK *et al.* 2008; LEWINSOHN & PRADO 2006).

A maioria dos fungos são filamentosos e sua morfologia é uma das mais diversas. São organismos multicelulares e apesar de seres microscópicos, podem ser vistos a olho nu devido seus extensos filamentos chamados de hifas (**Figura 1**). Essas hifas são o suporte dos conidióforos que liberam esporos e a organização em trama desses filamentos forma o micélio (estrutura vista a olho nu) (KAVANAGH, 2005; RAVEN *et al.*, 2013).

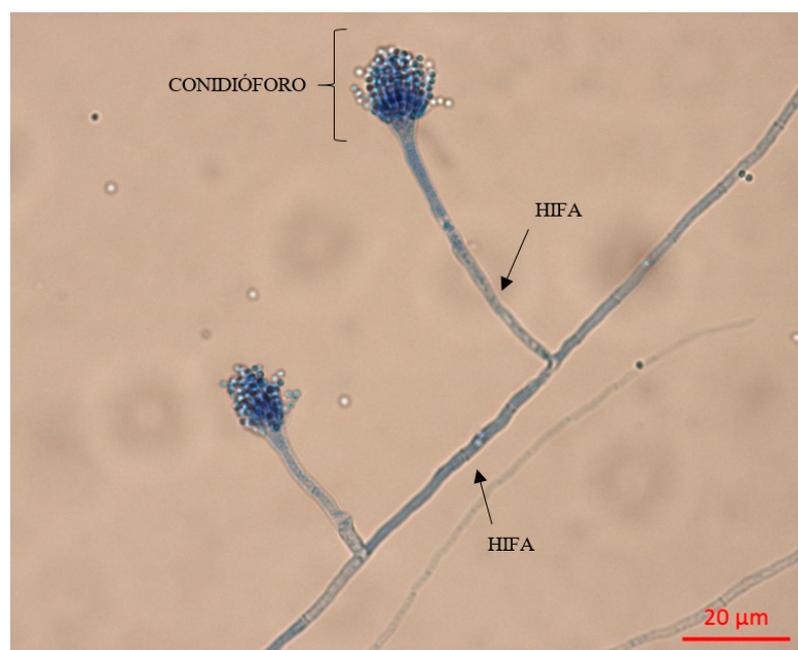


Figura 1: Conidióforos e hifas do fungo *Aspergillus thermomutatus*, também denominado *Neosartorya pseudofischeri*. (Foto: Inaiá Ramos Aguiar)

A fisiologia dos fungos tem grande impacto no meio ambiente, nas indústrias e saúde humana. Do ponto de vista ecológico, os processos bioquímicos da natureza não aconteceriam sem a participação dos fungos como decompositores primários de materiais orgânicos (BENASSI & ALMEIDA, 2019). Eles são organismos heterótrofos, porém sua parede celular constituída de quitina impede a entrada de alimentos na célula por fagocitose, portanto, fungos devem absorver nutrientes simples e solúveis através da membrana plasmática. Para tal, estes secretam enzimas que degradam polímeros complexos até se tornarem simples e solúveis na membrana (DEACON, 2013).

Os fungos são facilmente cultivados em laboratório por apresentarem rápido crescimento, simplicidade de composição, serem de fácil manuseio, ocuparem pouco espaço e as condições de cultivo podem ser facilmente controladas (DESAGIACOMO, 2014). Devido a essas características, o potencial industrial dos fungos filamentosos tem estimulado diversas pesquisas, mas principalmente visando desenvolvimento de processos de fermentação em larga escala e purificação de enzimas (**Figura2**) (BASSANI & ALMEIDA, 2019). Bioprospecção é a pesquisa por microrganismos com potencial uso econômico e eventual desenvolvimento tecnológico, de forma legal e sustentável (SACCARO & NILO, 2011).



Figura 2: Aplicações industriais de enzimas produzidas por fungos filamentosos. (Imagem: Inaiá Ramos Aguiar).

2 | ENZIMAS

Enzimas são biomoléculas envolvidas em catálise de processos bioquímicos, ou

seja, aumentam a velocidade das reações. Podem tanto decompor moléculas grandes em moléculas menores, como podem construir moléculas maiores a partir de unidades menores, além de catalisarem alterações estruturais. Portanto, todas as reações químicas que ocorrem nos seres vivos dependem da ação de enzimas. Em sua maioria são proteínas, que por sua vez são compostas por aminoácidos ligados entre si por ligações peptídicas (NELSON & COX, 2011).

A atividade enzimática pode ser alterada por diversos fatores, dentre eles: concentração de substratos; temperatura, sendo que cada enzima tem sua temperatura ótima; o pH, no qual as enzimas também apresentam um pH ótimo. São utilizadas como biocatalisadores para produção de alimentos e bebidas, por meio da fermentação microbiana natural, mesmo antes de serem descobertas no século XIX (MÁRQUEZ *et al.*, 2011). Por serem extremamente eficientes e altamente específicas, desde sua descoberta foram utilizadas em processos biotecnológicos como ferramentas promissoras na síntese de compostos de alto valor agregado e até hoje vêm sendo extremamente importantes para processos industriais de biotecnologia (REGINATTO *et al.*, 2017).

O alto custo na produção enzimática é o maior obstáculo para comercialização de novas enzimas, porém a otimização das condições de cultivo e escolha de micro-organismo adequados, pode levar a uma produção enzimática mais eficaz e com redução de custos de produção (MENESES, 2007).

3 | PECTINA E PECTINASES

As células vegetais são aderidas umas às outras pela parede celular, por meio de uma lamela média, constituída principalmente por pectina (LATARULLO *et al.*, 2016). Pectinas são polissacarídeos de alto peso molecular, carregadas negativamente (ROSSI, 2011). São componentes estruturais de plantas (2 a 10% da biomassa) que contribuem para integridade e manutenção desses tecidos, além de participarem da organização estrutural da celulose e hemicelulose (CANTERI *et al.* 2012; LATARULLO *et al.*, 2016).

São complexos coloidais de polissacarídeos ácidos, compostos de resíduos de ácido galacturônico (GalA), unidos por ligações α -1,4 em sua cadeia principal, conhecida como homogalacturonana (HG), que podem estar parcialmente esterificadas, e com ramificações, conhecidas como ramnogalacturonana I (RG-I) e ramnogalacturonana II (RG-II). RG-I consiste na repetição de unidades de dissacarídeos de ácido galacturônico e ramnose. A RG-II tem um suporte estrutural de HG, com cadeias laterais complexas ligadas a resíduos de GalA (**Figura 3**) (RIDLEY *et al.*, 2001).

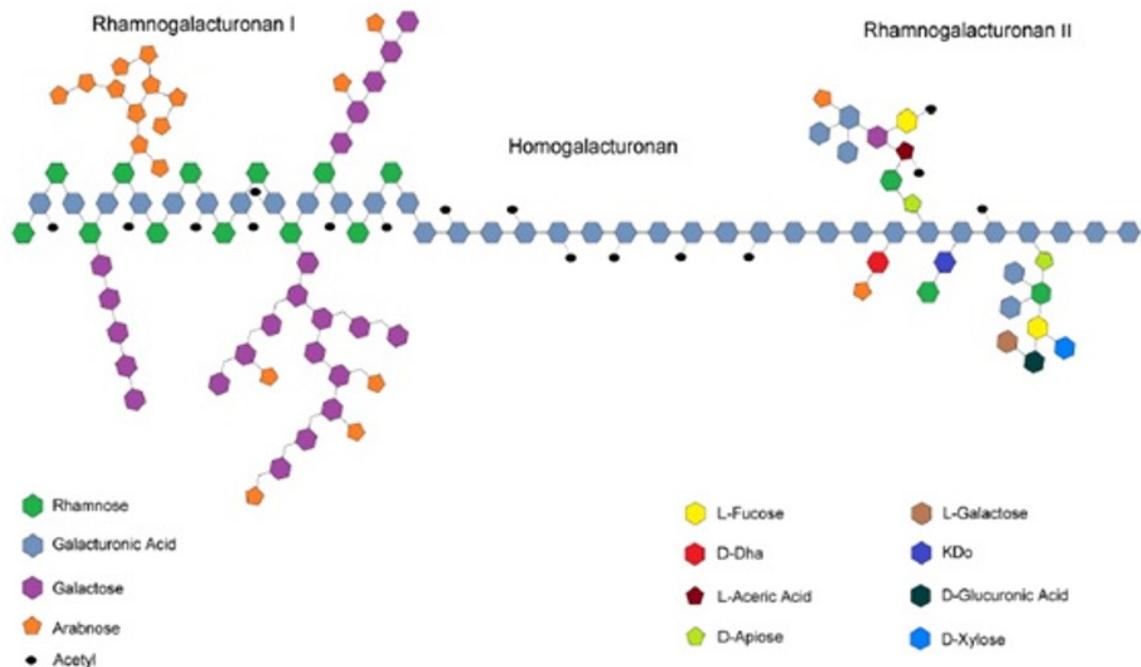


Figura 3: Representação esquemática convencionais da estrutura da pectina (POLIZELLI *et al.*, 2013).

De acordo com as modificações nas ligações da cadeia principal, podem ser classificadas em: protopectina, ácido pectínico, ácido péctico e pectina (UENOJO & PASTORE, 2007).

Enzimas pectinolíticas, também conhecidas como pectinases, são utilizadas, principalmente, na indústria alimentícia, na produção de sucos de frutas ou vinho, contribuindo para a redução da viscosidade, de modo a aumentar a eficiência de filtração e clarificação dos mesmos, além de serem usadas nas indústrias têxteis e de papel e recentemente na extração de óleos vegetais (REGINATTO *et al.*, 2017, ORTIZ *et al.*, 2017). Têm ganhado significativa atenção e eficiência de uso para fins tecnológicos, em função de avanços em estudos sobre a natureza dos tecidos vegetais e atualmente quase 5% da produção e vendas de enzimas globais são de pectinases (CATHARINA, 2013; KETIPALLY & RAM, 2018).

4 | O GÊNERO *ASPERGILLUS*

Dentre os diversos fungos filamentosos, os fungos do gênero *Aspergillus* se destacam como um dos mais importantes para a produção de enzimas extracelulares, pois secretam cerca de 90% de suas enzimas produzidas, o que facilita a extração e purificação das mesmas e, além disso, o valor de pH de muitos processos industriais se próxima ao valor de pH da atividade dos fungos filamentosos, portanto, estes organismos estão intimamente envolvidos em muitas pesquisas biotecnológicas voltadas para processos industriais, principalmente voltadas para o comércio, incluindo as pesquisas voltadas para a produção de pectinases (BENNETT, 2010; REGINATTO *et al.*, 2017; DESAGIACOMO,

2014).

JUSTIFICATIVA

O aumento da conscientização ambiental nos últimos anos, principalmente sobre efeitos da poluição industrial, pressionou a indústria e o governo para substituir processos químicos tradicionais por processos biológicos alternativos, envolvendo micro-organismos e enzimas (BHARDWAJ *et al.*, 2017). Os coprodutos agroindustriais representam alternativa viável, tanto no enfoque nutricional como econômico (SILVA *et al.*, 2007).

Uma das aplicações em potencial de resíduos industriais pode ser sua utilização como fonte de carbono em bioprocessos para obtenção de enzimas, entre outros produtos (UENOJO & PASTORE, 2007). Nesse cenário, o Brasil tem um papel proeminente na agricultura, em produção e exportação, principalmente, de café, cana-de-açúcar, soja, frutas e outros produtos que têm grande potencial como fonte de carbono para fungos filamentosos (DAMASIO *et al.*, 2011).

Agroindústrias geram uma enorme quantidade de materiais residuais, cuja deposição no meio causa sérios problemas de poluição. A substituição dos componentes do meio de cultivo por resíduos industriais desencadeia um processo de produção ecologicamente correto e mais econômico, uma vez que se utiliza de matéria que seria descartada e se tornaria poluente para o meio ambiente e ainda substitui substratos químicos de alto custo para produzir produtos químicos como as enzimas.

Pectinases são enzimas utilizadas em indústrias para diversos processos e é vantajoso que exista uma maneira de produzi-las em grande escala, de forma simples e de baixo custo. Fungos são bons produtores dessas enzimas e a extração enzimática, cultivo do fungo e seu armazenamento são processos simples, rápidos e de baixo custo, fazendo com que esses organismos sejam alvo de estudos biotecnológicos.

Os resultados deste artigo permitiram determinar fungos bons produtores de pectinases, os melhores meios de cultivo, tipo de fermentação e condições de pH e temperatura para micro-organismos ainda não descritos na literatura quanto a produção dessas enzimas. Assim pectinases foram produzidas em meios formulados com composição simples, com baixo custo e em quantidades elevadas para futura aplicação biotecnológica. Este estudo envolvendo a produção enzimática utilizando resíduos industriais não só, é um processo que não causa impactos ambientais, como evita poluição por degradação de biomassa residual. Este estudo também visa a associação das pectinases em um coquetel enzimático, que tem como alvo a produção de açúcares fermentescíveis a partir da degradação de paredes celulares de bagaço de malte de indústrias cervejeiras artesanais e de bagaço de cana de açúcar, levando a formação de etanol de segunda geração.

REFERÊNCIAS

- BENASSI, V. M.; ALMEIDA, A. **Prospecção de fungos filamentosos termotolerantes e termofílicos de distintos materiais coletados no estado de Minas Gerais e análise de potenciais produtores de amilases**. Unimontes Científica, v. 20, n. 1, p. 150-169, 2019.
- BENNETT, J. W. **An overview of the genus *Aspergillus***. Portland: Caister Academic Press, 2010. 238 p.
- BHARDWAJ, V.; DEGRASSI, G.; BHARDWAJ, R. K. **Microbial Pectinases and their applications in industries: A review**. International Research Journal of Engineering and Technology. v. 4, n. 8, p. 829-836, 2017.
- CANTERI, M.H.G.; MORENO, L; WOSIACKI, G.; SCHEER, A. **Pectin: from raw material to the final product**, 22(2), 149-157, 2012.
- CATHARINA, L. M. S. **Avaliação da produção de pectinases por *Aspergillus oryzae* ipt-301 em processo submerso**. 2013. 89 f. Tese (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade de Caxias do Sul, 2013.
- DAMASIO, A.R; MALLER, A; SILVA, T; JORGE, J.A.; TERENCEI H.F; POLIZELI, M.L.T.M. **Biotechnological potential of alternative carbon sources for production of pectinases by *Rhizopus microsporus* var. rhizopodiformis**. Brazilian Archives of Biology and Technology, 54(1), 141-148, 2011.
- DEACON, J. W. **Fungal biology**. Somerset: Wiley, 371 p., 2013.
- DESAGIACOMO, C. C. V. **Produção, purificação, propriedades funcionais e aplicação de uma poligalacturonase produzida por *Neosartorya glabra***. 2014. 101f. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.
- KAVANAGH, K. **Fungi**. Editora Wiley, 1ªed., Chinchester 2005, p. 2-3.
- KETIPALLY, R; RAM, M. R. **Optimization of Pectinase Production by *Aspergillus oryzae* RR 103**. Current Agriculture Research Journal, v. 6, n. 1, p. 37-44, 2018.
- KIRK P.M.; CANNON P.F.; DAVID J.C.; STALPERS J.A. (eds.) 2008. **Dictionary of the Fungi**, 11th ed. Wallingford: CABI Publishing.
- LATARULLO, M. B., TAVARES, E. Q., PADILLA, G., LEITE, D. C., & BUCKERIDGE, M. S.; **Pectins, endopolygalacturonases, and bioenergy**. Frontiers in plant science, v. 7, p. 1401, 2016.
- LEWINSOHN T.M. & PRADO P.I. 2006. **Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira**. In: Lewinsohn T.M. (org.). Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- MÁRQUEZ A. L.; PÁRAMO M. G. Z., ROMERO E. L., CAMACHO H. C. **Biotechnological potential of pectinolytic complexes of fungi**. Biotechnol Lett, v. 33, n. 5, p. 859-868, 2011.
- MENESES, A. G. **Produção de Enzimas pectinolíticas e seletividade de produtos fitossanitários sobre o agente biológico “G088”**. 2007. 112 f. Tese (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2007.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios de Bioquímica**. Ed. Sarvier, 5ªed., Porto Alegre, Artmed, 2011, 1273 p.
- ORTIZ, G. E.; MOURA, M. C. P.; NOSEDA, D. G.; CAZABAT, G.; SARAVALLI, C.; LÓPEZ, M. C.; GIL, G. P.; BLASCO, M.; ALBERTÓ, E. O. **Pectinase production by *Aspergillus giganteus* in solid-state**. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology. v. 44, p. 197-211, 2017.

- PEREIRA J.O., DE SOUZA A.Q.L., DE SOUZA A.D.L., DE CASTRO FRANÇA S., DE OLIVEIRA L.A. **Overview on Biodiversity, Chemistry, and Biotechnological Potential of Microorganisms from the Brazilian Amazon.** In: de Azevedo J., Quecine M. (eds) Diversity and Benefits of Microorganisms from the Tropics. Springer, Cham. p. 71-103, 2017.
- POLIZELI, M.L.T.M.; DAMÁSIO, A.R.L.; MALLER, A.; CABRAL, H.; POLIZELI, A.M.; RAI, M. **Pectinases produced by Microorganisms: Properties and Applications.** In: POLIZELI, M.L.T.M.; RAI, M. Fungal Enzyme. CRC Press, 2013, p. 316-340.
- RAVEN, P. H. **Biology of plants.** New York: W.H. Freeman and Company Publishers, 2013.
- REGINATTO, C.; ROSSI, C.; MIGLIORANZA, B. G.; SANTOS, M.; MENEGHEL, L.; SILVEIRA, M. M.; MALVESSI, E. **Pectinase production by Aspergillus niger LB-02-SF is influenced by the culture medium composition and the addition of the enzyme inducer after biomass growth,** Process Biochemistry v. 58, p. 1-8, 2017.
- RIDLEY, B. L., O'NEIL, M. A., MOHNEN, D. **Pectins: structure, biosynthesis, and Oligogalacturonide – related signaling.** Phytochemistry, v. 57, p. 929-967, 2001.
- ROSSI, S. C. **Produção de aromas frutais por ceratocystis fimbriata cultivado em polpa cítrica, farelo de soja e melaço de cana por fermentação no estado sólido – determinação da atividade de poligalacturonase, esterases e lipase.** 2011. 89 f. Tese (Mestrado em Processos Biotecnológicos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2011.
- SACCARO, JR, NILO, L. **A regulamentação de acesso a recursos genéticos e repartição de benefícios: disputas dentro e fora do Brasil.** Ambiente & Sociedade, v. 14, n. 1, p. 229-244, 2011.
- SILVA, H.G. O., PIRES, A. J. V., NETO, P. A. C., CARVALHO, G. G. P., VELOSO, C. M., SILVA, F. F. **Digestibilidade de dietas contendo silagem de capim -elefante amonizado e farelo de cacau ou torta de dendê em ovinos.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.36, n.2, p.499 - 506, 2007.
- UENOJO, M; PASTORE, G.M. **Pectinases: aplicações industriais e perspectivas.** Química Nova, 30(2), 388-394, 2007.
- VERDOES J. C., PUNT, P. J., VAN DEN HONDEL, C. A. M. J. J. **Molecular genetic strain improvement for the overproduction of fungal proteins by filamentous fungi.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 43: p. 195-205, 1995.

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, 2, 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