

Alda Rocío Ortiz Muñiz
(Organizadora)



ESTUDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SUAS TECNOLOGIAS

VOL II

 EDITORA
ARTEMIS
2026

Alda Rocío Ortiz Muñiz
(Organizadora)



ESTUDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SUAS TECNOLOGIAS

VOL II



**EDITORA
ARTEMIS**

2026



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
Organizadora	Prof. ^a Dr. ^a Alda Rocío Ortiz Muñiz
Imagem da Capa	mikkiorso/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, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, Universidad Autónoma del Estado de México, México
Prof.^a Dr.^a Alda Rocío Ortiz Muñiz, Universidad Autónoma Metropolitana, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
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, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, Universidad de Sevilla, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
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, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, Espanha



Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
 Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
 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 (USP), Brasil
 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 Emilias Darlene Carmen Lebus, Universidad Nacional del Nordeste, 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. Fernando Hitt, Université du Québec à Montréal, Canadá
 Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, Universitat de Barcelona, Espanha
 Prof.^a Dr.^a Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
 Prof.^a Dr.^a Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia
 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. Guillermo Julián González-Pérez, Universidad de Guadalajara, México
 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 Albornoz, 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 Díaz, 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. Juan Porras Pulido, Universidad Nacional Autónoma de México, 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 Rodriguez, Universidad Santiago de Compostela, Espanha
 Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, 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 María Alejandra Arecco, Universidad de Buenos Aires, Argentina
 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 da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
 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 MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
 Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
 Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, Universidad de Guadalajara, México
 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. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha
 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 Silvia Inés del Valle Navarro, Universidad Nacional de Catamarca, Argentina
 Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
 Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, Saint Petersburg State University, Russia
 Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
 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 Biológicas e suas Tecnologias II [livro eletrônico] / Organizadora Alda Rocío Ortiz Muñiz. – 1. ed. – Curitiba, PR: Editora Artemis, 2026.
il. color.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilíngue.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-82858-33-8

DOI 10.37572/EdArt_280926338

1. Ciências biológicas. 2. Biotecnologia. 3. Microbiologia. I. Ortiz Muñiz, Alda Rocío.

CDD 570

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

Las ciencias biológicas se caracterizan por una amplia diversidad de áreas de estudio que abarcan desde las moléculas, las células y los microorganismos hasta los procesos ecológicos y evolutivos. Esta diversidad permite abordar la complejidad de los sistemas vivos desde distintas escalas de análisis y establecer vínculos entre la investigación básica, el desarrollo biotecnológico, la salud, el ambiente y la reflexión sobre el conocimiento científico.

El segundo tomo de *Estudos em Ciências Biológicas e suas Tecnologias* reúne once capítulos que reflejan esta pluralidad de enfoques y perspectivas. Los trabajos presentan investigaciones experimentales y análisis conceptuales que exploran procesos biológicos, metodologías de estudio y aplicaciones tecnológicas en ámbitos como la biotecnología, los biomateriales, los productos naturales, la microbiología, el control biológico, la biorremediación y la evolución. En conjunto, las contribuciones muestran la diversidad de problemas y aproximaciones que caracterizan la investigación y la reflexión en las ciencias biológicas.

La obra se organiza en tres ejes temáticos que permiten articular los distintos campos de estudio y destacar las principales aportaciones de los capítulos.

El primer eje, **Biotecnología, biomateriales y aplicaciones de recursos naturales**, reúne investigaciones orientadas a la caracterización de recursos naturales, el desarrollo de materiales y la evaluación de sus propiedades biológicas. Los capítulos abordan la optimización de métodos de extracción de proteínas vegetales, la síntesis biogénica de nanopartículas de óxido de zinc mediante el uso de aceite de oliva, la evaluación citogenética de un extracto acuoso de *Taxodium mucronatum*, la elaboración de membranas de quitosano y alcohol polivinílico para el mantenimiento de células troncales mesenquimales y el estudio de la actividad antimicrobiana de aceites ozonizados. En conjunto, estos trabajos muestran distintas estrategias experimentales para el aprovechamiento de recursos naturales y el desarrollo de materiales y productos de interés biotecnológico y biomédico.

El segundo eje, **Microorganismos y estrategias de control biológico y remediación ambiental**, integra estudios sobre microorganismos, comunidades microbianas y materiales naturales en contextos agrícolas y ambientales. Las contribuciones incluyen la caracterización de una cepa bacteriana con capacidad para inhibir el crecimiento de hongos fitopatógenos, el análisis de poblaciones fúngicas y concentraciones de metales en aguas y suelos agrícolas, la evaluación de biomasas naturales para la remoción de cromo hexavalente y el estudio de la capacidad de

Trichoderma asperellum para remover un colorante sintético en solución acuosa. Estos trabajos exploran el potencial de los sistemas biológicos y de los recursos naturales en el control de organismos fitopatógenos y en el desarrollo de alternativas para la remoción de contaminantes.

El tercer eje, **Evolución biológica, origen del ser humano y conocimiento científico**, reúne dos capítulos que abordan cuestiones fundamentales sobre la evolución biológica, el origen del ser humano y la naturaleza del conocimiento científico. Uno de ellos examina la controversia entre evolución y creacionismo, así como los criterios epistemológicos que permiten distinguir las explicaciones científicas de otros tipos de planteamientos. El segundo aborda la cuestión de la existencia del primer ser humano. En conjunto, ambos trabajos incorporan una perspectiva reflexiva sobre la evolución, la interpretación de la evidencia y la construcción del conocimiento en las ciencias biológicas.

La integración de estos tres ejes permite reconocer las ciencias biológicas como un campo dinámico y diverso, en el que la investigación experimental, la innovación tecnológica, el estudio de los problemas ambientales y la reflexión sobre el conocimiento científico ofrecen distintas perspectivas para comprender los sistemas vivos. Los trabajos reunidos en esta obra muestran la amplitud de los temas que conforman este campo de conocimiento y la variedad de enfoques mediante los cuales se exploran sus preguntas y desafíos.

Esperamos que este volumen contribuya a la difusión del conocimiento científico, al intercambio académico entre investigadores y al fortalecimiento de nuevas perspectivas de estudio en las ciencias biológicas y sus tecnologías.

Dra. Alda Rocío Ortiz Muñiz

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Iztapalapa, México

SUMÁRIO

BIOTECNOLOGÍA, BIOMATERIALES Y APLICACIONES DE RECURSOS NATURALES

CAPÍTULO 1..... 1

EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE PROTEÍNA PARA HOJAS Y RAÍCES DE *Tecoma stans*

Eduardo Anaya Esteban

Mario Valera Zaragoza

Ariana Arlene Huerta Heredia

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263381

CAPÍTULO 2..... 12

SÍNTESIS BIOGÉNICA DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ZINC CON ACEITE DE OLIVA

Mario Valera-Zaragoza

Arely García-Gómez

Ariana Arlene Huerta-Heredia

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263382

CAPÍTULO 3..... 21

EVALUACIÓN CITOGENÉTICA DEL EXTRACTO ACUOSO DE *Taxodium mucronatum* EN VICIA FABA MEDIANTE MICRONÚCLEOS

Saúl Flores-Maya

Ana Belén Palacios Loaeza

Martha Martínez-García

Erick Nolasco Ontiveros

Norberto Alarcón-Herrera

Paulina Abrica-González

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263383

CAPÍTULO 4..... 38

MEMBRANAS A BASE QUITOSANO-ALCOHOL POLIVINÍLICO CON DIVERSAS TOPOGRAFÍAS PARA EL MANTENIMIENTO DE CÉLULAS TRONCALES MESENQUIMALES

David Alejandro Macías Martín

Francisco Josué Avelar Rodríguez

Zaira Yunuen Carvajal García

Flor Yohana Flores Hernández

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263384

CAPÍTULO 5..... 50

USO DE ACEITES OZONIZADOS COMO AGENTES ANTIMICROBIANOS

Gloria Paulina Monterrubio-López

Ricardo Monterrubio-López

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263385

MICROORGANISMOS Y ESTRATEGIAS DE CONTROL BIOLÓGICO Y REMEDIACIÓN AMBIENTAL

CAPÍTULO 6..... 59

***Kosakonia cowanii* Ch1 ISOLATED FROM MEXICAN CHILI POWDER REVEALS GROWTH INHIBITION OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI**

Jacqueline González Espinosa

Yoali Fernanda Hernández Gómez

Yomaiko Javier Martínez

Francisco Javier Flores Gallardo

Juan Ramiro Pacheco Aguilar

Miguel Ángel Ramos López

Jackeline Lizzeta Arvizu Gómez

Carlos Saldaña Gutierrez

José Alberto Rodríguez Morales

María Carlota García Gutiérrez

Aldo Amaro Reyes

Erika Álvarez Hidalgo

Jorge Nuñez Ramírez

José Luis Hernández Flores

Juan Campos Guillén

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263386

CAPÍTULO 7.....82

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y SUELOS DE TIERRAS AGRÍCOLAS

Louisiana Ivonne Espinosa Pérez

Claudia Margarita Martínez Domínguez

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

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263387

CAPÍTULO 8.....92

REMOCIÓN DE CROMO (VI) EN SOLUCIÓN ACUOSA POR DIFERENTES BIOMASAS NATURALES

Nancy C. Pacheco Castillo
Dalila del Socorro Contreras Briones
Adriana Rodríguez Pérez
Juan Fernando Cárdenas González
Víctor Manuel Martínez Juárez
Ismael Acosta Rodríguez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263388

CAPÍTULO 9..... 101

REMOCIÓN DE ROJO BÁSICO 46 MEDIANTE *Trichoderma asperellum* EN SOLUCIÓN ACUOSA

Esteban Montiel Palacios
David Antonio Moreno Medina
Veronica Arellano Solis
Jose Luis Gadea Pacheco
Angie Nicole Rios López

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263389

EVOLUCIÓN BIOLÓGICA, ORIGEN DEL SER HUMANO Y CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

CAPÍTULO 10..... 109

¿EVOLUCIÓN O CREACIÓN? DARWIN, CREACIONISMO Y LOS LÍMITES DE LA CONTROVERSI CIENTÍFICA

Humberto Álvarez Sepúlveda

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092633810

CAPÍTULO 11..... 121

¿EXISTIÓ EL PRIMER SER HUMANO? EL PROBLEMA DE BUSCAR UN «ADÁN BIOLÓGICO»

Humberto Álvarez Sepúlveda

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092633811

SOBRE A ORGANIZADORA.....133

ÍNDICE REMISSIVO134

CAPÍTULO 7

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS Y SUELOS DE TIERRAS AGRÍCOLAS

Data de submissão: 21/08/2026

Data de aceite: 10/09/2026

Louisiana Ivonne Espinosa Pérez

Laboratorio de Micología Experimental
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de
San Luis Potosí, S.L.P.
San Luis Potosí, S.L.P., México

Claudia Margarita Martínez Domínguez

Laboratorio de Micología Experimental
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de
San Luis Potosí, S.L.P.
San Luis Potosí, S.L.P., México
<https://orcid.org/0000-0002-5335-6137>

Adriana Rodríguez Pérez

Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Centro de Investigación y
Extensión de la Zona Media
El Balandran. Calle Esconría No. 230
Barrio 3, C.P. 79660
Cd. Fernández, San Luis Potosí, México
<https://orcid.org/0000-0002-6570-6579>

Juan Fernando Cárdenas González

Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Centro de Investigación y
Extensión de la Zona Media
El Balandran. Calle Esconría No. 230
Barrio 3, C.P. 79660
Cd. Fernández, San Luis Potosí, México
<https://orcid.org/0000-0002-3502-5959>

Víctor Manuel Martínez Juárez

Área Académica de Medicina
Veterinaria y Zootecnia
Instituto de Ciencias Agropecuarias
Universidad Autónoma del
Estado de Hidalgo
Avenida Universidad Km. 1 s/n
Exhacienda Aquetzalpa, 43600
Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México
<https://orcid.org/0000-0002-7426-6835>

Ismael Acosta Rodríguez

Laboratorio de Micología Experimental
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de
San Luis Potosí, S.L.P.
San Luis Potosí, S.L.P., México
<https://orcid.org/0000-0001-8620-2727>

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue evaluar la concentración de metales pesados y la población fúngica en aguas y suelos de tierras agrícolas. En el análisis de las muestras por Espectrofotometría de Absorción Atómica, se observó que la concentración de los metales estudiados estaba en el rango normal, siendo el estroncio el que se encontró en mayor concentración. Se aislaron 13 especies diferentes de hongos, 3 micelios estériles, un actinomiceto y 3 colonias no identificadas, sumando un total de 47 colonias, encontrándose en mayor proporción las especies de *Aspergillus* sp. 1 y 2, y en menor

proporción, las especies de *Cladosporium* sp., *Drechslera* sp., *Graphium* sp., mientras que el resto de las especies se presentaron de manera intermedia.

PALABRAS CLAVE: metales pesados; hongos contaminantes; aguas; suelos; tierras agrícolas.

MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF WATER AND SOIL FROM AGRICULTURAL LAND

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the concentration of heavy metals and the fungal population in waters and soils of agricultural lands. In the analysis of the samples by Atomic Absorption Spectrophotometry, it was observed that the concentration of the metals studied was in the normal range, with strontium being the one found in the highest concentration. 13 different species of fungi were isolated, 3 sterile mycelia, one actinomycete and 3 unidentified colonies, adding up to a total of 47 colonies, with *Aspergillus* sp., 1 and 2 species found in a greater proportion, and to a lesser extent the species of *Cladosporium* sp., *Drechslera* sp., *Graphium* sp., while the rest of the species were presented intermediately.

KEYWORDS: heavy metals; contaminating fungi; waters; soils; agricultural lands.

1. INTRODUCCIÓN

El suelo, enlace entre factores bióticos y abióticos, es esencial para la vida como lo es el aire y el agua. Además de la sustentabilidad que ofrece a multitud de especies vegetales, animales e incluso microbianas, tiene un papel indispensable en todas las actividades humanas como la agricultura y la minería. Su evidente importancia pasa a veces desapercibida, y a través del tiempo ha sido utilizado como almacén de toda clase de residuos, que no sólo provocan una alteración del mismo, sino que también pueden ser un riesgo para la salud (Konradt et al., 2023). La minería es una de las actividades antropogénicas que más ha contribuido a la contaminación de suelos, de ella se obtiene una amplia gama de metales utilizados para múltiples fines como el cobre (Cu) en la conducción de electricidad, el oro (Au) y la plata (Ag) en la elaboración de joyería o el arsénico (As) en la fabricación de aleaciones (Camacho de la Cruz et al., 2021). Durante todas las fases que encierra la minería, se generan alteraciones al medio ambiente (suelo, aire, aguas superficiales y subterráneas) debido a metales pesados como cadmio (Cd), cromo (Cr), níquel (Ni), plomo (Pb), zinc (Zn) (Acosta-Rodríguez y cols., 2012). En el beneficio se generan residuos sólidos conocidos en el ambiente minero como jales y terreros que bajo condiciones no controladas pueden producir contaminación por elementos potencialmente tóxicos. Ortiz-Monasterio y cols. (1987) los incluyen en la categoría de “Desechos Industriales Peligrosos”. Los factores ambientales como la lluvia y el viento son también responsables de la dispersión de los metales desde las presas de jales y terreros, contaminando suelos aledaños denominados suelos impactados por residuos mineros, que resultan ser un riesgo para la salud (Camacho de la Cruz et al., 2021).

Recientemente, está bien establecido el potencial de adaptación de algunos microorganismos en zonas contaminadas con metales pesados, y el uso de su biomasa viva y/o muerta para tratar de eliminarlos de los diferentes nichos acuáticos contaminados. Por razones económicas, resultan de particular interés los tipos de biomasa abundante, como los desechos generados por fermentaciones industriales de gran escala o de ciertas algas que enlazan metales y se encuentran en grandes cantidad en el mar. Algunos de estos tipos de biomasa que absorben metales en cantidades elevadas, sirven como base para procesos de bioabsorción de metales, previendo su uso particular como medios muy competitivos para la destoxificación de efluentes industriales que contienen metales y para la recuperación de metales preciosos (Jeyakumatr et al., 2023). En la literatura se ha reportado el aislamiento de microorganismos resistentes a metales pesados como: *Cryptococcus albidus* aislada de zonas mineras de Guanajuato resistente a plata (Mendoza y cols., 1994); *Thiobacillus ferrooxidans* a partir de suelos ricos en azufre (Espejo y Romero, 1987) o resistentes a altas concentraciones de arsénico (Orrantia y cols., 1995; *Aspergillus flavus* tolerantes a metales pesados (Díaz y cols., 2002); hongos contaminantes tolerantes a plomo (Robles Galván, 1996) y la acumulación de metales pesados por macromicetos comestibles (Alonso y cols., 2004).

También, se ha estudiado el aislamiento de microorganismos tolerantes y su capacidad de degradación, a partir de sitios contaminados con el mismo, como las bacterias *Rhodococcus aetherivorans* y *E. wratislaviensis* (Auffret et al., 2009), y *Pseudomonas aeruginosa* (Emtiazi et al., 2005), las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida albicans* (Ilori et al., 2008), y los hongos filamentosos *Penicillium* sp y *Aspergillus* sp (Rivera-Cruz et al., 2002) y *Trichoderma asperellum* (Husaini et al., 2008).

Por otro lado, la comunidad de San Vicente Moctezuma, San Luis Potosí, cosecha alfalfa, chile ancho y cascabel, además de tomate, y debido al uso indiscriminado de fertilizantes, se ha sugerido que pudiera estar contaminado con metales pesados, dando como consecuencia una menor producción de los productos antes mencionados, además del potencial de intoxicación en los humanos, debido al consumo de los mismos, así como cambiar la flora del agua y suelo, al desarrollar una tolerancia y/o resistencia a los metales contaminantes. Por lo que es de interés realizar un análisis de metales pesados y microbiológicos de estas tierras para ver si hay contaminación por diferentes agentes.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MUESTRAS

Se tomaron muestras de suelo y agua del rancho “La Esmeralda” de la comunidad de San Vicente Moctezuma, San Luis Potosí, en recipientes estériles, se guardaron en

hielera, se transportaron al Laboratorio de Micología Experimental de la FCQ/UASLP, y se guardaron a 4°C hasta su uso.

2.2. ANÁLISIS DE METALES PESADOS

La determinación de metales pesados de las muestras se realizó por Espectrofotometría de absorción atómica.

2.3. AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE LOS HONGOS

2.3.1. Cultivo de microorganismos

Se peso 1 g de cada una de las muestras colectadas (aguas y tierra) y se colocó en tubos de ensaye (20 mm X 100 mm) que contenían 15 mL de caldo nutritivo. Posteriormente, se incubaron a 28°C por 30 días. Los tubos que mostraron desarrollo de hongos se resembraron en medios sólidos para la segregación y aislamiento de las especies.

2.3.2. Aislamiento

Se preparó 1 litro de agar Saboraud Dextrosa (ASD) y se vació en cajas de Petri estériles, y éstas se inocularon por picadura con un asa micológica con los hongos que crecieron en el caldo nutritivo. Se incubaron a 28°C bajo condiciones de aerobiosis, observándose crecimiento a la semana en algunas colonias y a las dos semanas en otras. Una vez separadas, las colonias se resembraron en tubos de ensaye (20 mm X100 mm) con Agar Papa Dextrosa (APD) en pico de flauta por duplicado, con el fin de preservar los hongos y facilitar su manipulación.

2.3.3. Identificación

La identificación se realizó a partir de los cultivos puros previamente obtenidos, realizando observaciones directas al microscopio óptico, utilizando el colorante azul algodón lactofenol para resaltar las estructuras vegetativas y reproductoras. En aquellas colonias en las que sólo se observó micelio estéril, fue necesario montar la técnica de microcultivo de Riedell, con medio ADP preparándose laminillas semipermanentes para su observación al microscopio. En algunos microcultivos no se logró el crecimiento de los hongos, por lo que se probó otro medio para su desarrollo como el agar avena/jitomate. La identificación se realizó empleando diversas fuentes bibliográficas (Koneman, 1987; López- Martínez y cols., 2004). También se realizó un análisis de la macromorfología colonial y las características generales de la colonia (tamaño, color, apariencia), de las

hifas y de las estructuras reproductoras para la determinación de géneros y especies (López -Martínez y cols., 2004).

Los criterios más importantes respecto a la macromorfología colonial fueron:

Tiempo de crecimiento. Varía entre 24 h a 3 semanas o más dependiendo del hongo en estudio.

Aspecto: puede ser aterciopelado, pulverulento, algodonoso, rugoso, plegado, cerebriforme, para la mayoría de los hongos filamentosos, o cremosa en el caso de hongos levaduriformes.

Consistencia: dura, membranosa, blanda o suave, entre otras.

Pigmentación: el color de la colonia depende del pigmento del micelio o de los propágulos. El reverso de la colonia puede presentar pigmento difusible al medio.

En cuanto a la micromorfología los criterios seguidos fueron:

- Tipo de micelio.
- Estructuras de reproducción.

3. RESULTADOS

En el análisis de las muestras por Espectrofotometría de Absorción Atómica, se observó que la concentración de los metales estudiados estaba en el rango normal, siendo el estroncio el que se encontró en mayor concentración (Tabla No. 1).

Tabla No. 1.- Parámetros y metales pesados analizados en las muestras estudiadas.

DQO	10.3	NMX-030-SCFIÑ2001
NITRATOS	2.79	SM-4500-NO ₃ -D
NITRITOS	<0.023	NMX-AA-099-SCFI-2006
FLÚOR	0.95	NMX-AA-077-SCFI-2001
Al	<0.03	EPA 200.7
As	<0.03	EPA 200.7
B	0.319	EPA 200.7
Ba	0.049	EPA 200.7
Cd	<0.03	EPA 200.7
Cr	<0.03	EPA 200.7
Cu	<0.03	EPA 200.7
Mn	<0.03	EPA 200.7
Ni	<0.03	EPA 200.7
Pb	<0.03	EPA 200.7
Sb	<0.03	EPA 200.7
Se	<0.03	EPA 200.7

Sn	<0.03	EPA 200.7
Sr	1.508	EPA 200.7
Zn	<0.03	EPA 200.7

3.1. AISLAMIENTO DE LOS HONGOS

Con el fin de seleccionar hongos tolerantes a metales, se realizó un análisis micológico usando las muestras de agua y suelo. Se aislaron 13 especies distintas de hongos, 3 micelios estériles, un actinomiceto y 3 colonias no identificadas, sumando un total de 47 colonias. En las siguientes fotografías, se observan algunas de las especies aisladas, encontrándose en mayor proporción las especies de *Aspergillus* sp. 1 y sp. 2 y en menor las especies de *Cladosporium* sp., *Drechslera* sp., y *Penicillium* sp., 1, el resto de las especies se presentaron de manera intermedia.

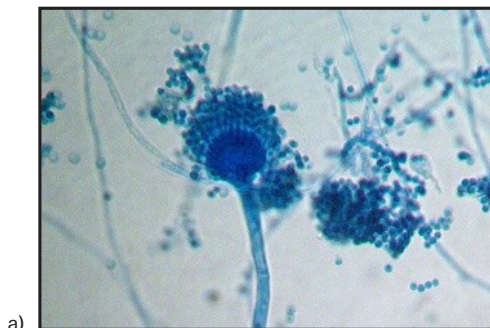
Resistencia en placa de *A. fumigatus* a 200 y 500 ppm de Pb.



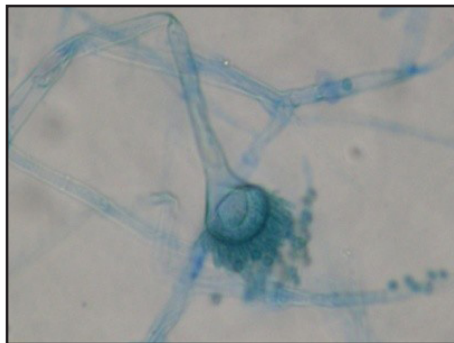
Resistencia en placa de *Penicillium* sp.1 a 200 y 500 ppm de Pb.



Morfología microscópica de *A. fumigatus*. Control (a), con 200 y 500 ppm de Pb (b) y 200 y 500 ppm de Cu (c) (40X).



200 ppm



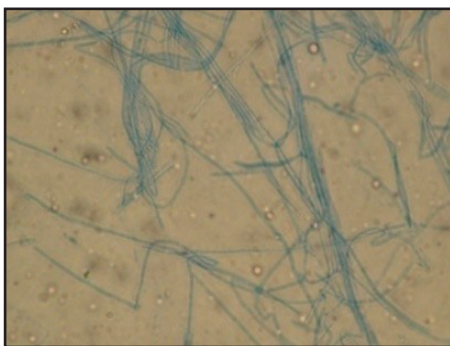
500 ppm



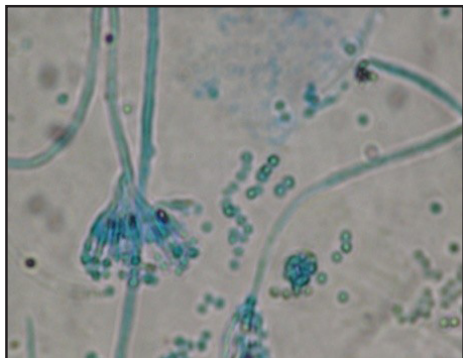
200 ppm



500 ppm



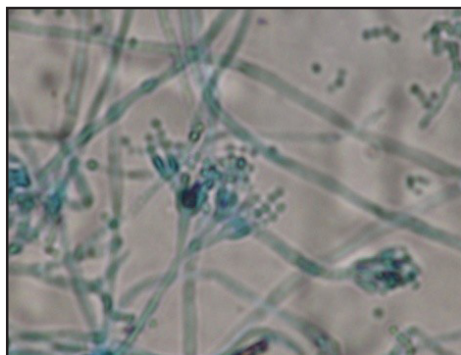
Morfología microscópica de *Penicillium* sp.1. Control (a), con 200 y 500 ppm de As (b) y 200 y 500 ppm de Pb (c) (40X).



a)

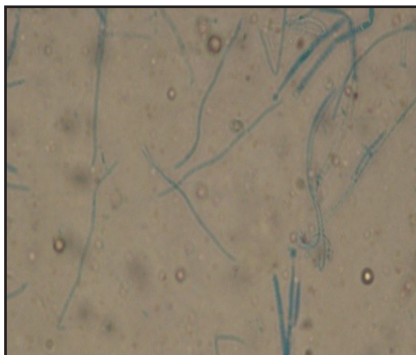
200 ppm

500 ppm

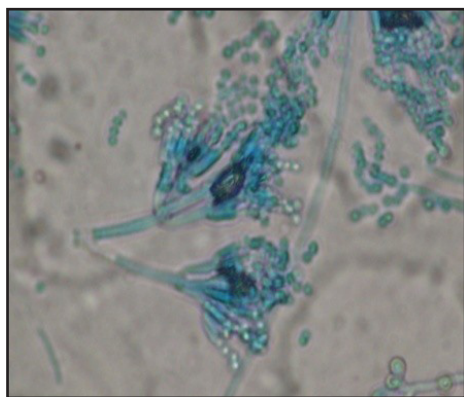


b)

200 ppm

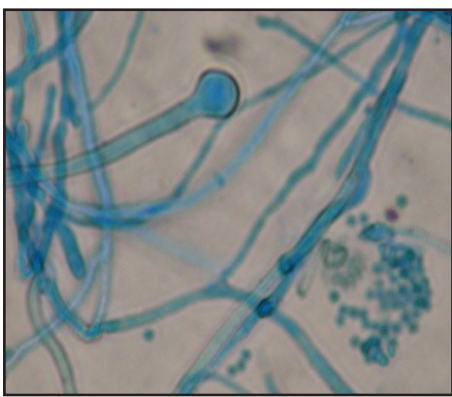


500 ppm



c)

200 ppm



500 ppm

4. CONCLUSIONES

Las muestras de agua y suelo analizadas mostraron una concentración normal de los metales pesados estudiados, además, se encontraron diferentes hongos, los cuales presentan diferentes resistencias a metales pesados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta-Rodríguez, I., Cárdenas González, J.K. y Martínez Juárez, V.M. 2012. El uso de diferentes biomásas para la eliminación de metales pesados de sitios contaminados. *Ide@s Concyteg*. Vol. 5, No. 85. Julio. pp. 911-922. ISSN 2007-2716.

Acosta, I., Rodríguez, X., Gutiérrez, C., Moctezuma, M.G. 2004. Biosorption of chromium (VI) from aqueous solutions by fungal biomass. *Bioinorganic Chemistry and Applications*. 2(1), 1-7.

Asha, V. 1987. *Handbook of atomic absorption analysis*. Vol.1. CRS Press, Inc.

Atlas, R.M. Bartha, R. 2002. *Ecología microbiana y Microbiología ambiental*. 4ª Edición. Pearson Educación, Madrid.

Babich, H; Stotzky, G. 1985. Heavy metal toxicity to microbe-mediated ecologic processes: a review and potential application to regulatory policies. *Environ. Res.* 36: 111-137.

Baldrian, P. 2003. Interactions of heavy metals with-rot fungi. *Enzyme and Microbial Technology* 32: 78-91.

Camacho de la Cruz, A.A., Espinosa-Reyes, G., Reboloso-Hernández, C.A., Carrizales-Yáñez, L., Ilizaliturri-Hernández, C.A., Reyes-Arreguín, L.E., Díaz-Barriga, F. 2021. Holistic health risk assessment in an artisanal mercury mining region in Mexico. *Environmental Monitoring and Assessment*. 193(541):1-14. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09312-7>

Carroll, L. 1989. Metal toxicity. In: Hughes, M.N. and Poole, R.K. (Eds). *Metals and microorganisms*. Chapman and Hall, New York, N.Y. pp 253-301.

Cervantes, C; Moreno-Sánchez, R; Cañizarez-Villanueva, R.O; Gutiérrez-Corona, F; González-Moreno, S; Devars, S; Sosa-Luna, L. 1999. Biorremediación de los desechos contaminados por metales pesados. En: Cervantes, C; Moreno-Sánchez, R. (Eds). *Contaminación ambiental por metales pesados*. AGT Editores, México, D.F. pp 133-141.

Cox, P.A. 1995. *The elements on earth: Inorganic Chemistry in the Environment*. Press. Oxford University, Oxford.

Díaz, M.P., Moctezuma, M.G., Acosta, I. 2002. Aislamiento de hongos resistentes a metales pesados a partir de desechos mineros y su capacidad de remoción de metales pesados y flúor en solución. *FEMISCA*. Septiembre: 471-472.

Flores-Vázquez, J.A., Ly, M., Tapia-Huanambal, N., Maldonado-García, H. 2001. Biorremediación de metales tóxicos en efluentes mineros aplicando biosorción. *Rev. del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias*, 4, (7): 46-51.

Gadd, G.M. 1990. Heavy metal accumulation by bacteria and other microorganism. *Experimentia*. 46: 834-840.

Gadd, G.M. 1992. Microbial control of heavy metal pollution. En: Fry, J.C., Gadd, G.M., Herbert, R.A., Jones, C.W., Watson-Crick (Eds). Microbial control of environmental pollution. pp 59-88.

Gadd, G.M. Sayer, A.J. 2000. Influence of fungi on the environmental mobility of metals and metalloids. In: Lovley D. (Ed). Environmental Microbe-Metal Interactions. ASM. Press. Washington, D.C. pp. 237-256.

Gazg , G.L. 2001. The key microbial process in the removal of toxic metals and radionuclides from the environment. CEJOEM, 7, (3) (4): 178-185.

Gutiérrez-Corona, F., Obreg n-Herrera A., Cano-Canchola, C. 1999. Resistencia a metales pesados en hongos. En: Cervantes, C. y Moreno-Sánchez, R. (Eds). Contaminación ambiental por metales pesados. AGT Editores, México, D.F. pp 79-97.

Jeyakumar, P., Debnath, Ch., Vijayaraghavan, R., Muthuraj, M. 2023. Trends in Bioremediation of Heavy Metal Contaminations. Environ. Eng. Res. 28(4): 220631 <https://doi.org/10.4491/eer>.

Juárez Alcaraz, A. 2004. Biolixiviación de minerales sulfuro-ferrosos en jales: aislamiento y caracterización de cultivos puros y mixtos de microorganismos involucrados. Tesis profesional doctoral. Biotecnología. Universidad de Colima, Tecomán.

Kabata-Pendias, A. and Pendias, H. 1992. Trace elements in soil and plants. 2nd edition. CRC Press. Boca Raton.

Kapoor, A. and Viraraghavan T. 1997. Heavy metal biosorption sites in *Aspergillus niger*. Bioresource Technology 61 (3): 221-227.

Koneman, R. 1987. Micología Práctica de Laboratorio. 3^a Edición. Médica Panamericana, Buenos Aires, pp 100-120.

Konradt, N., Dillmann, S., Becker, J., Schrodien, D., Rohns, H.P., Wagner, C., M ller, U., Konradt, D., Janknecht, P., Hobby, R. et al. 2023. Removal of Chromium Species from Low-Contaminated Raw Water by Different Drinking Water Treatment Processes. Water. 15, 516. <https://doi.org/10.3390/w15030516>

Kosman, J.D. 1994. Transition metal ion uptake in yeast and filamentous fungi. In: Winkelman, G. y Winge, D.R. (Ed). Metal ions in fungi. Marker Dekker. Inc. New York, N.Y. pp 1-37.

SOBRE A ORGANIZADORA

La **Dra. Alda Rocío Ortiz Muñiz** es bióloga, maestra y doctora en Ciencias por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Desde 1979 desarrolla actividades académicas y de investigación en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I), donde actualmente es Profesora Titular “C” de tiempo completo en el Departamento de Ciencias de la Salud de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud.

Es fundadora y responsable del Laboratorio de Biología Celular y Citometría de Flujo de la UAM-I. Sus principales líneas de investigación son: 1) el estudio de los efectos asociados con la desnutrición y la obesidad, con énfasis en alteraciones celulares, citogenéticas y genómicas; y 2) la aplicación de la citometría de flujo en investigación básica y clínica para el análisis de procesos celulares en diferentes condiciones fisiológicas y patológicas.

Ha dirigido proyectos de investigación, tesis de licenciatura y posgrado, y ha contribuido a la formación de recursos humanos especializados en las áreas de nutrición, genética toxicológica, biología celular y citometría de flujo. Sus investigaciones se han centrado en el estudio de la inestabilidad genómica, la genotoxicidad y la evaluación de biomarcadores celulares en modelos experimentales y poblaciones humanas.

Ha publicado artículos científicos, capítulos de libro y trabajos de divulgación, además de participar activamente en redes de colaboración académica. Fue Presidenta de la Sociedad Mexicana de Genética durante el periodo 2003–2005 y es integrante del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores desde 1986. Actualmente cuenta con el nombramiento de Investigadora Nacional Nivel III.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2501-2916>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aceite de aguacate 50, 55, 57

Aceite de girasol 50, 53, 54, 56, 57

Aceite de oliva 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 58

Aceite ozonizado 50, 52, 53, 54

Aguas 82, 83, 85, 93, 94, 99, 100, 103, 106

Alcohol polivinílico 38, 39, 40, 42, 46, 47

Ammonium sulfate precipitation 1

Antimicrobiano 13, 24, 50, 52, 53, 55, 56, 57

Azocolorante 101, 102, 104, 106

B

Biocontrol 60, 62, 70, 75, 76, 78, 79

Biodegradación 102, 105, 106

Biomassas naturales 92, 93

Biorremediación 90, 93, 95, 102, 103, 106, 107

C

Células troncales mesenquimales 39, 40, 42, 45, 46, 47

Chili powder 59, 60, 62, 74, 75, 79, 80

Citotoxicidad 22, 25, 27, 33, 35

Contaminación 26, 83, 84, 90, 91, 93, 101, 107

Creacionismo 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119

Cromo (VI) 92, 93, 94, 99, 100

Cupressaceae 22, 37

D

Darwinismo 109

Demarcación científica 109, 111

E

Eliminación 90, 93, 99, 100, 107

Especiación 111, 117, 121, 123, 124, 125

Evolución biológica 109, 110, 122

Evolución humana 121, 122

Extracción de proteína de plantas 1

F

Fungal pathogens 60, 64, 71

G

Genética de poblaciones 118, 121, 123, 129

Genome sequencing 60, 62, 64, 74, 75, 77, 78

H

Homo sapiens 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132

Hongos contaminantes 83, 84

I

Índice mitótico 22, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36

K

Kosakonia cowanii Ch1 59, 60, 61

L

Lacasas 102, 103, 105, 106

M

Membranas 13, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 103

Metales pesados 82, 83, 84, 85, 86, 90, 91, 93, 94, 99

Morfología 12, 18, 19, 20, 39, 40, 42, 46, 48, 122, 127

N

Nanopartículas 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20

Naturaleza de la ciencia 109, 118

O

Óxido de zinc 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19

P

Paleoantropología 121, 122, 123

Planta medicinal 3, 22

Q

Quitosano 38, 39, 40, 42, 43, 46, 47, 48

S

Síntesis biogénica 12, 18, 20

Suelos 82, 83, 84, 94

T

Taxodium huegelii 22, 37

TCA/acetona 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Tierras agrícolas 82, 83

TRI-Reagent 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9

V

Volatile organic compounds 60, 62, 64, 70, 72, 74, 80

