

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 Emilas 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 Godínez, 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 1

EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE PROTEÍNA PARA HOJAS Y RAÍCES DE *Tecoma stans*¹

Data de submissão: 20/08/2026

Data de aceite: 06/09/2026

Eduardo Anaya Esteban

Universidad del Papaloapan

Campus Tuxtepec

División de Estudios de Posgrado

Doctorado en Biotecnología

Tuxtepec-Oaxaca, México

<https://orcid.org/0009-0005-0456-7180>

Mario Valera Zaragoza

Universidad del Papaloapan

Campus Tuxtepec

Centro de Investigaciones Científicas

Instituto de Química

Tuxtepec-Oaxaca, México

<https://orcid.org/0000-0003-4341-5997>

Ariana Arlene Huerta Heredia

Universidad del Papaloapan

Campus Tuxtepec

Centro de Investigaciones Científicas

Instituto de Biotecnología

Tuxtepec-Oaxaca, México

<https://orcid.org/0000-0003-4182-1529>

RESUMEN: *Tecoma stans* es una planta ampliamente utilizada en la medicina tradicional mexicana para el tratamiento de diversas enfermedades, principalmente

la diabetes. Se ha comprobado que posee actividades terapéuticas como antiinflamatoria, anticancerígena, antibacteriana, antifúngica, antioxidante, hepatoprotectora y actúa en la cicatrización de heridas. En el presente trabajo se evaluaron cuatro metodologías diferentes de extracción de proteína utilizando plantas de *T. stans*, con la finalidad de establecer un único protocolo para estudios proteómicos de hoja y raíz. Para la extracción de proteína se usó una muestra con 0.25 g de hoja y otra con 0.5 g de raíz. Los extractos fueron cuantificados mediante la técnica de Bradford, posteriormente se evaluó la cantidad de proteína soluble que se obtuvo de cada protocolo, así como para cada tipo de órgano. Las muestras de proteína de cada protocolo se cargaron a una electroforesis SDS-PAGE al 9 y al 12%, con el fin de observar el número de bandas, resolución y nitidez de las muestras proteicas. El análisis de varianza del número de bandas obtenidas sugiere que tanto el tipo de órgano, el método de extracción y su interacción tienen efectos significativos en cada experimento. Con base a las interacciones de las medias obtenidas en la prueba Tukey con 95% de confianza. El mejor efecto se obtuvo al utilizar TCA/acetona para extraer proteína a partir de raíces (22±1 bandas). Por lo tanto, en este trabajo estableció la metodología de extracción óptima, obteniendo resultados satisfactorios que pueden permitir estudios proteómicos desde tejidos de *T. stans*.

PALABRAS CLAVE: extracción de proteína de plantas; TRI-Reagent; TCA/Acetona; ammonium sulfate precipitation.

¹ No existen conflictos de interés.

EVALUATION OF PROTEIN EXTRACTION METHODS FROM LEAVES AND ROOTS OF *TECOMA STANS*

ABSTRACT: *Tecoma stans* is a plant widely used in traditional Mexican medicine for the treatment of various diseases, mainly diabetes. It has been proven to possess therapeutic activities such as anti-inflammatory, anticancer, antibacterial, antifungal, antioxidant, hepatoprotective, and it aids in wound healing. In the present work, four different methodologies for total protein extraction using *T. stans* plants were evaluated, with the aim of establishing a single protocol for proteomic studies from leaf and root tissue. For protein extraction, 0.25 g of leaf and 0.5 g of root were used. The extracts were quantified using the Bradford technique, and subsequently, the amount of soluble protein obtained from each protocol was evaluated, as well as for each type of organ. The protein samples from each protocol were loaded onto a 9 and 12% SDS-PAGE gel to observe the number of bands, resolution, and clarity of the protein samples. The analysis of variance of the number of bands obtained suggests that both the type of organ, the extraction method, and their interaction have significant effects in each experiment. Based on the interactions of the means obtained in the Tukey test with 95% confidence. The best effect was obtained by using TCA/acetone to extract protein from roots (22 ± 1 bands). Therefore, in this work, the optimal extraction methodology was established, obtaining satisfactory results that may allow proteomic studies from *T. stans* tissues.

KEYWORDS: plant protein extraction; TRI-Reagent; TCA/acetone; SDS-PAGE.

1. INTRODUCCIÓN

T. stans es una planta utilizada en la medicina tradicional mexicana para el tratamiento de diversos padecimientos y principalmente es usada para tratar la diabetes, además existen estudios que validan su actividad hipoglucemiante (Ibarra *et al.*, 2009, Irigoten-Rascon and Paredes, 2015; Ramírez-Ortiz *et al.*, 2016 y Torres, 2019). Esta planta posee otros beneficios terapéuticos, como su actividad cicatrizante, antioxidante, antibacteriana, antifúngica, antiinflamatoria, hepatoprotectora, anticancerígena entre otras (Anand & Basavaraju, 2020). Hasta el día de hoy, se han aislado 120 compuestos químicos en esta especie, tales como alcaloides monoterpénicos, ácidos fenólicos, flavonoides, carotenoides, terpenoides, glucósidos, fitoesteroles, aceites volátiles y ácidos grasos insaturados (Taha, 1954; Sbihi *et al.*, 2015; Taher *et al.*, 2016; Alade *et al.*, 2019; Mohammed *et al.*, 2019).

A estos componentes se les conoce como metabolitos secundarios (MS), los cuales son compuestos que participan favoreciendo la interacción de la planta con su ambiente y otros organismos, también, participan como mediadores contra la infección, la depredación, el agobio ambiental y la competencia con otras especies, las protegen del consumo por parte de los herbívoros, atraen a los polinizadores y además de estar

involucrados en la dispersión y protección de frutos y semillas (Alcantar-Aguirre, 2005; Rivera-Núñez y Obón de Castro, 2007).

Los MS son el resultado de una biosíntesis constitutiva, específica y localizada, ya sea en algún tipo órgano, tejido o bien en toda la planta. Estos pueden almacenarse en órganos o tejidos ajenos a su origen, y estos productos pueden o no distribuirse de manera uniforme en la planta (Sepúlveda-Jiménez *et al.*, 2003; Alcantar-Aguirre, 2015). Una parte importante en la biosíntesis de los MS son las proteínas o enzimas involucradas, pues están específicamente relacionadas con la producción o acumulación de éstos. Por lo que, para poder conocer las proteínas involucradas en la biosíntesis de los MS, es prioritario seleccionar el material vegetal rico en MS de interés, y acto seguido, extraer las proteínas del tejido u órgano (Martínez-Esteso *et al.*, 2015).

La extracción de proteínas es un paso crucial para futuros estudios de análisis proteómicos, hablamos de un proceso mediante el cual se recuperan las proteínas intracelulares, ya sea por métodos mecánicos o químicos, priorizando el menor daño posible a éstas (Ahmed, 2005). La elección del método de ruptura depende de la localización de la proteína y las características mecánicas del tejido o células de donde se pretende aislar (Ramírez, 2016). Además, los tejidos vegetales presentan niveles relativamente bajos de proteína, y la extracción se puede ver afectada por la presencia de proteasas, interferentes como polisacáridos, pigmentos, ácidos nucleicos, lípidos y compuestos fenólicos (Faurobert *et al.*, 2007; Méchin *et al.*, 2007). Actualmente, ninguna metodología de extracción de proteínas logra capturar el proteoma completo de una planta, por lo que es necesario optimizar o bien buscar el protocolo que favorezca la mejor extracción posible. Existen metodologías de extracción para plantas modelo, sin embargo, para plantas con un alto contenido de MS, se deben aplicar metodologías robustas y reproducibles para futuros análisis proteómicos (Pavoković, Križnik & Krsnik-Rasol, 2012).

Sabiendo que *T. stans* es una planta que tiene un uso potencial en la medicina tradicional, y se conocen sus fitoconstituyentes y efectos terapéuticos. En este trabajo se realizaron diferentes metodologías de extracción de proteína total utilizando una planta de *T. stans*, con la finalidad de establecer un protocolo de extracción para estudios proteómicos de hoja y raíz de esta planta medicinal.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron hojas y raíces frescas del árbol de *T. stans* (San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca; 18°04'53.3"N 96°10'32.2"W) y se congelaron a -20°C hasta su uso.

Para cada uno de los diferentes métodos utilizados en los experimentos de extracción de proteína total soluble se utilizaron 0.25g de muestra de hoja y 0.5g de muestra de raíz, además la extracción se realizó por triplicado.

2.1. EXTRACCIÓN DE PROTEÍNA TOTAL MEDIANTE EL MÉTODO DE TCA/ACETONA

Se siguió el protocolo descrito por Niu *et al.*, (2018), el pellet obtenido al final se le agregó buffer de rehidratación (Biorad, 1632106), se mezcló y se realizó una centrifugación a 12,000 rpm a 4°C durante 2 min para recuperar la proteína soluble, el sobrenadante se guardó a -20 °C.

2.2. EXTRACCIÓN DE PROTEÍNA TOTAL MEDIANTE EL MÉTODO DE SULFATO DE AMONIO

El método se realizó de acuerdo con el protocolo de Ferrer *et al.*, (2005) y Bahadur *et al.*, (2023) para lo cual las muestras de *T. stans* se maceraron en nitrógeno líquido hasta obtener un polvo fino, posteriormente se agregó 1 mL de solución de extracción, compuesta de 0.1 M de solución amortiguadora de fosfatos a pH 7.5, 1 mM de KCl, 2 mM de EDTA y 1.5% de polivinilpolipirrolidona (PVPP). La muestra se dejó en extracción durante 2 horas a 4 °C y una vez pasado este tiempo se centrifugó a 12,000 rpm durante 5 min a 4 °C. El extracto acuoso obtenido se precipitó toda la noche a 4 °C con sulfato de amonio al 70%. Pasado este tiempo se centrifugó a 12,000 rpm durante 10 min a 4°C y el pellet se resuspendió en buffer de rehidratación (Biorad, 1632106). Se realizó una última centrifugación a 12,000 rpm a 4°C durante 2min para recuperar solamente la proteína soluble y finalmente fue guardada a -20°C.

2.3. EXTRACCIÓN DE PROTEÍNA TOTAL MEDIANTE EL MÉTODO TRI-REAGENT

Para este protocolo, se siguió las indicaciones del proveedor. Las muestras de *T. stans* se pulverizaron en nitrógeno líquido, posteriormente se adicionó 1 mL de solución TRI-Reagent (Sigma-Aldrich, 93289). El pellet obtenido al final del protocolo se resuspendió en buffer de rehidratación (Biorad, 1632106).

2.4. EXTRACCIÓN DE PROTEÍNA TOTAL MEDIANTE EL KIT SIGMA ALDRICH (PE0230)

Se siguió el protocolo de extracción descrito en el Kit de extracción de proteína total de Sigma Aldrich (Sigma-Aldrich, PE0239).

2.5. ELECTROFORESIS SDS-PAGE Y TINCIÓN DE GELES

Se realizó una electroforesis SDS-PAGE al 9 y 12%, con el fin de observar el número de bandas, resolución y nitidez de las muestras proteicas. Las condiciones de electroforesis fueron tampón Tris-Glicina-SDS, 20 min a 70 v y 100 v durante 90 min. La tinción se realizó con azul de Coomassie.

2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis de varianza de dos factores (ANOVA de dos vías) a los valores de concentración de proteína recuperada y las bandas obtenidas por cada tipo de órgano y método utilizado. La prueba Tukey con 95% de confianza fue aplicada al número de bandas obtenidas, con el fin de evaluar el mayor efecto en la extracción de proteínas, es decir, el tipo de método (4 diferentes), el tipo de órgano (raíz y hoja) o bien la interacción de ambos. Se utilizo el software Minitab 18 (prueba gratis).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta investigación se evaluaron 4 diferentes protocolos, descritos en la metodología. En la Tabla 1, se muestran los resultados de la cuantificación de proteína total soluble de los diferentes precipitados proteicos. Según los datos, el protocolo de extracción para hoja que proporcionó una mayor concentración de proteína fue el método de sulfato de amonio seguido de la metodología de TRI-Reagent, TCA/acetona y Kit de Sigma Aldrich (650±62, 481±11, 167±17, 77±12µg de proteína/g de biomasa respectivamente). En el caso de raíz, el mejor método es TCA/acetona (286±31 µg de proteína/g de biomasa). El análisis de varianza mostró diferencias significativas (valor de P<0.05) sobre los valores de concentración obtenidos por cada método y tipo de órgano.

Tabla 1. Cuantificación de proteína total soluble por el método de Bradford.

Método	Concentración (µg/µL)		Proteína total (µg)		µg de proteína/g de biomasa	
	Hoja	Raíz	Hoja	Raíz	Hoja	Raíz
TCA/Acetona	4±1	27±3	19±3	143±16	77±12	286±31
Sulfato de amonio	32±3	9±8	162±15	46±40	650±62	91±81
Kit-SIGMA	4±0.4	1±0.2	42±4	14±0.1	167±17	29±0.2
TRI-Reagent	12±0.3	3±1	120±3	28±9	481±11	57±17

Por otra parte, la electroforesis SDS-PAGE permitió observar con mayor claridad si el extracto proteico contenía proteínas o no, la posible presencia compuestos interferentes o la degradación de la muestra. Una virtud más de estos geles es su versatilidad de modificar el tamaño del poro, solo variando la concentración del polímero (Álvarez-Contreras, 2011). En este contexto, el contenido de proteína se verificó en geles SDS-PAGE. En la Tabla 2, se presenta el condensado de bandas proteicas obtenidas de hoja y raíz de *T. stans* de cada una de las metodologías seleccionadas. El protocolo de extracción que proporcionó visibilidad a un mayor número de bandas fue el método de TCA/acetona para los extractos de raíz y hoja (22 ± 1 y 8 ± 1 bandas, respectivamente), seguido de la metodología de sulfato de amonio para el caso de raíz (9 ± 1 bandas), TRI-Reagent en el caso de hoja (5 ± 0 bandas) y finalmente el Kit Sigma (2 ± 0).

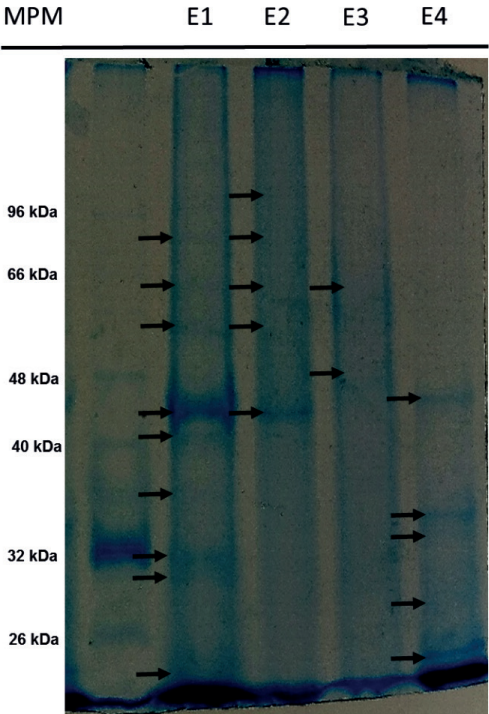
Tabla 2. Promedio de bandas obtenidas en el perfil electroforético de las diferentes metodologías de extracción/precipitación y órgano de la planta.

Métodos	Bandas observadas	
	Promedio de bandas	
	Hoja	Raíz
TCA/acetona	8 ± 1^b	22 ± 1^a
Sulfato de amonio	3 ± 2^c	9 ± 1^b
Kit Sigma	2 ± 0^c	1 ± 0^c
TRI-Reagent	5 ± 0^{bc}	4 ± 3^c

En columnas, letras distintas indicaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$). Se muestra media y desviación estándar.

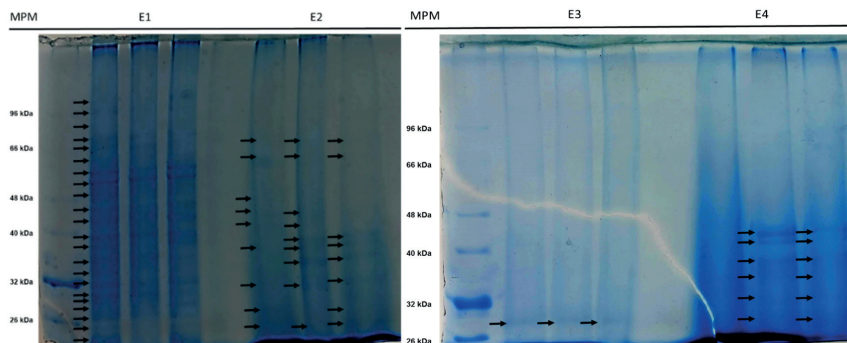
En la Fig. 1, se muestra el gel SDS-PAGE para los extractos de hoja. La mejor metodología fue TCA/acetona que dio como resultado 9 bandas definidas (20, 30, 32, 37,42, 44, 57, 64 y 85 kDa). En comparación con los demás métodos, bandas que se logran apreciar, en su mayoría no se encuentran muy bien definidas, por ejemplo; para la extracción con sulfato de amonio se aprecian 5 bandas de las cuales 4 concuerdan con las observadas en TCA/acetona, que se encuentran entre los 44, 57, 64 y 85 kDa.

Fig. 1. Gel SDS-PAGE al 9% con proteína total soluble extraída de hojas de *T. stans*. Muestra de proteína extraída utilizando el método de: E1) TCA/acetona. E2) Sulfato de amonio. E3) Kit Sigma Aldrich PE0230. E4) TRI-Reagent.



En la Fig. 2, se muestra el condensado del perfil electroforético de los extractos obtenidos a partir de raíz. Se observó un número de bandas mayor que en hoja respecto algunos métodos en particular, y un bandeo mucho más definido. El perfil electroforético de los extractos mediante TCA/acetona evidencia al menos 22 bandas que van desde los 20 a 100 kDa aproximadamente, presentes en el triplicado del experimento. En las muestras recuperadas a partir de la extracción con sulfato de amonio, se logró observar un bandeo definido, en el que se pueden apreciar 11 diferentes bandas, de las cuales 5 están presentes en todas las muestras (23, 32, 38, 63 y 86 kDa). Para las metodologías de TRI-Reagent y el Kit Sigma PE0230, el bandeo fue menor y los condensados de proteínas fueron definidos por debajo de 48 kDa. Para el Kit Sigma PE0230, se logró observar una sola banda (29 kDa). Para la metodología TRI-Reagent se aprecian al menos 6 bandas (entre 45 y 29 kDa).

Fig. 2. Gel SDS-PAGE al 9% con proteína total soluble extraída de raíz de *T. stans*. E1) TCA/acetona. E2) Sulfato de amonio. E3) Kit Sigma Aldrich PE0230. E4) TRI Reagent.

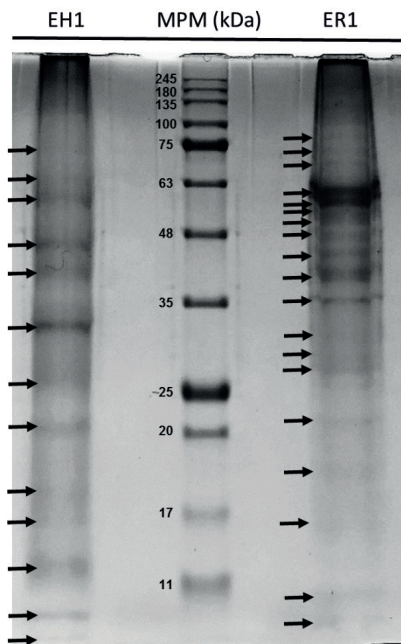


Según Wang *et al.*, (2016) y Niu *et al.*, (2018), el uso de la metodología de TCA/acetona para extracción de proteínas en plantas ha mostrado resultados favorables al tener perfiles proteicos con buena resolución y definición de bandas, lo que concuerda con los resultados de este trabajo.

De manera particular, en la metodología de sulfato de amonio, las investigaciones sugieren que este método necesita de un paso de purificación para eliminar completamente las sales de sulfato restantes, como la cromatografía en columna o algunos métodos de ultrafiltración (Básaca-Loya *et al.*, 2009; Chen *et al.*, 2020), sin embargo, en este trabajo no se incluyó dicho paso.

Para comparar la similitud o diferencia de bandeo entre los dos órganos de estudio (ver Fig. 3), se realizó una electroforesis SDS-PAGE al 12%, usando el método de extracción TCA/Acetona por ser aquel donde se obtuvieron los mejores resultados. El perfil electroforético indicó una notable diferencia en el número de bandas, para las muestras de hoja se observaron al menos 13 bandas definidas y separadas unas de otras. Mientras que, las muestras de raíz revelaron la presencia de 19 bandas definidas. En el caso de las proteínas de hoja se observaron 5 bandas más por debajo de 20 kDa, las cuales no se habían visualizado en el gel elaborado al 9%. De igual manera, en el caso de la muestra de raíz se detectaron 4 bandas proteicas más. Tomando en cuenta la relación entre las bandas observadas en el caso las muestras de raíz, las 22 bandas detectadas al 9% corresponden a 14 bandas en el gel elaborado al 12%. El bandeo observado en todos los geles son resultado de la tinción con azul de Coomassie, el cual tiene una sensibilidad de 0.1 a 0.5 µg de proteína (Brunelle & Green, 2014). De tal modo que, tanto en las muestras de raíz como de hoja pudieran ser detectadas un mayor número de bandas proteicas si se utilizara otro método de tinción más sensible.

Fig. 3. Gel SDS-PAGE al 12% con proteína total soluble extraída de raíz y hoja de *T. stans*. EH1) Extracción con TCA/acetona en hoja. ER1) Extracción con TCA/acetona en raíz.



Para cada tipo órgano a estudiar es necesario verificar la extracción de proteína con diferentes métodos para poder asegurar la mejor extracción de proteína total soluble. Al realizar la prueba Tukey con 95% de confianza, los valores de la media indican que los mejores efectos respecto al método, órgano y la interacción de ambos son; el mejor método es el de TCA/acetona, seguido del tipo órgano el cual es la raíz y, por último, el mejor efecto se puede obtener al utilizar el método de TCA/acetona para extraer proteína a partir de raíces de *T. stans*.

4. CONCLUSIONES

Se logró cuantificar proteína en cada uno de los cuatro diferentes métodos evaluados, tanto en hoja con raíz de la planta y los mejores resultados se obtuvieron en los métodos de TCA/acetona y TRI-Reagent. Los valores de concentración, cantidad de proteína y la relación proteína/biomasa obtenida estuvieron correlacionados con el perfil electroforético (número de bandas) de 3 métodos utilizados (TCA/acetona, TRI-Reagent y el Kit Sigma).

Los resultados obtenidos en los perfiles electroforéticos de geles SDS-PAGE de cada tipo de órgano y método de extracción muestran una diversidad, integridad, concentración y abundancia considerable de proteínas, ya que se lograron obtener bandas

con buena definición y nitidez. Con base al análisis estadístico, se concluye que todos los experimentos tienen un efecto significativo, pero el mejor efecto se puede obtener al utilizar el método de TCA/acetona para extraer proteína a partir de raíces de *T. stans*.

BIBLIOGRAFÍA

Alade, A., Ekundayo, I., Aboaba, S., & Flamini, G. (2019). Chemical characterization of *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth volatile oils. *American Journal of Essential Oils and Natural Products*; 7(3), 11-16.

Alcantar-Aguirre, F. C. (2015). Identificación y cuantificación de metabolitos secundarios en plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) transformadas con sistemina y prosistemina de jitomate en respuesta a daño mecánico, herbivoría con *Manduca sexta* e infestación con mosquita blanca. (*Bemisia tabaci*). *Tesis de Maestría. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Irapuato, Guanajuato.*, 149.

Álvarez-Contreras, I. d. (2011). Purificación y caracterización bioquímica de la aminopeptidasa (tcAPE) de la semilla de cacao (*Theobroma cacao* L). En *Tesis de Maestría en Ciencias. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco.*

Anand, M., & Basavaraju, R. (2021). A review on phytochemistry and pharmacological uses of *Tecoma stans* (L.). *Journal of Ethnopharmacology*, 113270.

Bahadur Khadka, D., Pahadi, T., Aryal, S., & Bahadur Karki, D. (2024). Partial purification and characterization of protease extracted from kinema. *Heliyon*, 10(5), e27173. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e27173

Básaca-Loya, G. A., Valdez, M. A., Enríquez-Guevara, E. A., Gutiérrez-Millán, L. E., & Burboa, M. G. (2009). Extracción y purificación de B-ficoeritrina de la microalga roja *Rhodospirillum rubrum*. *Ciencias Marinas*, 35(4), 359-368.

Chen, X., Diao, W., Ma, Y., & Mao, Z. (2020). Extraction and purification of ϵ -poly-L-lysine from fermentation broth using an ethanol/ammonium sulfate aqueous two-phase system combined with ultrafiltration. *RSC advances*, 10(49), 29587-29593.

Ferrer, Á., Carnés, J., Gallego, M. T., Andréu, C., & Fernández, E. (2005). Characterization and improvement of apple extracts for the diagnosis of apple IgE-mediated allergy. *American College of Allergy, Asthma & Immunology*, 95(5), p462-467. doi:10.1016/S1081-1206(10)61172-6

Ibarra, M., Cantú, P. C., Verde, M. V., & Oranday, A. (2009). Caracterización Fitoquímica y Efecto Hipoglucemiante de *Tecoma stans* y su Relación con la Presencia del Cromo como Factor de Tolerancia a la Glucosa. 20(5), 55-65.

Irigoyen-Rascon, F., & Paredes, A. (2015). Raramuri healers, chapter 8. Tarahumara Medicine: Ethnobotany and Healing Among the Raramuri of Mexico. *University of Oklahoma Press, Norman, Publishing Division of the University, Mexico.* doi:978-0-0861-5270-7

Martínez-Esteso, M. J., Martínez-Márquez, A., Sellés-Marchart, S., Morante-Carriel, J. A., & Bru-Martínez, R. (2015). The role of in proteomics progressing insights into plant secondary metabolism. *Front. Plant Sci.*, 6:504.

Méchin, V., Damerval, C., & Zivy, M. (2007). Total Protein Extraction with TCA-Acetone. En H. Thiellement, M. Zivy, & C. Damerval, *Plant Proteomics: Methods and Protocols* (págs. 1-8). Totowa, New Jersey: Primera edición. Humana Press. USA. 2007.

Mohammed, H. A., Abdel-Aziz, M. M., & Hegazy, M. M. (2019). Anti-Oral Pathogens of *Tecoma stans* (L.) and *Cassia javanica* (L.) Flower Volatile Oils in Comparison with Chlorhexidine in Accordance with Their Folk Medicinal Uses. *Medicina*, 55(6), 301.

Niu, L., Zhang, H., Wu, Z., Wang, Y., Liu, H., Wu, X., & Wang, W. (2018). Modified TCA/acetone precipitation of plant proteins for proteomic analysis. *PLoS ONE* 13(12), 13.

Pavoković, D., Križnik, B., & Krsnik-Rasol, M. (2012). Evaluation of Protein Extraction Methods for Proteomic Analysis of Non-Model Recalcitrant Plant Tissues. *Croat. Chem. Acta* 85 (2) (2012), 177–183.

Ramírez, G., Zamilpa, A., Zavala, M., Perez, J., Morales, D., & Tortoriello, J. (2016). Chrysoeriol and other polyphenols from *Tecoma stans* with lipase inhibitory activity. *Journal of Ethnopharmacology*. 185, 1-8.

Ramírez-Ortiz, M. E., Rodríguez-Carmona, O. Y., Hernández-Rodríguez, O. S., Chel-Guerrero, L., & Aguilar-Méndez, M. Á. (2017). Estudio de la actividad hipoglucemiante y antioxidante de tronadora, raíz de wereque y raíz de nopal. *Alimentos Funcionales de Hoy. Barcelona, España: OmniaScience*, 143-180. doi:10.3926/oms.361

Rivera-Núñez, D., & Obón de Castro, C. (2007). Manual de teoría y prácticas de etnobotánica. *Capítulo 8. Editores Murcia. España.*, 55-66.

Sbihi, H. M., Mokbli, S., Nehdi, I. A., & Al-Resayes, S. I. (2015). Physico-chemical properties of *Tecoma stans* Linn. seed oil: a new crop for vegetable oil. *Natural Product Research*, 29(13), 1249-1255.

Sepúlveda Jiménez, G., Porta Ducoing, H., & Rocha Sosa, M. (2003). La Participación de los Metabolitos Secundarios en la Defensa de las Plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, vol. 21, núm. 3, 355-363.

Taha, M. M. (1954). The carotenoids of the petals of two species of *Tecoma*. *Biochem. J.*, 58 (3), 413–415.

Taher, M. A.-H., Dawood, D. H., Sanad, M. I., & Hassan, R. A. (2016). Searching for anti-hyperglycemic phytomolecules of *Tecoma stans*. *European Journal of Chemistry*, 7(14), 397-404. doi:10.5155/eurjchem.7.4.397-404.1478

Torres Xocua, L. M. (2019). Actividad hipoglucemiante de extractos y fracciones de plantas silvestre e in vitro de *Tecoma stans*. (Tesis de Maestría, Universidad del Papaloapan).

Wang, N., Wu, X., Ku, L., Chen, Y., & Wang, W. (2016). Evaluation of Three Protein-Extraction Methods for Proteome Analysis of Maize Leaf Midrib, a Compound Tissue Rich in Sclerenchyma Cells. *Frontiers in Plant Science*, 7(856). doi:10.3389/fpls.2016.00856

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

