

Alda Rocío Ortiz Muñiz
(Organizadora)



ESTUDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SUAS TECNOLOGIAS

VOL I



EDITORA
ARTEMIS
2026

Alda Rocío Ortiz Muñiz
(Organizadora)



ESTUDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SUAS TECNOLOGIAS

VOL I



EDITORA
ARTEMIS
2026



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial Não-Derivativos 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	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 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 Lara 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 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. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México



Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leiníg 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 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 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)**

E89 Estudos em ciências biológicas e suas tecnologias [livro eletrônico] / Organizadora Alda Rocío Ortiz Muñiz. – 1. ed. – Curitiba, PR: Editora Artemis, 2026.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilingue

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-82858-09-3

DOI 10.37572/EdArt_300626093

1. Ciências biológicas. 2. Biotecnologia. 3. Biodiversidade.
4. Sustentabilidade ambiental. I. Ortiz Muñiz, Alda Rocío.

CDD 570

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

Las ciencias biológicas ocupan un lugar esencial en la comprensión de los fenómenos de la vida, desde los procesos moleculares, celulares y genéticos que sustentan el funcionamiento de los organismos, hasta la dinámica de los ecosistemas y las relaciones que estos establecen con su ambiente, así como de las posibilidades tecnológicas que emergen de la investigación científica aplicada. En un mundo marcado por crisis ambientales, demandas de sostenibilidad, avances biotecnológicos y desafíos relacionados con la salud humana y ecosistémica, resulta cada vez más necesario articular conocimiento científico, innovación, responsabilidad social y compromiso con la preservación de la vida en sus múltiples formas.

Este primer volumen de *Estudos em Ciências Biológicas e suas Tecnologias* reúne un conjunto de trabajos que expresa la diversidad y la relevancia contemporánea de este campo. Las investigaciones aquí presentadas transitan por temas como biomarcadores de daño genético, formación en contextos biomédicos, productos naturales, compuestos bioactivos, actividad antioxidante, alternativas ecológicas para la higiene doméstica, crisis hídrica, sostenibilidad, biodiversidad, ecosistemas costeros, manglares, microplásticos y contaminación lumínica. Se trata, por tanto, de una obra que evidencia la amplitud de las ciencias biológicas y su capacidad de dialogar con problemas científicos, ambientales, tecnológicos, educativos y sociales.

La organización de este volumen fue pensada a partir de una estructura breve y articulada, distribuida en tres ejes temáticos. Esta propuesta busca valorar la especificidad de cada trabajo sin fragmentar excesivamente la lectura, considerando que los capítulos reunidos comparten una preocupación común: comprender, preservar, transformar y aplicar el conocimiento biológico frente a los desafíos del presente.

El primer eje, dedicado a la salud, los biomarcadores y los procesos formativos, abre el volumen con una reflexión sobre dos dimensiones complementarias de las ciencias biológicas aplicadas al ámbito de la salud: por una parte, el desarrollo y utilización de herramientas para el estudio del daño celular y genético, y por otra, los procesos educativos que intervienen en la formación de los profesionales de la salud. Los estudios reunidos en esta sección permiten reflexionar sobre la importancia de las herramientas de análisis biológico para la identificación de daños celulares y genéticos, así como sobre los procesos formativos que atraviesan áreas vinculadas a la salud. Al articular investigación biomédica, toxicología, nutrición, ambiente y formación profesional, este bloque evidencia que las ciencias biológicas no se restringen al estudio aislado de los seres vivos, sino que también contribuyen a la comprensión de condiciones que afectan la salud, la prevención de riesgos y la calidad de los procesos educativos en campos biomédicos.

El segundo eje reúne investigaciones relacionadas con los productos naturales y los compuestos bioactivos. En este conjunto se observa el potencial de las ciencias biológicas y de sus tecnologías para el aprovechamiento sostenible de recursos naturales y el desarrollo de procesos y productos con aplicación ambiental, alimentaria y doméstica. Los trabajos exploran temas como la extracción de compuestos fenólicos, la capacidad antioxidante, la capsaicina, los hidrolatos, los aceites esenciales y las formulaciones sostenibles. Esta sección destaca la relevancia de la innovación científica orientada por principios de sostenibilidad, aprovechamiento responsable de los recursos naturales y reducción de impactos ambientales.

Al abordar recursos vegetales y materias primas naturales, los capítulos de este eje demuestran que la tecnología puede ponerse al servicio de soluciones más responsables, eficientes y coherentes con las necesidades actuales. La búsqueda de procesos menos agresivos para el ambiente, de alternativas biodegradables y de productos con potencial funcional o antimicrobiano revela una dimensión aplicada de las ciencias biológicas, en la cual el conocimiento sobre organismos, moléculas y metabolitos naturales se transforma en estrategias concretas de innovación.

El tercer eje se orienta al ambiente, la biodiversidad y la sostenibilidad socioecológica. Los trabajos reunidos en esta sección abordan problemáticas ambientales de gran relevancia, como la contaminación lumínica, la crisis agrícola provocada por sequías, la presencia de microplásticos en playas, la biodiversidad de peces en manglares y la necesidad de soluciones sostenibles frente a la presión sobre los recursos naturales. Estos temas revelan la urgencia de comprender los ecosistemas de manera integrada, reconociendo sus dimensiones biológicas, sociales, económicas y culturales.

La presencia de estudios sobre ambientes costeros, manglares, recursos hídricos y contaminación evidencia la importancia del monitoreo ambiental y de la producción de datos científicos para orientar políticas públicas, prácticas comunitarias y estrategias de conservación. Al mismo tiempo, la discusión sobre soluciones sostenibles, como sistemas hidropónicos de bajo costo e iniciativas de gestión ambiental, apunta a la necesidad de integrar ciencia, educación, tecnología y participación social en la construcción de respuestas frente a los desafíos ecológicos contemporáneos.

En conjunto, los capítulos de este primer volumen muestran que las ciencias biológicas y sus tecnologías son fundamentales para comprender las relaciones entre vida, ambiente y sociedad. Las investigaciones aquí reunidas revelan que los fenómenos biológicos no pueden pensarse de forma aislada, pues están profundamente conectados con las formas de producción, consumo, cuidado, educación, innovación y gestión de los recursos naturales. Esta perspectiva integradora resulta especialmente importante en un

contexto en el que los problemas ambientales y sanitarios exigen respuestas científicas sólidas, interdisciplinarias y socialmente comprometidas.

Así, ***Estudos em Ciências Biológicas e suas Tecnologias*** propone una lectura que parte de la salud y los biomarcadores, avanza hacia los productos naturales y las aplicaciones biotecnológicas de los recursos biológicos, y culmina en las discusiones ambientales y socioecológicas. Esta trayectoria permite reconocer la vitalidad del campo biológico, tanto en su dimensión experimental y aplicada como en su capacidad de contribuir a prácticas más sostenibles, inclusivas y responsables.

Esperamos que este primer volumen contribuya al diálogo entre investigadores, docentes, estudiantes y profesionales interesados en las ciencias biológicas y en sus interfaces tecnológicas. Que los estudios aquí reunidos inspiren nuevas investigaciones, fortalezcan prácticas científicas comprometidas con la vida y amplíen los horizontes de actuación de las ciencias biológicas frente a los desafíos ambientales, sociales y tecnológicos de nuestro tiempo.

Dra. Alda Rocío Ortiz Muñiz

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa

México

SUMARIO

SALUD, BIOMARCADORES Y FORMACIÓN EN CONTEXTOS BIOMÉDICOS

CAPÍTULO 1..... 1

MICRONÚCLEOS: DE LA CINÉTICA DE FORMACIÓN A SUS APLICACIONES EN NUTRICIÓN Y AMBIENTE

Rocío Ortiz Muñiz

Elsa Cervantes Ríos

Pedro Morales Ramírez

Virginia Cruz Vallejo

Juana Sánchez-Alarcón

Rafael Valencia-Quintana

Edith Cortés Barberena

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3006260931

CAPÍTULO 2..... 21

EL CURRÍCULUM OCULTO Y SUS EFECTOS EN LAS ESCUELAS DE ODONTOLOGÍA

Elsa Gabriela Chávez-Guajardo

Gloria Martha Álvarez Morales

Joana Etzel Rodríguez Raudales

Claudia H. Maldonado-Tapia

Carla Sofía Padilla-Arellano

Nelly Alejandra Rodríguez Guajardo

Jesús Rivas Gutiérrez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3006260932

BIOTECNOLOGÍA, PRODUCTOS NATURALES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS

CAPÍTULO 3..... 36

EFFECTO DEL SOLVENTE EN LA EXTRACCIÓN POR ULTRASONIDO DE FENOLES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL APIO (*Apium graveolens*)

Gisela Palma-Orozco

Lorena Marian Calles-Soriano

Cybellé Darian García-Mancera

Carlos Orozco-Álvarez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3006260933

CAPÍTULO 4..... 49

CAPSAICIN CONTENT AND ANTIOXIDANT CAPACITY IN DIFFERENT MATURITY STATES OF HABANERO PEPPER (*Capsicum chinense* Jacq.)

Gisela Palma-Orozco
América Belém Ugalde-Herrera
Víctor Ouseiri Díaz-Castañón
Carlos Orozco-Álvarez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3006260934

CAPÍTULO 5..... 58

HIDROLATO DE LIMONARIA (*Cymbopogon citratus*) COMO DESINFECTANTE ARTESANAL SOSTENIBLE, UNA ALTERNATIVA ECOLÓGICA PARA LA HIGIENE DOMÉSTICA

Juan Carlos Llanes Carvajal
Miller Sánchez Balaguera
Andrea Catalina Escalante Rico

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3006260935

AMBIENTE, BIODIVERSIDAD Y SOSTENIBILIDAD SOCIOECOLÓGICA

CAPÍTULO 6..... 68

“PUERTO RICO BRILLA NATURALMENTE” REDUCE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA: IMPACTOS SOCIOECOLÓGICOS, MARCO REGULATORIO Y ESTRATEGIAS DE GESTIÓN COMUNITARIA

Elizabeth Padilla-Rodríguez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3006260936

CAPÍTULO 7.....82

HIDRONOMÍA: DIAGNÓSTICO DE LA CRISIS AGRÍCOLA POR SEQUÍA EN TAMAULIPAS (2023-2025) Y FUNDAMENTOS DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO CON PERTINENCIA CULTURAL EN ESCUELAS DE EDUCACIÓN BÁSICA COMO SOLUCIÓN PROPUESTA

Lucio Alberto San Pedro Acevedo
Hilario Rafael Martínez Flores
Nora Armenia Torres Mariño
Valeria Isabel Vargas Olvera
Emanuel León Estrada

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3006260937

CAPÍTULO 8..... 98

ABUNDÂNCIA DE PEIXES TELEÓSTEOS EM UM MANGUEZAL DA RAPOSA, ILHA DE SÃO LUÍS, MARANHÃO, BRASIL

Maria do Socorro Saraiva Pinheiro

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3006260938

CAPÍTULO 9..... 114

PRESENCIA Y CARACTERIZACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN PLAYAS DE LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR

Osmel Alberto Sánchez Granados

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3006260939

SOBRE A ORGANIZADORA..... 130

ÍNDICE REMISSIVO 131

CAPÍTULO 9

PRESENCIA Y CARACTERIZACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN PLAYAS DE LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR

Data de submissão: 28/05/2026

Data de aceite: 12/06/2026

Osmel Alberto Sánchez Granados

Investigador en Programa de Medio Ambiente
Universidad Gerardo Barrios
San Miguel, El Salvador
<https://orcid.org/0000-0002-4906-8669>

RESUMEN: La presencia de residuos plásticos en las playas conduce a su degradación progresiva en partículas de entre 1 y 5 mm de tamaño, conocidas como microplásticos. Los microplásticos representan una forma crítica de contaminación marina; por ello, resulta fundamental evaluar su presencia en ecosistemas costeros como las playas arenosas, las cuales proporcionan importantes servicios ecológicos y socioeconómicos. El objetivo de este estudio determinar la distribución y abundancia de microplásticos presentes en las playas de la zona oriental de El Salvador. Las muestras de arena superficial (0–5 cm de profundidad) se recolectaron mediante cuadrantes de 1,0 m². Las muestras de arena seca se tamizaron utilizando mallas de 0,01 mm y 0,05 mm, mientras que las muestras de arena húmeda se transportaron al laboratorio para su posterior procesamiento. Los resultados indicaron que los plásticos representaron aproximadamente el 80 % de los macroresiduos, con una abundancia

media de microplásticos de 93 unidades/m². Los microplásticos identificados estuvieron compuestos principalmente por fragmentos (69,27 %), seguidos de espumas (16,37 %), fibras (12,60 %), esponjas (1,42 %) y gránulos (0,32 %). Estos hallazgos evidencian una creciente preocupación ambiental en la costa oriental de El Salvador, donde la contaminación por microplásticos representa un riesgo considerable para los ecosistemas marinos.

PALABRAS CLAVE: contaminación por plásticos; sedimentos de playa; abundancia de microplásticos; costa de El Salvador; medio ambiente.

PRESENCE AND CHARACTERIZATION OF MICROPLASTICS ON BEACHES IN THE EASTERN PART OF EL SALVADOR

ABSTRACT: The presence of plastic debris on beaches leads to its progressive degradation into particles ranging from 1 to 5 mm in size, known as microplastics. Microplastics represent a critical form of marine pollution; therefore, assessing their presence in coastal ecosystems such as sandy beaches—which provide important ecological and socio-economic services—is essential. The objective of this study is to determine the distribution and abundance of microplastics present on the beaches of eastern El Salvador. Surface sand samples (0–5 cm depth) were collected using 1.0 m² quadrats. Dry sand samples were sieved using 0.01 mm and 0.05 mm mesh sizes, while wet sand samples

were transported to the laboratory for further processing and analysis. The results showed that plastic materials accounted for approximately 80% of the macro-debris recorded, with a mean microplastic abundance of 93 items/m². Identified microplastics consisted mainly of fragments (69.27%), followed by foams (16.37%), fibers (12.60%), sponges (1.42%), and pellets (0.32%). These findings highlight a growing environmental concern along the eastern coast of El Salvador, where microplastic pollution poses a significant risk to marine and coastal ecosystems and the ecosystem services they provide.

KEYWORDS: plastic pollution; beach sediments; microplastic abundance; El Salvador coast; environment.

1. INTRODUCCIÓN

Las playas abarcan aproximadamente el 40 % de las costas del mundo y desempeñan un papel fundamental en el equilibrio ecológico, al proporcionar servicios ambientales esenciales como recreación, turismo, explotación de recursos minerales y protección costera frente al oleaje (Torrez-Pérez et al., 2020). No obstante, la calidad ambiental de estos ecosistemas se ha deteriorado significativamente en las últimas décadas debido al incremento de las presiones antropogénicas (Lu et al., 2018). Entre estas, la contaminación por residuos plásticos se ha consolidado como la forma más predominante de basura marina, impulsada por el crecimiento exponencial de su producción y consumo a escala global (Iñiguez et al., 2016).

El bajo costo, la durabilidad y la versatilidad del plástico han favorecido su uso masivo, a pesar de su limitada capacidad de degradación en el ambiente (Avio et al., 2017). Se estima que aproximadamente el 10 % de los plásticos producidos a nivel mundial termina en los océanos (Cole et al., 2011), principalmente como consecuencia de una gestión inadecuada de los residuos sólidos (Arriaza et al., 2019). En la actualidad, entre el 60 % y el 90 % de la basura marina está compuesta por plásticos, mayoritariamente derivados de materiales de empaque como botellas, bolsas, tapones, envases y envoltorios (López, 2022). En 2015, se reportaron más de nueve millones de toneladas de plásticos flotando en los océanos.

Los microplásticos se definen como partículas plásticas menores de 5 mm, originadas tanto por la fragmentación de objetos plásticos de mayor tamaño como por productos fabricados deliberadamente en dimensiones microscópicas (Graça et al., 2017). Estos se clasifican en microplásticos primarios, diseñados para su uso en cosméticos, productos de cuidado personal, limpiadores y microcápsulas farmacéuticas (Cole et al., 2011; Browne et al., 2007; Shim et al., 2018), y microplásticos secundarios, que resultan de la degradación física, química y mecánica de plásticos mayores debido a la radiación ultravioleta, el oleaje y la abrasión (Monzó López, 2022).

Los microplásticos ingresan al ambiente marino a través de diversas vías, incluyendo la liberación directa desde productos de cuidado personal, la escorrentía urbana, las descargas industriales y las plantas de tratamiento de aguas residuales que no logran eliminarlos completamente, así como la incineración y disposición inadecuada de residuos sólidos (Arriaza et al., 2019; Castañeta et al., 2020; Olubusoye, 2023; Liu & Liu, 2024). Una vez en el océano, los residuos plásticos flotantes tienden a concentrarse en los giros oceánicos subtropicales y en grandes sistemas de corrientes marinas, favoreciendo su acumulación y dispersión a escala regional (Ryan, 2014; Cole et al., 2011).

En la región centroamericana, recientes investigaciones han evidenciado la distribución generalizada de microplásticos en ambientes costeros. En Costa Rica, estudios han documentado la presencia de microplásticos en playas del Caribe con valores elevados de concentración, reflejando una contaminación costera significativa que varía espacialmente entre sitios muestreados (Soto et al., 2025). Además, redes regionales de investigación, como REMARCO y proyectos colaborativos con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), han promovido muestreos sistemáticos de arenas de playa tanto en el Pacífico como en el Caribe costarricense, generando bases de datos estandarizadas sobre microplasticidad ambiental (CIMAR et al., 2018–2025).

En el Pacífico de Nicaragua, estudios han confirmado la presencia de microplásticos en sedimentos de la Bahía de San Juan del Sur, lo que destaca la pertinencia de abordar esta problemática también en costas centroamericanas menos estudiadas (Díaz & Sarria, 2024). Más al sur, investigaciones en el Caribe colombiano han encontrado microplásticos en todas las playas analizadas, con concentraciones que alcanzan miles de partículas por kilogramo de sedimento, siendo las fibras el tipo predominante (Rangel-Buitrago et al., 2021).

En El Salvador, un estudio reciente sobre playas del litoral pacífico reportó microplasticidad en sedimentos superficiales, con predominio de fibras plásticas y variación espacial en las abundancias, lo que subraya la presencia documentada de este contaminante en la región oriental del país (Quintanilla et al., 2025).

Más al sur, en Colombia, múltiples investigaciones en playas del Caribe han registrado altas densidades de microplásticos en sedimentos, con valores que oscilan entre cientos y miles de partículas por kilogramo de arena, siendo las fibras y fragmentos las formas más frecuentes. Estos estudios subrayan la influencia de fuentes locales y del transporte marino regional en la distribución de microplásticos a lo largo de las costas del Pacífico oriental y el Caribe, lo que refuerza la necesidad de enfoques comparativos a escala regional. La acumulación de microplásticos representa una amenaza significativa para la biodiversidad marina, ya que estos pueden ser ingeridos de forma accidental o

selectiva por peces, aves, moluscos, mamíferos y otros organismos, debido a su pequeño tamaño y similitud con presas naturales (Barnes et al., 2009; Guzzetti et al., 2018; Kevudo, 2023). Esta ingestión puede provocar efectos fisiológicos adversos, alterar las redes tróficas marinas e interferir en procesos ecológicos clave, como la nitrificación, afectando el funcionamiento de los ecosistemas costeros (Seeley et al., 2020). Además, los microplásticos actúan como vectores de contaminantes químicos, incluyendo retardantes de llama, estabilizadores UV, antioxidantes y plastificantes, incrementando su riesgo ecotoxicológico (León et al., 2022). A pesar de su presencia incluso en playas remotas (Lusher, 2015), la magnitud real de la contaminación por microplásticos en Centroamérica sigue siendo insuficientemente cuantificada, en parte debido a la escasez de estudios sistemáticos y a la falta de metodologías estandarizadas para su muestreo y análisis (Duncan et al., 2008). En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo determinar la distribución y abundancia de microplásticos en playas de la zona oriental de El Salvador, con el fin de generar información científica que contribuya al diseño de estrategias de manejo ambiental y prevención de la contaminación en zonas costeras.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El lugar de estudio comprendió las playas arenosas Las Flores, El Cuco, El Esterón El Icacal, y Las Tunas situadas en el Océano Pacífico. Entre las coordenadas geográficas LN: 13.1720, LW: 88.1163, LN: 13.1722, LW: 88.1043, LN: 13.1698, LW: -88.0757, LN13.1654, LW-88.0173, LN: 13.1607, LW-87.974524 (Fig.1).

Figura 1. Ubicación de las diferentes zonas de muestreo en las playas en la zona oriental de la costa salvadoreña.



Las playas Las Flores, El Cuco, El Esterón El Icacal y las Tunas está incluida dentro del complejo de la sierra de Jucuarán (Herrera, 2001). La planicie costera Oriental entre playa El Espino hasta Icacal, se caracteriza por playas extendidas, estuarios de ríos de caudal medio y pequeñas ensenadas en su sector oriental. Estas Playas están comprendidas dentro de la zona de vida correspondiente a Bosque Húmedo Subtropical con temperaturas promedio anuales de 27.8°C (Herrera, 2001).

2.2. METODOLOGÍA DE CAMPO

2.2.1. Trabajo de campo

El muestreo de microplásticos se realizó mediante una adaptación del protocolo propuesto por Hidalgo-Ruz et al. (2012), considerando como microplásticos aquellas partículas menores a 5 mm. La arena seca fue tamizada in situ utilizando tamices de acero inoxidable con tamaños de malla de 0,05 mm y 0,01 mm, (Fig. 2), con el fin de recuperar microplásticos finos. Las muestras húmedas no fueron tamizadas en campo y se transportaron al laboratorio para su posterior procesamiento. La identificación visual de microplásticos constituye una aproximación ampliamente utilizada; sin embargo, puede subestimar partículas muy pequeñas o confundir materiales no plásticos, lo cual representa una limitación metodológica del estudio. En total se recolectaron 102 muestras de arena. Cada muestra fue almacenada en bolsas plásticas previamente rotuladas con la identificación del sitio, fecha y hora de recolección.

Figura 2. Toma de muestra de microplásticos tamizado para la obtención de partículas mayores a un milímetro. en las diferentes playas del oriente del país.



2.3. TRABAJO DE LABORATORIO

2.3.1. Preparación de muestras

Los residuos macroscópicos recolectados fueron enjuagados con agua limpia para eliminar restos de arena y material orgánico adherido. Posteriormente, se secaron

en horno a 60 °C durante 72 h, con el fin de estabilizar el peso de las muestras y evitar alteraciones asociadas a la humedad. Una vez secos, los materiales fueron colocados en cajas de Petri para su análisis visual y clasificación (Fig. 3). Los residuos recolectados fueron enjuagados con agua limpia para eliminar restos de arena y material orgánico adherido. Posteriormente, se secaron en horno a 60 °C durante 72 h para estabilizar su peso y evitar variaciones asociadas a la humedad. Una vez secas, las muestras se colocaron en cajas de Petri para su inspección y clasificación visual.

Para minimizar la contaminación cruzada durante el procesamiento, se aplicaron medidas de control de calidad ampliamente recomendadas en estudios de microplásticos: el trabajo se realizó en áreas con circulación de aire limitada; el personal utilizó indumentaria de algodón; los utensilios (tamices, pinzas y cajas de Petri) fueron lavados previamente con agua destilada; y las superficies de trabajo se limpiaron antes de cada sesión.

Los microplásticos recuperados fueron identificados mediante inspección visual y clasificados según su morfología, de acuerdo con la propuesta de Kovač et al. (2016), en las siguientes categorías: fragmentos, películas (*film*), espumas, gránulos y *pellets*. La abundancia de microplásticos se expresó como número de elementos por metro cuadrado (elementos m⁻²).

Figura 3. Muestras de arena húmeda secadas el horno y Clasificación según tipos de plásticos en placas petri.



2.3.2. Análisis estadístico

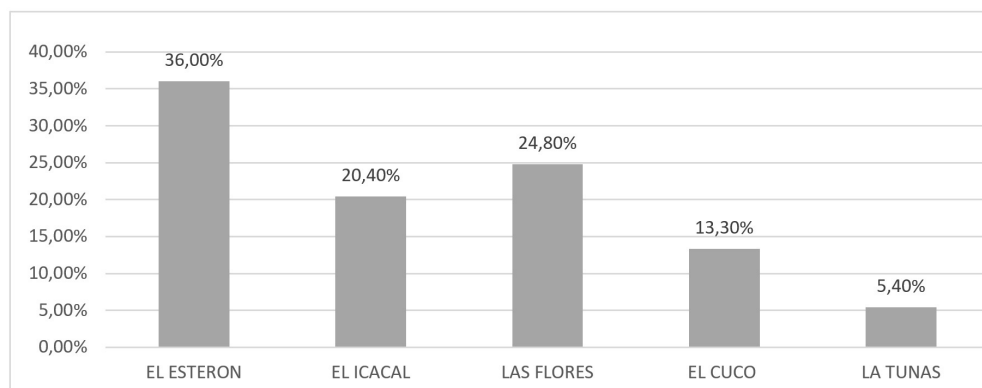
Los datos obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva, calculando valores de media, y porcentajes de abundancia relativa por tipo de microplásticos y por playa. Para evaluar diferencias significativas en la abundancia de microplásticos entre playas, se aplicó [ANOVA / Kruskal-Wallis], previa verificación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. En caso de detectarse diferencias significativas, se realizaron pruebas post hoc para identificar contrastes

entre sitios. El nivel de significancia estadística se estableció en $p < 0,05$. Los análisis se realizaron utilizando Microsoft Excel.

3. RESULTADOS

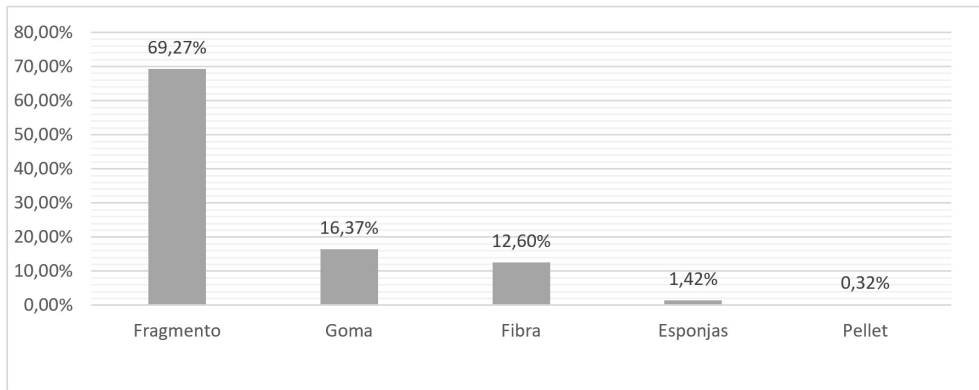
La presencia de 2,174 partículas de microplásticos en las arenas de las playas del oriente de El Salvador evidencia que estos ecosistemas costeros se encuentran expuestos de manera constante a la contaminación plástica, aun cuando las densidades registradas se clasifican dentro de rangos bajos. Este hallazgo concuerda con estudios realizados en otras regiones de Centroamérica y el Caribe, donde se ha documentado la ocurrencia generalizada de microplásticos incluso en playas con menor grado de urbanización o desarrollo turístico.

Figura 4. Abundancia total de microplásticos encontrados en las playas del oriente de El Salvador.



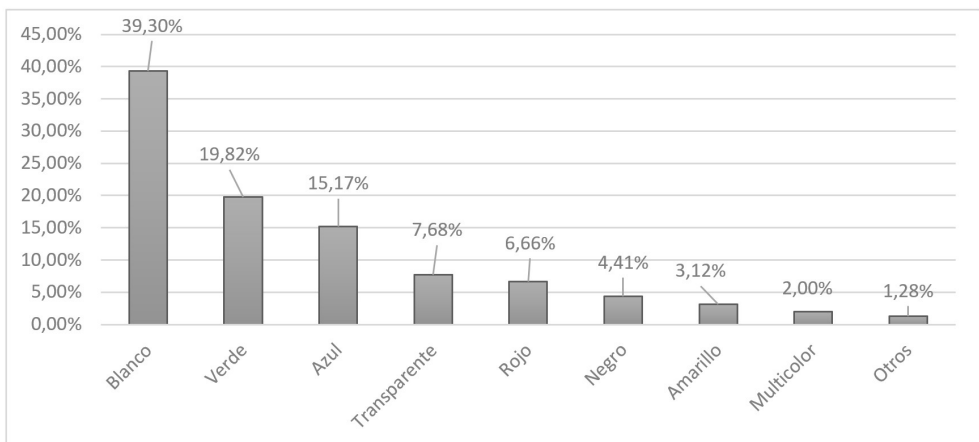
Se observó una variación significativa en los valores porcentuales de microplásticos entre las diferentes playas. Las playas Las Flores (24.8%), El Icacal (20.4%) y El Cuco (13.3%) presentaron los porcentajes más elevados, evidenciando una mayor concentración de microplásticos en comparación con las demás zonas. En contraste, Las Tunas (4.5%) registró el valor más bajo entre las playas evaluadas (Fig. 4). Estas diferencias podrían estar asociadas a factores como la afluencia humana, actividades turísticas y pesqueras, así como a condiciones ambientales locales que favorecen la acumulación de residuos plásticos.

Figura 5. Distribución porcentual de los tipos de microplásticos en las playas del oriente de El Salvador.



Los fragmentos constituyeron la categoría dominante (69,27 %), lo que sugiere que la principal fuente de microplásticos en el área de estudio es la fragmentación de residuos plásticos de mayor tamaño expuestos a procesos físicos como radiación solar, abrasión mecánica y acción del oleaje. Este patrón ha sido ampliamente reportado en playas arenosas del Pacífico tropical y se asocia a una degradación progresiva de envases, botellas y otros plásticos de uso cotidiano. La categoría goma/foam ocupó el segundo lugar en abundancia (16,37 %), lo que podría estar relacionado con materiales derivados de embalajes, flotadores, espumas de poliestireno y elementos utilizados en actividades pesqueras. Las fibras o filamentos representaron el 12,60 %, posiblemente asociadas a fuentes como textiles sintéticos, redes de pesca y cuerdas, las cuales suelen ingresar al ambiente marino a través de descargas continentales y actividades costeras. Las categorías pellet y film/lámina mostraron valores bajos. (Fig.5)

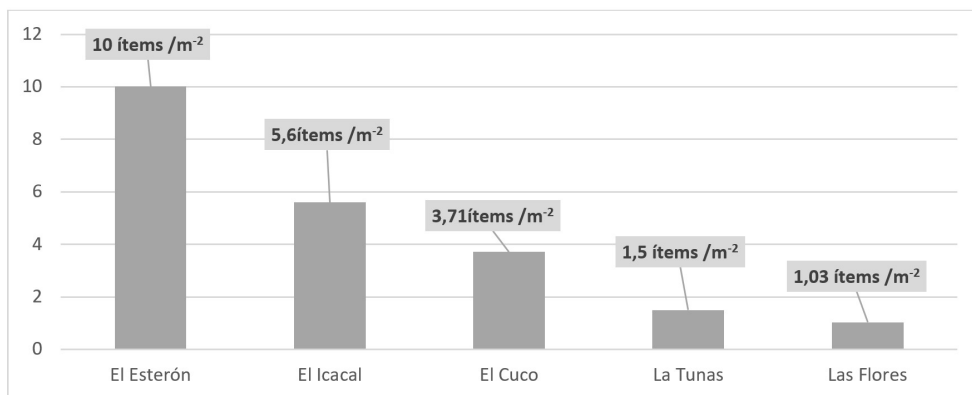
Figura 6. Concentración porcentual de microplásticos por color encontrados en la arena de las playas del oriente del país.



El análisis cromático mostró un claro predominio del color blanco (39,30 %), seguido de verde (19,82 %) y azul (15,17 %). Esta distribución es consistente con estudios previos que señalan que los colores claros y brillantes son más abundantes debido a la degradación de plásticos transparentes y al uso frecuente de envases de estos colores. Desde un punto de vista ecológico, estos colores pueden aumentar la probabilidad de ingestión por organismos marinos, ya que pueden confundirse fácilmente con presas naturales, incrementando el riesgo de efectos adversos en la fauna costera. (Fig. 6).

Las densidades registradas oscilaron entre 1,03 y 10,0 ítems m^{-2} , con una concentración media de 21,9 ítems m^{-2} . La mayor densidad se registró en El Esterón (10,0 ítems m^{-2}), seguida por El Icacal (5,6 ítems m^{-2}) y El Cuco (3,71 ítems m^{-2}). De acuerdo con los rangos de clasificación establecidos (1–100 ítems m^{-2}), estas playas se consideran dentro de una categoría de baja contaminación. Sin embargo, la presencia constante de microplásticos indica una presión ambiental persistente que puede intensificarse con el tiempo si no se implementan medidas de manejo adecuadas. (Fig. 7).

Figura 7. Distribución relativa de microplásticos en playas del oriente de El Salvador.



De acuerdo con los rangos de clasificación establecidos (1–100 ítems m^{-2}), la densidad de microplásticos en las playas estudiadas se categoriza como baja, lo que sugiere un entorno relativamente menos impactado o una gestión de residuos parcialmente efectiva. No obstante, esta concentración sigue representando una presión ambiental relevante.

El análisis estadístico mostró que, para el factor playas, el valor de F calculada (2.1768) fue menor que el valor crítico de F (2.8661), con un p-valor de 0.1087, superior al nivel de significancia ($\alpha = 0.05$). En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula, indicando que no existen diferencias estadísticamente significativas en los niveles de microplásticos entre las playas evaluadas.

En contraste, para el factor microplásticos, la F calculada (6.7365) superó el valor crítico de F (2.7109), con un p-valor de 0.0008, inferior a 0.05. Esto permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, evidenciando diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de microplásticos analizados (Tabla 4).

Tabla 4. El coeficiente de correlación de Pearson de microplásticos encontrados en la arena de las playas del oriente del país.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculada	Probabilidad	Valor crítico para F
Playas	87020.46667	4	21755.11667	2.176774922	0.108653537	2.866081402
microplasticos	336629.0667	5	67325.81333	6.736490743	0.000786608	2.710889837
Error	199883.9333	20	9994.196667			
Total	623533.4667	29				

4. DISCUSIÓN

La abundancia y composición de microplásticos registrada en las playas del oriente de El Salvador concuerda con patrones reportados para otras zonas del Pacífico tropical, donde los fragmentos suelen constituir la fracción dominante de los microplásticos en playas arenosas. Este predominio ha sido ampliamente asociado a procesos de fragmentación secundaria de plásticos de mayor tamaño, favorecidos por la radiación solar, la acción mecánica del oleaje y la abrasión del sedimento. En este estudio, la abundancia media registrada ($21,9 \text{ ítems m}^{-2}$) se encuentra dentro del rango reportado para zonas costeras a escala global, donde valores superiores a 20 partículas m^{-2} son frecuentes en playas arenosas (Thiel et al., 2003). Esta coincidencia sugiere que la contaminación por microplásticos en las playas del oriente de El Salvador no constituye un caso aislado, sino que responde a una problemática ambiental ampliamente distribuida.

Los resultados evidencian una clara dominancia de los fragmentos, que representaron el 69,27 % del total de microplásticos identificados. Este patrón concuerda con numerosos estudios realizados en ambientes costeros y marinos, donde los fragmentos son consistentemente el tipo más abundante (Barnes et al., 2009; Cole et al., 2011; Ostin et al., 2020). La predominancia de esta categoría se asocia a la fragmentación

progresiva de plásticos de mayor tamaño, resultado de la exposición prolongada a radiación ultravioleta, abrasión mecánica y acción del oleaje, procesos característicos de ecosistemas costeros dinámicos como los del Pacífico oriental.

La presencia relevante de microplásticos en playas con mayor actividad turística y pesquera refuerza la influencia de la presión antropogénica como factor determinante en su acumulación. Este patrón ha sido ampliamente documentado en regiones como el Caribe, el Mediterráneo y otras zonas tropicales, donde la densidad de microplásticos aumenta en áreas con intensa actividad humana (Graça et al., 2017; De-la-Torre et al., 2019). Sin embargo, el análisis estadístico realizado en este estudio no evidenció diferencias significativas entre playas ($p > 0,05$), lo que sugiere una distribución relativamente homogénea del contaminante a lo largo del litoral oriental, posiblemente influenciada por procesos de transporte y redistribución costera.

Desde una perspectiva ecológica, la presencia de microplásticos en sedimentos de playa representa un riesgo potencial para la biota marina. Diversos estudios han demostrado que estos contaminantes pueden ser ingeridos accidentalmente por peces, moluscos, crustáceos y aves marinas, afectando procesos fisiológicos clave como el metabolismo, la reproducción y la supervivencia (Guzzetti et al., 2018). La ingestión de microplásticos también puede facilitar la transferencia de contaminantes químicos y microorganismos a lo largo de la cadena trófica, incrementando su impacto ecológico.

En cuanto al color, la predominancia de partículas blancas, verdes y azules coincide con lo reportado por Thompson et al. (2004) y Browne et al. (2007), quienes señalan que estos colores son frecuentes en residuos plásticos degradados y pueden aumentar la probabilidad de ingestión al ser confundidos con presas naturales por organismos marinos. Este aspecto resulta particularmente relevante en playas con alta biodiversidad, donde la interacción entre microplásticos y fauna bentónica es más probable.

Finalmente, la variabilidad observada al comparar los resultados de este estudio con otros trabajos regionales y globales pone de manifiesto una de las principales limitaciones en la investigación sobre microplásticos: la ausencia de metodologías estandarizadas para su muestreo, identificación y cuantificación. Hidalgo-Ruz et al. (2015) destacan que esta falta de protocolos uniformes dificulta la comparación entre estudios y limita la evaluación precisa de tendencias espaciales y temporales. En conjunto, los resultados confirman que incluso playas con baja densidad de microplásticos están expuestas a una presión ambiental constante, lo que refuerza la necesidad de monitoreos sistemáticos y estrategias preventivas en la región.

5. CONCLUSIONES

El presente estudio documenta la presencia y características de microplásticos en playas arenosas del oriente de El Salvador, proporcionando información cuantitativa sobre su abundancia, distribución espacial y composición morfológica. La ocurrencia de microplásticos en todas las playas evaluadas evidencia una presión ambiental persistente asociada a la contaminación por plásticos en estos ecosistemas costeros del Pacífico tropical. El predominio de fragmentos, junto con la baja frecuencia de pellets, sugiere que los microplásticos registrados se originan principalmente a partir de procesos de fragmentación secundaria de residuos plásticos de mayor tamaño, más que de fuentes industriales directas. Asimismo, las variaciones en la composición de tipos de microplásticos entre playas reflejan la influencia de fuentes locales y de la dinámica costera en su distribución. Los resultados obtenidos constituyen una línea base de referencia para la región oriental de El Salvador, útil para la comparación con estudios futuros y para la evaluación temporal de cambios en la abundancia y características de los microplásticos en playas arenosas. En este sentido, el estudio aporta información fundamental para el desarrollo de programas de monitoreo continuo, orientados a comprender la evolución espacial y temporal de la contaminación por microplásticos en el litoral del Pacífico salvadoreño.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Programa de estudios medioambientales de la vicerrectoría de investigación de la Universidad Gerardo Barrios y estudiantes voluntarios que apoyaron en este proceso hicieron posible las visitas a campo, a mis compañeros de campo y a todas las personas que nos abrieron las puertas durante las giras.

El autor declara que está de acuerdo con esta publicación y que ha hecho aportes que justifican su autoría; que no hay conflicto de interés de ningún tipo; el investigador principal listado como autor en la presente investigación han participado activamente de manera evidenciable en al menos una etapa del proceso de investigación. Por lo que toma responsabilidad del contenido de la publicación científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arriaza, J. S., G. C., E. P., & K. (2019). *Un Mar de Micro Plásticos en Chile: Propuestas para minimizar sus efectos en Salud y el Medioambiente*. Universidad San Sebastián, Facultad de Ingeniería y Tecnología. Santiago de Chile: Universidad San Sebastián. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/610610640/Arriaza-et-al-2019-Un-Mar-de-Micro-Plasticos-en-Chile-propuestas-para-minimizar>

- Avio, C. G., Stefania, G., & Francesco, R. (2017). Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. *Marine Environmental Research*, 128, 2-11. doi:10.1016/j.marenvres.2016.05.012
- Barnes, D. K., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philos. Trans. R. Soc.*, 364(1526), 1985–1998. doi:doi/10.1098/rstb.2008.0205
- Barraza, E. (2017). Medición de la cantidad de residuos plásticos pequeños en algunas playas de El Salvador. *Realidad Y Reflexión*, 17(45), 45–54. doi:10.5377/ryr.v0i45.4421
- Barraza, J. E., Christoph, R., Hernández, Á. A., Muñoz, R., & Büscher, W. C. (2021). Microplásticos en agua superficial de la costa. *Realidad Y Reflexión*, 54(21), 1-16.
- Browne, M. A., Galloway, T., & Thompson, R. (2007). Microplastic an emerging contaminant of potential concern. *Integr Environ Assess Manag.*, 3(4), 55-61. doi:10.1002/ieam.5630030412
- Castañeta, G., Gutiérrez, A., Nacaratte, F., & Manzano, C. (2020). Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición. *Revista Boliviana de Química*, 37(3), 160-175.
- Christoph, R., Hernández, A. M., & Picardo, R. (2015). Microplásticos en El Salvador. *Nanotecnía*, 6.
- Claessens, M., Steven De Meester Lieve Van, L., Karen De, C., & Colin R, J. (2011). Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. *arine Pollution Bulletin*, 62(10), 2199-2204. doi:10.1016/j.marpolbul.2011.06.030
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, P., & Galloway, S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588-2597. doi:10.1016/j.marpolbul.2011.09.025.
- Cole, M., P, L., E, F., Claudia, H., Rhys, G., Julian, M., & Tamara S, G. (2013). Microplastic Ingestion by Zooplankton. *Environmental Science & Technology*, 47(12), 6646–6655. doi:10.1021/es400663f
- Cole, M., Pennie, L., Claudia, H., & Tamara, G. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Mar. Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588-2597. doi:doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025
- Cózar, A., Echevarría, F., González-Gordillo, J. I., Ubeda, B., Henández-León, S., & Palma, A. (2014, June 30). Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 111(28), 10239-10244. doi:10.1073/pnas.1314705111
- De-la-Torre, G. (2019). Microplásticos en el medio marino , una problemática que abordar. *Revista Ciencia y Tecnología*, 15(4), 27-37. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/338263789_Microplasticos_en_el_medio_marino_una_problematika_que_abordar
- Derraik, J. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44(7), 842–852. doi:10.1016/s0025-326x(02)00220-5
- Díaz Domínguez, J. M., Sacasa, S., & K, d. C. (2019). Microplásticos en las costas del Pacífico de Nicaragua. *Revista Compromiso Social*, 1(2), 51–60. doi:10.5377/recoso.v1i2.13327
- Duncan, M., Fenster, M., Argow, B., & Buynovich, I. (2008). Coastal Impacts Due to Sea-Level Rise. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 36, 601–647. doi:10.1146/annurev.earth.35.031306.140139

Eliás R. (2015). Mar del plástico: una revisión del plástico en el mar. *Rev. Invest. Desarr. Pesq.*, 27, 83-105. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/313468624_Mar_del_plastico_una_revision_de_los_problemas_del_plastico_en_el_mar

Enrique, B. V. (2018). Hábitos alimentarios del bute, *Profundulus kreiseri* en cuerpos fluviales de El Salvador. *XVI Congreso Nacional de Ictiología, VII Simposio Latinoamericano de Ictiología*. Mérida, México.

Garrido, C., & López, L. (2010). Consecuencias del turismo de masas en el litoral de Andalucía (España). *Caderno Virtual de Turismo*, 1(10), 125-135.

Ghosh, J., Shouvik, C., & Debamanyu, D. (2023). El imperialismo climático en el siglo xx. *EL TRIMESTRE ECONÓMICO*, XC(357), 267-291. doi:10.20430/ete.v90i357.1785

Gómez Gaspar, A., Mata, E., Gómez, O., & Criales Hernández, M. I. (2025). Efectos de la variabilidad de la clorofila a y la temperatura (2002-2018) en capturas de sardina al suroriente de isla Margarita, Venezuela. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 9-32.

González, A., Daniel, T., & Ángel D, T. (2017). Las playas arenosas de Quintana Roo, México La diversidad de su fauna intermareal. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 52(2), 361-373. doi:10.4067/S0718-19572017000200015

Graca, B., Szwec, K., Zakrzewska, D., Dołęga, A., & Szczerbowska-Boruchowska, M. (2017, marzo 1). Sources and fate of microplastics in marine and beach sediments of the Southern Baltic Sea a preliminary study. *Environmental Science and Pollution Research*, 7650–7661. doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-017-8419-5>

Guzzetti, E., Sureda, A., Tejada, S., & Faggio, C. (2018). Microplastic in marine organism: Environmental and toxicological effects. *Environ Toxicol Pharmacol*, 64, 164-171. doi:10.1016/j.etap.2018.10.009

Hartman, G. (2008). Contribuciones al conocimiento de la región de esteros y manglares de El Salvador y su fauna de ostrácodos. *Revista Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*, 115-147. Recuperado el 1 de Enero de 2022, de <https://revistas.ues.edu.sv/index.php/comunicaciones/article/view/832/753>

Hernández, R. R., & Díaz, A. A. (2018). Ecosistemas acuáticos. En conabio, *La biodiversidad en Chiapas* (págs. 45-57). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Herrera, N. (2001). *Corredor Biológico Golfo de Fonseca El Salvador*. (Vol. 1). San Salvador. Recuperado el 1 de enero de 2022, de <https://docplayer.es/13861788-El-salvador-junio-2001-corredor-biologico-golfo-de-fonseca-el-salvador.html>

Hidalgo, R. V., Gutow, L. T., & Thiel, M. (2012). Microplastics in the Marine Environment A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Environmental Science & Technology*, 46(6), 3060-3075. doi:10.1021/es2031505

Hidalgo-Ruz, Valeria, & Thiel, M. (2015). The Contribution of Citizen Scientists to the Monitoring of Marine. *Marine anthropogenic litter*, 433-451. doi:10.1007/978-3-319-16510-3_16

Imhof, k., Schmid, J., Niessner, R., Ivleva, N., & Laforsch, C. (2012). A novel, highly efficient method for the separation and quantification of plastic particles in sediments of aquatic environments.

Iñiguez, Conesa, M., Fullana, J., & A. (2016). Marine debris occurrence and treatment: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 64, 394-402. doi:10.1016/j.rser.2016.06.031

Ivar do Sul, J. A., & Costa, M. F. (2007). Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where do we go from here. *Marine Pollution Bulletin*, 54(8), 1087-1104. doi:doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.05.004

Kevudo, P. A. (2023). Los riesgos de la contaminación por microplásticos en el ecosistema acuático. En P. A. Kevudo, *Advances and Challenges in Microplastics* (pág. 242). Ghana.

Kovač, M. P., Koren, Š., Peterlin, M., Horvat, P., & Kržan, A. (2016). Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments*, 118, 9. doi:10.3791/55161

León, D. P., Duque, F. F., & E. (2022). *Protocolo para la planificación, exploración, análisis e identificación de microplásticos en ríos*. Asociación Hombre y Territorio. Retrieved from <https://proyectolibera.org/storage/recursos/protocolo-muestreo-analisis-microplasticos-rios-proyecto-libera-hyt-web.pdf>

Liu, C., & Liu, C. (2024). Exploring Plastic-Management Policy in China: Status, Challenges and Policy Insights. *Sustainability*, 5, 9087. doi:10.3390/su15119087

López, M. M. (2022). *ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN EL PACÍFICO Y CARIBE DE COSTA RICA*. Universidad Católica de Valencia.

Lu, Y., Jingjing, Y., Xiaotian, L., Chao Su, Y., Zhang, C. W., Jilan Su, V., & Ittekkot. (2018). Major threats of pollution and climate change to global coastal ecosystems and enhanced management for sustainability. *Environmental Pollution*, 239, 670-680. doi:10.1016/j.envpol.2018.04.016

Lusher, A. (2015). Microplastics in the Marine Environment: Distribution, Interactions and Effects. *Springer International Publishing*, 1(10), 245-307. doi:DOI: 10.1007/978-3-319-16510-3_10

Monzó López, M. (2022). *Abundancia y distribución de microplásticos en el Pacífico y Caribe de Costa Rica*.

Nur Hazimah Mohamed Nor, J. P. (2014). Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems. *Marine Pollution Bulletin*, 79(1-2), 278-283. doi:10.1016/j.marpolbul.2013.11.025.

Olubusoye, B. S. (2023). Microplastics in Marine Environment. *Open Journal of Ecology*, 2023, 13, 931-955, 13, 931-955.

Ostín, G.-O., Díaz, L. F., Renan, P. C., & Marcelo, C. M. (2020). The impact of tourism on marine litter pollution on Santa Marta beaches, Colombian Caribbean. *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111558. doi:10.1016/j.marpolbul.2020.111558

Ousmane, S., Adama, O., Yabyouré, M.-F., & Sawadogo, A. G. (2023). Microplastics in Marine Environment Occurrence, Distribution, and Extraction. *Open Journal of Ecology*, 13, 931-955. doi:10.4236/oje.2023.1312057

Quintanilla R, Amaya O, Vezzone M, Dos Anjos RM. (2025) Nivel de contaminación de microplásticos en playas de arena de cuatro ubicaciones en la costa de El Salvador, Centroamérica. *Environ Monit Assess.*; 197(5):550. <https://doi.org/10.1007/s10661-025-13991-x>

Rangel-Buitrago, N., Arroyo-Olarte, H., Trilleras, J., Andrea, A., Mantilla-Barbosa, Gracia C., Velez M, William J., Allan T. Anton M, (2021). Microplastics pollution on Colombian Central Caribbean beaches, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 170, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112685>

Ryan, P. (2014). Litter survey detects the South Atlantic 'garbage patch'. *Marine Pollution Bulletin*, 79(1-2), 220-224. doi:10.1016/j.marpolbul.2013.12.010

- Schmitt, T. (1994). Degradación de la vegetación psamófila litoral de mallorca. *Boletín de la Sociedad de Historia Natural Baleares*, 37, 151-174.
- Seeley, M. E., AU - Song, B., Passie, R., & Hale, R. C. (2020). Microplastics affect sedimentary microbial communities and nitrogen cycling. *Nature Communications*, 11(1), 2372. doi:10.1038/s41467-020-16235-3
- SETAPLAN. (2013). *Diagnóstico de la franja costero-marino de El Salvador*.
- Shim, J., Sang, H. H., & Soeun, E. (2018). Marine Microplastics: Abundance, Distribution, and Composition. In E. Y. Zen, *An Emerging Matter of Environmental Urgency* (pp. 1-26).
- Thiel, M., Hinojosa, I., Vásquez, N., & Macaya, E. (2003). Floating marine debris in coastal waters of the SE-Pacific (Chile). *Marine Pollution Bulletin*, 46(2), 224-231. doi:10.1016/S0025-326X(02)00365-X
- Thompson, R., Olsen, Y., Mitchell, R., Davis, A., Rowland SJ, J. A., McGonigle, D., & Russell, A. (2004). Lost at sea: where is all the plastic? . *Science*, 304(5672), 1. doi:10.1126/science.1094559. PMID: 15131299
- Thompson, R., Ylva, O., Richard, M., Davis, A., Steven, J. R., Anthony W G, J., & Daniel, M. A. (2004). Lost at Sea: Where Is All the Plastic? *Science*, 304(5672), 838-838,10.1126/science.1094559. doi:10.1126/science.1094559
- Torrez-Pérez, K., Cervantes, O., Reyes-Gomez, J., & Olivos-Ortiz, A. (2020). Quantification and Classification of Microplastics (Mps) in Urban, Suburban, Rural and Natural Beaches of Colima and Jalisco. *Revista Costas*, 310.25267/Costas.2021.v2.i3.0903(1), 207 - 230. doi:10.25267/Costas.2021.v2.i3.0903
- Torruco, D., González-Solís, A., & AD, T. (2013). Las playas de Quintana Roo: sus riesgos y vulnerabilidad. *El Periplo Sustentable*, 24, 155-172. doi:10.4067/S0718-19572017000200015

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.

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

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abundância 98, 99, 102, 108, 109, 113, 114, 117, 119, 120, 121, 123, 125, 128

Abundancia de microplásticos 114, 117, 119

Actividad antimicrobiana 58, 63, 64, 65, 66

Antioxidant compounds 49, 50, 51

Apio 36, 37, 38, 41, 43, 46, 47

B

Biodegradable 58, 59, 66

Biodiversidad 68, 69, 72, 74, 78, 80, 116, 124, 127

Biomonitorio ambiental 2, 10

C

Capacidad antioxidante 36, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 57

Caribe 68, 69, 84, 116, 120, 124, 128

Citometría de flujo 2, 5, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20

Contaminación lumínica 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81

Contaminación por plásticos 114, 125

Costa de El Salvador 114, 128

Cultura institucional 22

Curriculum oculto 21, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33

Cymbopogon citratus 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67

D

Desnutrición 1, 2, 3, 5, 8

E

Educación superior 22, 23, 26, 34

F

Formación odontológica 22, 23, 31

G

Genotoxicidad 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 17, 20

Gobernanza ambiental 68

H

Hidrolato 58, 60, 61, 62, 63, 66

Hidroponia 83, 88, 95, 96

I

Ictiofauna subequatorial 98

Identidad profesional 22, 34

Inmature 50

Innovación social solidaria 83

Inseguridad alimentaria 83, 84, 86, 88, 89, 93, 94, 96, 97

M

Maceración 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 46, 62

Medio ambiente 59, 60, 82, 114

Micronúcleos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17

Mugilidae 98, 104, 105, 109

P

Phenolic compounds 48, 49, 50, 51, 54

Política pública 68, 80, 96

Puerto Rico 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 111, 113

R

Ripe 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55

S

Sedimentos de playa 114, 124

Sequía 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 95, 96, 97

Socialización educativa 22

Sostenibilidad 68, 74, 79

T

Tamaulipas 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 95, 96, 97

U

Ultrasonido 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 46

