

Estudos em Ciências Exatas e da Terra

Desafios, Avanços e Possibilidades

Alireza Mohebi Ashtiani
(organizador)

 EDITORA
ARTEMIS
2023

Estudos em Ciências Exatas e da Terra

Desafios, Avanços e Possibilidades

Alireza Mohebi Ashtiani
(organizador)

 EDITORA
ARTEMIS
2023



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). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Alireza Mohebi Ashtiani
Imagem da Capa	Abstract Style Landscapes /123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México



Prof.^ª Dr.^ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.^ª Dr.^ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.^ª Dr.^ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.^ª Dr.^ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.^ª Dr.^ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.^ª Dr.^ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^ª Dr.^ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal



Prof.^ª Dr.^ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba
Prof.^ª Dr.^ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.^ª Dr.^ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof.^ª Dr.^ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Sílvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.^ª Dr.^ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia
Prof.^ª Dr.^ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^ª Dr.^ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E82 Estudos em Ciências Exatas e da Terra: Desafios, Avanços e Possibilidades / Organizador Alireza Mohebi Ashtiani. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Digital Editions

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-87396-74-3

DOI 10.37572/EdArt_240223743

1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Ashtiani, Alireza Mohebi.

CDD 509

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



APRESENTAÇÃO

As ciências exatas e da terra têm uma importância muito especial e são consideradas a origem e a base principal do progresso de outras áreas de conhecimento, que ganharam destaque com a evolução tecnológica e a complexidade dos desafios humanos.

De modo geral, pode-se dizer que as importantes conquistas dos séculos passados e atuais se devem à atuação e ao avanço do campo das ciências exatas e da terra, que, através de desafios, situações e aplicações, avançaram e cruzaram as fronteiras tradicionais de outras áreas de conhecimento, resolvendo problemas complexos que abrangem diversas áreas: a isto chamamos “interdisciplinaridade”.

Diante dessa realidade, o primeiro volume de **“Estudos em Ciências Exatas e da Terra: Desafios, Avanços e Possibilidades”** publicado pela Editora Artemis e apresentado em 10 capítulos, tem por objetivo dar um panorama geral dos desafios, avanços e possibilidades que envolvem essa área de conhecimento, tanto na teoria quanto na prática.

Os trabalhos aqui apresentados, de pesquisadores de diversos países, entre eles Argentina, Brasil, México, Paraguai, Portugal e Rússia, oferecem aos leitores e interessados a oportunidade de ampliar seus conhecimentos e adquirir uma visão mais profunda da área.

Alireza Mohebi Ashtiani

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

APLICACIÓN DE LA BIOMASA DE LA CÁSCARA DE AGUACATE (*Persea americana*) PARA LA ELIMINACIÓN DE CROMO (VI) DE AGUAS CONTAMINADAS

Ismael Acosta Rodríguez
Adriana Rodríguez Pérez
Juan Fernando Cárdenas González
Víctor Manuel Martínez Juárez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2402237431

CAPÍTULO 2..... 10

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE EXTRATOS BRUTOS OBTIDOS DE DOIS FUNGOS ENDOFÍTICOS ISOLADOS DE *COCHLOSPERMUM REGIUM*

João Vitor Fonseca Montel
Gleys Kellen Aquino Moraes
Sara Bruna Souza Dantas
Vanessa Mara Chapla

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2402237432

CAPÍTULO 3..... 18

COMPARACIÓN DEL CONTENIDO FENÓLICO EN MUESTRAS DE TÉ NEGRO Y VERDE COMERCIALES MEDIANTE EL MÉTODO DE FOLIN-CIOCALTEU

Daniela Yusbizareth Rodríguez Jiménez
Candy Andreina Montaña Pérez
Martha Edith Cansino Marentes
Rogelio Fernández Argüelles
Javier German Rodríguez Carpena
Gabriela María Ávila Villarreal

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2402237433

CAPÍTULO 4..... 24

QUÍMICA: DESARROLLANDO ENSEÑANZA VIRTUAL EN LA PANDEMIA

Susana Juanto
Gerónimo Prado
Lucas Emanuel Mardones

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2402237434

CAPÍTULO 5..... 36

VARIACIÓN EN EL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN DISTINTOS SISTEMAS PRODUCTIVOS: CONSECUENCIAS AMBIENTALES Y PRODUCTIVAS PARA EL SO BONAERENSE

Nico Digüero
M.A. Luna
L.M. Molina
H.J. Hernández
P.I. Pesatti
G.M. González

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2402237435

CAPÍTULO 6..... 43

STUDY OF MECHANICAL BEHAVIOUR AND CORRELATIONS WITH PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SOLID CERAMIC BRICKS IN ASUNCIÓN

Roberto Alejandro Rojas Holden
Juan de Dios Jacobo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2402237436

CAPÍTULO 7..... 63

COMPARISON OF ANALYTICAL AND NUMERICAL SOLUTIONS TO THE STRESSES PROBLEM IN A CYLINDRICAL SHELL WITH A CIRCULAR HOLE

Stanislava V Kashtanova
Alexey V Rzhonsnitskiy

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2402237437

CAPÍTULO 8.....70

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ALTIMÉTRICOS MEDIANTE LA ARTICULACIÓN ENTRE CÁTEDRAS DE DISTINTAS ÁREAS

Claudio Eduardo Justo
Viviana Angélica Costa

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2402237438

CAPÍTULO 9.....79

CARACTERIZACIÓN DE LA CORTEZA DE TRANSICIÓN Y LÍMITE CORTICAL CONTINENTAL-OCEÁNICO EN EL MARGEN CONTINENTAL ARGENTINO

María Alejandra Arecco

Patricia Alejandra Larocca

Francisco Ruiz

Guillermo Domingo Pizarro

María Florencia Canero

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2402237439

CAPÍTULO 10..... 94

HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SUBMARINE GROUNDWATER DISCHARGES AT OLHOS DE ÁGUA, ALGARVE, PORTUGAL – FREEZE PROJECT

Fátima Sousa

Helena Frazão

Judite Fernandes

Dmitri Boutov

Francisco Leitão

Pedro Range

Gabriela Carrara

 https://doi.org/10.37572/EdArt_24022374310

SOBRE O ORGANIZADOR.....107

ÍNDICE REMISSIVO 108

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE EXTRATOS BRUTOS OBTIDOS DE DOIS FUNGOS ENDOFÍTICOS ISOLADOS DE *COCHLOSPERMUM REGIUM*

Data de submissão: 12/01/2023

Data de aceite: 27/02/2023

João Vitor Fonseca Montel

Graduado em Química Ambiental na
Universidade Federal do Tocantins - UFT
Rua Badejós, S/N, Zona Rural
Caixa postal 66, Gurupi - TO
77402-970, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7329126351594836>

Gleys Kellen Aquino Moraes

Mestre em Biotecnologia pela
Universidade Federal do Tocantins - UFT
Rua Badejós, S/N, Zona Rural
Caixa postal 66, Gurupi - TO
77402-970, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6571661184653670>

Sara Bruna Souza Dantas

Mestre em Química pela
Universidade Federal do Tocantins - UFT
Rua Badejós, S/N, Zona Rural
Caixa postal 66, Gurupi - TO
77402-970, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8078832194241979>

Vanessa Mara Chapla

Doutora em Química pela
Universidade Estadual Paulista – UNESP
Universidade Federal do Tocantins - UFT
Rua Badejós, S/N, Zona Rural
Caixa postal 66, Gurupi - TO
77402-970, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7208996459142622>

RESUMO: Diante da necessidade de descobrir novos compostos ativos, os fungos endofíticos, organismos associados a plantas, surgem como uma alternativa viável para amplificar a descoberta de novos compostos. Com o intuito de estudar o potencial químico e biotecnológico de fungos endofíticos do Cerrado, dois fungos endofíticos isolados da planta medicinal *Cochlospermum regium*, foram selecionados para estudo. Os compostos produzidos pelos fungos foram identificados por cromatografia gasosa acoplado ao espectrômetro de massa (CG/EM). Foram identificados 36 compostos, os majoritários foram o 3-metil-2-butenal (**1**) e o iodo-dodecano (**2**) para o fungo Cr-4, com porcentagem de área de 27,4% e 10,36%, respectivamente. E para o fungo Cr-39 o composto majoritário foi o ácido 1,2-benzenedicarboxílico bis 2-metil propil éster (**3**) com 50,45%. Esses dados demonstram a ampla diversidade de compostos produzidos pelos fungos endofíticos associados a planta *C. regium*.

PALAVRAS-CHAVE: Fungos endofíticos. Metabólitos secundários. *Cochlospermum regium*. Cerrado.

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF
CRUDE EXTRACTS OBTAINED FROM TWO
ENDOPHYTIC FUNGI ISOLATED FROM
COCHLOSPERMUM REGIUM

ABSTRACT: Faced with the need to discover new active compounds, endophytic fungi,

organisms associated with plants, appear as a viable alternative to amplify the discovery of new compounds. In order to study the chemical and biotechnological potential of endophytic fungi from the Cerrado, two endophytic fungi isolated from the medicinal plant *Cochlospermum regium* were selected for study. The compounds produced by the fungi were identified by gas chromatography coupled to the mass spectrometer (GC/MS). 36 compounds were identified, the major ones were 3-methyl-2-butenal (1) and iodine-dodecane (2) for the fungus Cr-4, with an area percentage of 27.4% and 10.36%, respectively. And for the fungus Cr-39 the major compound was 1,2-benzenedicarboxylic acid bis 2-methyl propyl ester (3) with 50.45%. These data demonstrate the wide diversity of compounds produced by the endophytic fungi associated with the *C. regium* plant.

KEYWORDS: Endophytic fungi. Secondary metabolites. *Cochlospermum regium*. Cerrado.

1 INTRODUÇÃO

Endófitos e fungos endofíticos são termos frequentemente utilizados para descrever a microbiota interna de plantas (Rajamanikyam *et al.*, 2017). Uma definição amplamente aceita é que fungos endofíticos vivem no interior dos tecidos vegetais, sem induzir nenhuma expressão aparente de doença (Gupta *et al.*, 2020). Estes são considerados importantes componentes da biodiversidade, estima-se que mais de um milhão de endófitos existam na natureza, sendo a maioria relatada como Ascomycetos (Rajamanikyam *et al.*, 2017).

Os compostos bioativos produzidos pelos endófitos têm como função principal ajudar as plantas hospedeiras a resistir ao estresse biótico e abiótico externo, o que em troca beneficia a sobrevivência do hospedeiro. O estudo da distribuição, biodiversidade e características bioquímicas dos endófitos tem grande importância nas ciências das plantas para compreender e melhorar a capacidade das mesmas (Rajamanikyam *et al.*, 2017, Gupta *et al.*, 2020).

Além disso, um interesse em fungos endofíticos é que muitos deles produzem importantes compostos de interesse farmacêutico e comercial. Esta lista inclui agentes anticâncer, antibióticos, compostos imunossupressores, misturas de antibióticos voláteis, antioxidantes, entre outros (Strobel, 2018).

Uma fonte de fungos endofíticos são as plantas medicinais em países de alta biodiversidade como o Brasil. *Cochlospermum regium* Pilger pertence à família Bixaceae, popularmente conhecida como algodãozinho do cerrado ou algodãozinho do campo, nativa do Brasil encontrada principalmente no bioma cerrado. É uma planta medicinal, utilizada contra diversos tipos de inflamações e como regulador menstrual. Esta planta está inserida na lista de risco de extinção, isto torna imprescindível o estudo dos fungos endofíticos que a colonizam (Camillo *et al.*, 2018; Solon, 2009; Vieira *et al.*, 2018).

Neste sentido o grupo de pesquisa vem estudando os fungos endofíticos associados a espécie vegetal *C. regium* (Arruda *et al.*, 2021). Para dar continuidade a este trabalho este artigo demonstra a produção de metabólitos secundários de dois fungos endofíticos isolados da planta medicinal *C. regium*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ISOLAMENTO E PRESERVAÇÃO DOS FUNGOS ENDOFÍTICOS

Foram coletados folhas e caules jovens e saudáveis da *Cochlospermum regium* encontradas na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi em outubro de 2016, estes foram levados para o laboratório para assepsia.

O isolamento dos fungos endofíticos das folhas/caules ocorreu da seguinte maneira: a superfície do material vegetal foi lavada com água e sabão, e posteriormente levada ao fluxo laminar, o material então foi esterilizado por imersão em NaClO 1% (3 min.) e em etanol 70% (1 min.), seguida de duas lavagens de água estéril (5 min.). A água do segundo lavagem foi inoculada em placa de petri contendo meio BDA autoclavado + antibiótico para verificar se a assepsia do material foi eficiente.

O isolamento pelo método por secção consiste em seccionar pedaços de folhas assepticamente utilizando bisturi e inseridos em três placas de Petri contendo meio de cultura sólida BDA (batata, dextrose e ágar), o qual foi adicionado, após ser autoclavado, antibiótico (50 mg/L) para evitar o crescimento bacteriano. O mesmo processo foi realizado para o caule. O outro método empregado foi o método de maceração, adicionou pedaços de folhas esterilizadas junto com tampão PBS ao almofariz e macerou o material, este foi inserido em três placas de Petri contendo meio BDA + antibiótico (50 mg/mL). Realizou o mesmo procedimento para o caule.

O crescimento dos fungos foi monitorado, e a partir de sucessivas repicagens até a obtenção das culturas puras. O fungo codificado como Cr-4 foi isolado do caule, enquanto o fungo Cr-39 foi isolado da folha macerada, estes foram preservados em eppendorfes contendo água estéril (método de Castelani) na micoteca do Laboratório de Reatividade de Compostos Orgânicos da UFT, Gurupi (Moraes, 2018). Até o presente momento não foi possível a classificação e/ou identificação dos fungos endofíticos relatados neste trabalho.

2.2 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS BRUTOS DE Cr-4 E Cr-39.

Os fungos endofíticos Cr-4 e Cr-39 foram cultivados em meio BDA (Batata, Dextrose e Agár) por 7 dias em temperatura controlada (25 °C). Após, os fungos

foram inoculados em frascos de Erlenmeyer contendo 500 mL de meio líquido MDB (Meio de Batata e Dextrose). Os fungos foram incubados e mantidos sob temperatura controlada de 25°C por 20 dias. Ao final do período de fermentação, a suspensão micelar foi filtrada separando o micélio do filtrado. O filtrado aquoso foi submetido à partição líquido/líquido com acetato de etila por 3x. Seguidamente fez-se a evaporação do solvente utilizando um rotaevaporador, obtendo-se os extratos brutos Cr-4 (17,1 mg) e Cr-39 (5,7 mg).

2.3 CROMATOGRAFIA DE CAMADA DELGADA

A cromatografia em camada delgada comparativa (CCDC), dos extratos brutos obtidos, foi realizada utilizando como fase estacionária placas de sílica gel prontas (F254-Filter-Bio). Estas foram eluídas em cuba cromatográfica contendo hexano: acetato de etila (3:7 v/v). As placas cromatográficas foram reveladas em luz ultravioleta (UV de 254 nm), e posteriormente em vapor de iodo.

2.4 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS EXTRATOS POR CG/EM

A caracterização química dos compostos produzidos pelos endófitos foi realizada por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (CG/EM). As análises foram efetuadas em um cromatógrafo a gás acoplado ao espectrofotômetro de massas modelo GCMS-QP2020 da marca Shimadzu.

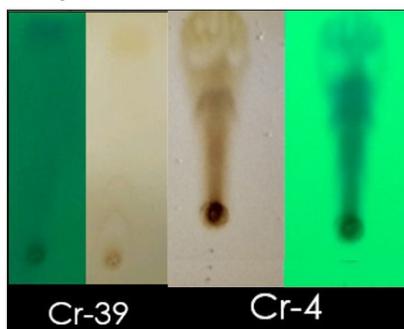
A temperatura do forno da coluna foi de 50°C e a de injeção de 280°C, com o modo de injeção tipo splitless. Pressão a 107,4 kPa com fluxo total de 13,9 mL / min e fluxo da coluna de 1,82 mL / min com o tempo de equilíbrio de 1 min. Tempo inicial da corrida em 2,6 min e finalização da corrida em 97 min. Para gás de arraste foi utilizado o hélio. Os espectros de massa foram obtidos no intervalo de 40-650 uma, operando a 70 eV, e a fonte foi mantida à temperatura de 280°C.

Os dados obtidos do espectro de massa foram comparados com os espectros de massas do NIST do banco de dados GC-EM utilizando índice de Kovalts como referência.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise das cromatoplasmas foi possível inferir que os metabólitos produzidos pelos fungos endolíticos presentes na *C. regium* são diversificados, tanto em quantidade, quanto em suas características físico-químicas. Pois nas placas foi possível verificar manchas em toda a extensão, constituindo uma variedade de polaridades.

Figura-1: Diversidade Química, (CCDC).



Fonte: Autor.

Nos extratos brutos dos fungos Cr-4 e Cr-39 foram identificados 36 compostos apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Os compostos majoritários presentes no extrato bruto Cr-4 foram o 3-metil-2-butenal (**1**, Fgura 1) com porcentagem de área de 27,4%; e o iodo-dodecano (**2**) com 10,36% de área. Além da identificação de outras classes de compostos como aminas, éteres, ácidos e cetonas, em menor quantidade, evidenciando uma produção diversa pelo endófito.

Tabela-1: Compostos identificados por CG/EM no extrato bruto de Cr-4.

Compostos	Tempo de retenção (min)	Porcentagem (%)
Formamida	2,665	0,71
Clorometoxi-etano	2,950	1,33
Etilenimina	3,265	1,67
3-metil-2-butenal	4,284	27,38
Ácido propanóico, 2-metil-, 3-metilbutílico éster	4,689	6,11
Bromocicloheptano	4,745	9,61
(E) -3-Buten-2-ona, 4- (1H-pirrol-2-il) -	10,173	2,00
Ácido ftálico, 6-etil-3-octil butil éster	17,370	1,40
2,2-dimetilhexan-3-ona	17,621	2,07
Ácido sulfuroso, 2-etilhexil hexil éster	18,661	6,07
Anti-2-Acetoxiacetaldoxima	18,906	2,44
Ácido oxálico, propil butil éster	19,521	1,76
Acetil valeril	19,657	9,44
Anidrido propanóico	20,101	1,74
1-iodododecano	20,651	10,36
Ácido sulfuroso, 2-etilhexil hexil éster	21,795	8,85
Ácido sulfuroso, isobutil pentil éster	23,159	3,99
Ácido ftálico, 6-etil-3-octil butil éster	25,951	2,68
Óxido nitroso	26,108	0,40

Fonte: Autor.

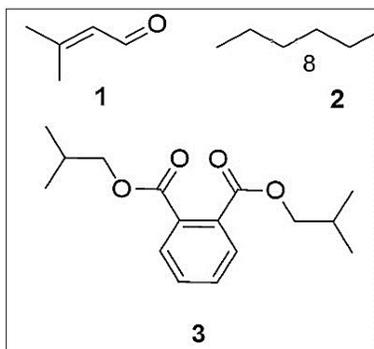
Para o extrato bruto Cr-39 o composto majoritário foi o ácido 1,2-benzenedicarboxílico bis 2-metil propil éster (**3**) com 50,45% de área (Tabela 2, Figura 1). Também foi identificado o 1-iodo-dodecano (**2**) com 10,07% de área. Demonstrando que os dois fungos endofíticos produzem compostos similares, dessa forma podem estar protegendo o seu hospedeiro. Do extrato do fungo Cr-39 foram ainda identificados compostos das classes de aldeídos, éster, cetona e anidrido.

Tabela-2: Compostos identificados por CG/EM no extrato bruto de Cr-39.

Compostos	Tempo de retenção (min)	Porcentagem (%)
3-metil-2-butenal	4,284	5,52
2,3,4-trimetil-pentano	4,689	1,47
Bromocicloheptano	4,744	1,97
Guanidina	8,494	0,69
1-(2-furanil)-3-butenol-1,2-diol	15,605	0,67
1-iodododecano	16,530	10,07
3-metoxi-3-metil-2-butanona	16,838	0,89
Ácido 1,2-benzenedicarboxílico, bis (2-metilpropil) éster	17,372	50,45
Valerato de metila	17,899	1,17
Ácido oxálico, butil propil éster	18,224	0,95
2,4,4-trimetil-hexano	18,292	0,68
Ácido ftálico, 4-cianofenil nonil éster	18,376	8,98
Nitrito de t-butila	18,599	0,68
Ácido ftálico, 4-cianofenil nonil éster	19,474	7,96
Não identificado	19,979	1,96
2,4-dimetil-3-hexanona	20,652	1,01
Não identificado	21,552	1,32
Di-n-octil ftalato	25,958	3,57

Fonte: Autor

Figura-2: Estrutura química dos compostos majoritários identificados nos extratos fúngicos.



Fonte: Autor.

3-metil-2-butenal (**1**) é conhecido como senecialdeído ou 3,3-dimetilacroleína. Pertence à classe dos compostos orgânicos conhecidos como enais, derivado da acroleína, um metabólito carbonila insaturado. É formado no interior das células durante uma peroxidação lipídica ou após um estresse oxidativo. As acroleínas produzidas endogenamente são uma fonte constante de danos ao DNA (Seiner *et al.*, 2007).

O iodo-dodecano (**2**) constitui a classe dos haletos de alquila. Já foi identificado como produto majoritário apolar no querosene no reprocessamento de combustível nuclear (Kindel *et al.*, 1994).

O composto **3** é constituído por um anel benzênico *orto*-dissubstituído por ésteres. Compostos aromáticos apresentam características antioxidantes (Andrade, 2018; Sousa, 2007), vários fungos endofíticos já foram relatados contendo atividade antioxidantes (Alves *et al.*, 2020) devido a sua produção de compostos aromáticos (Arruda *et al.*, 2021, Chapla *et al.*, 2013). Esta propriedade pode estar associada a proteção do hospedeiro de fatores abióticos, como o composto **3** que tem propriedade de filtrar raios ultravioletas (UV-B, 280-320nm) e já foi detectado em plantas nas em regiões superficiais da estrutura vegetal (Azevedo, 1998; Gobbo-Neto, 2007; Ferreira, 2008).

A produção dos metabolitos secundários é o resultado da interação entre os fungos endofíticos, seu hospedeiro e o ambiente ao qual está contido. Dessa forma as condições ambientais e de laboratório podem modificar a produção de compostos secundários pelos endófitos.

Esses dados demonstram a ampla diversidade de compostos produzidos pelos fungos endofíticos associados a planta *C. regium*. Evidenciando assim a importância da análise destes compostos, e suas possíveis aplicação para a indústria, agricultura ou medicina.

4 CONCLUSÃO

Com a identificação de 36 compostos produzidos pelos endófitos podemos destacar que este trabalho contribui para a caracterização química da biodiversidade fúngica do Cerrado. Além de promover os fungos endofíticos como produtores de compostos bioativos que a amplificam o desenvolvimento de seu hospedeiro.

5 AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desta pesquisa contou com benefícios do Programa Institucional de Produtividade em Pesquisa da UFT (PROPESQ/UFT).

REFERÊNCIAS

- ALVES, D.R.; SILVA, W.M.B.; SANTOS, D.L.; FREIRE, F.C.O.; VASCONCELOS, F.R.; MORAES, S.M. Atividades antioxidante, anticolinesterásica e citotóxica de metabolitos de fungos endofíticos. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 9, p.73684-73691, 2020.
- ANDRADE, C.H.; KUMMERLE, A.E.; GUIDO, R.V.C. Perspectivas da Química Medicinal para o Século XXI: Desafios e Oportunidades. **Química Nova**, v. 41, n. 4, p. 476–483, abr. 2018.
- ARRUDA, G.L.; MORAIS, G.K.A.; CHAGAS JR., A.F.; ARAUJO, A.R.; CHAPLA, V.M. Aromatic compounds from the endophytic fungus *Asordaria conoidea* and their allelochemical property using OSMAC strategy. **Natural Products Research**, 2021.
- AZEVEDO, J.L. Microrganismos endofíticos. In: MELO I.S. **Ecologia Microbiana**. Jaguariúna. EMBRAPA, CNPMA, 1998. p. 117-137.
- CAMILLO, J.; MARTINS, R.C.; NETO, G.G.; GULIAS, A.P.S.M.; FILGUEIRAS, A.D.; COSTA, L.C.; SILVA, D.B. **Cochlospermum regium: algodão do campo**. In: Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas para o Futuro - Região Centro-oeste. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF: MMA, 2018, 1160 p.
- CHAPLA, V.M.; BIASETTO, C.R.; ARAUJO, A.R. Fungos Endofíticos: Uma Fonte Inexplorada e Sustentável de Novos e Bioativos Produtos Naturais. **Revista Virtual Química**. v.5, n. 3, p. 17, 2013.
- FERREIRA, M.M.M. Flavonas e Flavonóis: Novas Descobertas Sobre sua Estrutura Química e Função Biológica. **Revista Agro@ambiente** v. 2, n. 2, p. 4, 2008.
- GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Medicinal plants: factors of influence on the content of secondary metabolites. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374–381, 2007.
- GUPTA, S.; CHATURVEDI, P.; KULKARNI, M.G.; STADEN, J.V. A critical review on exploiting the pharmaceutical potential of plant endophytic fungi. **Biotechnology Advances**, v. 39, p. 107462, 2020.
- KINDEL, O.; HERRMANN, F.J.; SCHMIDT, L.; PATZELT, P. Identification of iodoorganic compounds in kerosene from nuclear fuel reprocessing. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 182, n. 2, p. 385–391, 1994.
- MORAES, G. K. A. Isolamento e avaliação biológica de fungos endofíticos associados à *Cochlospermum regium*. Gurupi, TO. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade Federal do Tocantins - UFT, 2018.
- RAJAMANIKYAM, M.; VADLAPUDI, V.; AMANCHY, R.; UPADHYAYULA, S.M. Endophytic Fungi as Novel Resources of natural Therapeutics. **Braz. Arch. Biol. Technol.** v. 60, e17160542, 2017.
- SEINER, D.R.; LABUTTI, J.N.; GATES, K.S. Kinetics and mechanism of protein tyrosine phosphatase 1B inactivation by acrolein. **Chemical research in toxicology**, v. 20, n. 9, p. 1315-1320, 2007.
- SOLON, Soraya. Análise Fotoquímica e Farmacognósticas das raízes da *Cochlospermum regium* (Mart. Et Schr.) Pilger, Cochlospermaceae. Brasília, DF. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Brasília – UNB, 2009.
- SOUSA, C.M.M.; SILVA, H.R.; VIEIRA-JR., G.M.; AYRES, M.C.C.; COSTA, C.L.S.; ARAÚJO, D.S.; CAVALCANTE, L.C.D.; BARROS, E.D.S.; ARAÚJO, P.B.M.; BRANDÃO, M.S.; CHAVES, M.H. Total Phenolic and Antioxidant Activity of Five Medicinal Plants. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 351–355, 2007.
- STROBEL, G. The Emergence of Endophytic Microbes and Their Biological Promise. **Journal of Fungi**, v.4, p. 57, 2018.
- VIEIRA, R.F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Centro-Oeste**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade. 1. 160 p. 2018.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alireza Mohebi Ashtiani possui graduação em bacharelado em Matemática, Matemática Aplicada, pela Amirkabir University of Technology (Polytechnic of Tehran), Teerã/Irã (2003), mestrado em Matemática Aplicada pelo Institute for Advanced Studies in Basic Sciences (IASBS), Zanjan/Irã (2005) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) na área de Automação (2012). Foi bolsista de Pós-doutorado Júnior do CNPq no Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC/UNICAMP) e bolsista de Pós-doutorado da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) na Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (FCA/UNICAMP). Desde 2013 é docente vinculado ao Departamento Acadêmico de Matemática do Campus Londrina da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), e atualmente, docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) da UTFPR, Campus Cornélio Procopio.

Alireza Mohebi Ashtiani

<http://lattes.cnpq.br/5025709771742662>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agrimensura 70, 73, 74, 76, 77

Algarve 94, 95, 96, 97, 99, 104, 105, 106

Algebra Lineal

Álgebra Lineal 70, 71, 78

Antioxidantes 11, 16, 19

Articulación entre Cátedras de Ciencias Básicas y de Ingeniería en Agrimensura 70

B

Bending 43, 54, 55, 57

Bioadsorción 1, 2, 4, 5

Biomosas naturales 2, 3, 6

Borde Oceánico-Continental 80, 82

C

Camellia sinensis 18, 19, 23

Carbono orgánico 36, 37, 38, 39

Cerrado 10, 11, 16

Circular cutout 63, 69

Cochlospermum regium 10, 11, 12, 17

Compression 43, 44, 47, 50, 54, 56, 57, 59, 60

Corteza Continental-Oceánica De Transición 80

Cromo (VI) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

CTD 95, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 106

Cylindrical shell 63, 64, 69

E

Enseñanza entre Pares 70

Enseñanza presencial 25

Enseñanza virtual 24, 25, 34

Evaluaciones virtuales 25

Experimentos caseros 25, 26, 28, 29, 30, 35

F

Flavonoides 19

Fungos endofíticos 10, 11, 12, 15, 16, 17

L

Low walls 43, 44, 45, 47, 56, 57

M

Margem Continental Argentino 79, 80, 81, 82, 83, 93

Metabólitos secundários 10, 12, 16, 19

Modelado gravimétrico 2D 80, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91

O

Olhos de Água 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106

P

Portugal 94, 95, 105, 106

Problemas Altimétricos 70

S

Shell theory 63

Submarine Groundwater Discharge (SGD) 95

Suelos 2, 3, 36, 37, 38, 40, 41, 61

U

Usos y manejos 36, 37, 38, 41