

Alda Rocío Ortiz Muñiz
(Organizadora)



ESTUDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SUAS TECNOLOGIAS

VOL I

EP EDITORA
ARTEMIS
2026

Alda Rocío Ortiz Muñiz
(Organizadora)



ESTUDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SUAS TECNOLOGIAS

VOL I

EP 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	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 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. 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

Cybelle 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 4

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

Data de submissão: 22/04/2026

Data de aceite: 06/05/2026

Gisela Palma-Orozco¹

Unidad Profesional Interdisciplinaria de
Biotecnología
Departamento de Bioingeniería
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México
<https://orcid.org/0000-0003-2527-4131>

América Belém Ugalde-Herrera

Unidad Profesional Interdisciplinaria de
Biotecnología
Departamento de Bioingeniería
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México

Víctor Ouseiri Díaz-Castañón

Unidad Profesional Interdisciplinaria de
Biotecnología
Departamento de Bioingeniería
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México

Carlos Orozco-Álvarez

Unidad Profesional Interdisciplinaria de
Biotecnología
Departamento de Bioingeniería
Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, México
<https://orcid.org/0000-0002-5145-6791>

¹ Corresponding author

ABSTRACT: Habanero pepper (*Capsicum chinense*) has a wide variety of crops. It is grown in Yucatan, Mexico and has many varieties that differ in color, size and capsaicinoid content. The main attribute of habanero pepper is the pungent power that results from the presence of capsaicinoids found mainly in the placenta, it is also considered an excellent source of natural pigments and antioxidant compounds. The main edible pepper part is the pericarp. It contains high amounts of carotenoids and phenolic compounds that are considered strong antioxidants. Therefore, the capsaicin content, antioxidant capacity and total phenolic compounds were evaluated in the whole pepper as well as in the placenta, seed and pericarp in different maturity stages, green (immature) and ripe (orange and red) habanero pepper. The results obtained were that the orange habanero pepper showed the highest capsaicin content in the placenta with 55.20 mg/g dry weight (DW), in total phenolic compounds the placenta of the green habanero presented the highest content with 124.01 mg EAG/g DW. In the determination of the antioxidant capacity it was observed that by DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method the pericarp and by ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) method the placenta of the green habanero pepper showed a strong antioxidant capacity of 346.13 and 251.11 mg ET/g DW, respectively. The placenta in the three peppers studied showed high levels of capsaicin so it could be responsible for the strong antioxidant activity of habanero pepper.

KEYWORDS: immature; ripe; phenolic compounds; antioxidant compounds.

CONTENIDO DE CAPSAICINA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ DEL CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* Jacq.)

RESUMEN: El chile habanero (*Capsicum chinense*) tiene una amplia variedad de cultivos. Los chiles cultivados en Yucatán, México incluyen variedades que difieren en color, tamaño y contenido de capsaicinoides. El principal atributo del chile habanero es el poder pungente que resulta de la presencia de los capsaicinoides que se encuentran principalmente en la placenta, también es considerado una excelente fuente de pigmentos naturales y compuestos antioxidantes. La principal parte comestible del chile es el pericarpio, contiene altas cantidades de carotenoides y compuestos fenólicos que se consideran antioxidantes fuertes. En diferentes estados de madurez del chile habanero, verde (inmaduro) y maduro (naranja y rojo) se evaluó el contenido de capsaicina, la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos tanto en el chile entero como en la placenta, semilla y pericarpio. Los resultados obtenidos fue que la placenta del chile naranja presentó el mayor contenido de capsaicina con 55.20 mg/g peso seco, para fenoles totales la placenta del chile habanero verde mostró el mayor contenido con 124.01 mg EAG/g peso seco. En la determinación de la capacidad antioxidante se observó que por el método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) el pericarpio y por el método de ABTS (2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina- 6-ácido sulfónico) la placenta del chile habanero verde, mostraron una fuerte capacidad antioxidante de 346.13 y 251.11 mg ET/g peso seco, respectivamente. La placenta en los tres chiles estudiados presentó altos niveles de capsaicina por lo que podría ser la responsable de la fuerte actividad antioxidante del chile.

PALABRAS CLAVE: inmaduro; maduro; compuestos fenólicos; compuestos antioxidantes.

1. INTRODUCTION

The habanero pepper (*Capsicum chinense*) is not of Mexican origin. It came from the Amazon Basin and was distributed in the Yucatan Peninsula where today a genetic diversity has developed. It belongs to the *Solanaceae* family and *Capsicum* genus [1]. The habanero pepper fruit is a hollow berry in the form of a spinning top; a little fleshy, it is very spicy and aromatic. Its color before reaching maturity is green; however, when ripe, it can have yellow, orange, red, purple or brown variants [2]. The walls that divide the interior of the fruit are incomplete and at the lower end they join to form membranous structures that are commonly called veins, which are inserted into the placenta, which is yellowish white and spongy in appearance [3]. The placenta is the place where capsaicinoids are synthesized (they are the alkaloids responsible for the spicy taste of all chili peppers), mainly capsaicin and di-hydrocapsaicin [4]. Capsaicinoids in mature fruits are only synthesized in the surface cells of the placenta, which specialize as glands that secrete these compounds, depositing them in the seeds and walls of the innermost layer of the fruit wall called the endocarp. The main attribute of habanero pepper is the pungent power

that results from the presence of capsaicinoids [5]. It is also considered an excellent source of natural pigments and antioxidant compounds. The pericarp, the main edible part of the fruit, contains high amounts of ascorbic acid, vitamins A and E, carotenoids and phenolic compounds, which are considered strong antioxidants [6]. The objective of this research was to determine the capsaicin content and the antioxidant capacity in two different maturity stages of the habanero pepper, immature (green) and ripe (orange and red) in its different parts (placenta, seed and pericarp) and in the whole pepper.

2. MATERIALS AND METHODS

Fresh habanero pepper in two maturity stages, immature (green) and ripe (orange and red) was obtained at a local market in Mexico City. All other reagents were from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA) or grade reactive.

2.1. EXTRACT PROCEDURE

The extract was prepared with whole pepper and separating its different parts (placenta, seed and pericarp) from the green, orange and red habanero pepper. For this, a 0.2 g of sample was mixed with 10 mL of methanol:water:ethanol (6:2:2), it was macerated and centrifuged at 7200 rpm for 15 min at room temperature. Subsequently, the supernatant was filtered under vacuum to remove color and the colorless extract was used for determinations of capsaicin, total phenols and antioxidant capacity [7].

2.2. DETERMINATION OF CAPSAICIN

The sample extracts were read at 286 nm, and the absorbance obtained was interpolated in a standard curve of capsaicin from 0 to 0.1 mg/mL previously performed, the values were expressed as capsaicin content in mg/g dry weight (DW) [8].

2.3. TOTAL PHENOLIC CONTENT

Total polyphenols in extracts were determined using the Folin-Ciocalteu reagent and gallic acid (0 to 0.3 mg per mL) as a standard. 200 μ L extract and 1500 μ L of the Folin-Ciocalteu's reagent were mixed, followed by 1500 μ L of sodium bicarbonate 6% (w/v). After 1.5 h at room temperature, absorbance was measured at 750 nm in a spectrophotometer model 2800 UV/VIS. Total phenolic content was calculated as mg gallic acid equivalents (GAE)/g DW [9].

2.4. TROLOX EQUIVALENT ANTIOXIDANT CAPACITY (TEAC) BY DPPH METHOD

The antioxidant capacity was analyzed according to the reaction of DPPH with Trolox. 200 μL of extract were mixed with 2800 μL of a DPPH 150 μM methanolic solution that was prepared immediately before use and was allowed to reach a steady state at room temperature. After addition of the DPPH compound at 30 min the decrease absorbance at 515 nm was read in a spectrophotometer model 2800 UV/VIS, used to calculate the TEAC. A standard curve (0 to 2 mM) was prepared using a Trolox methanolic solution. The results were expressed in mg of Trolox Equivalent (TE)/g DW [10].

2.5. TROLOX EQUIVALENT ANTIOXIDANT CAPACITY (TEAC) BY ABTS METHOD

For the determination, first the ABTS^+ radical was formed with a solution of ABTS 7 mM in presence of potassium persulfate (2.5 mM), the mixture was placed in the dark at room temperature for 12 to 16 h to generate the radical. For the analysis of the samples 200 μL of extract and 1800 μL of ABTS^+ solution were used. Previously, the absorbance was adjusted to 0.7 ± 0.02 . Subsequently, the mixture was homogenized, and the readings were made in a spectrophotometer model 2800 UV/VIS at 732 nm. A standard curve was performed (0 to 300 nM) using a Trolox solution. The results were expressed as mg of Trolox Equivalent (ET)/g DW [11].

All the analyses were performed in triplicate and in darkness.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. DETERMINATION OF CAPSAICIN

The highest capsaicin content in the different habanero peppers and its parts was presented in the placenta followed by the pericarp; the placenta of orange habanero pepper showed the highest content with 55.20 mg/g DW, followed by the pericarp with 43.30 mg/g DW. This is expected because capsaicin is produced and accumulates in the placenta (Table 1). On the other hand, a decrease in the capsaicin content was observed in the red habanero pepper, that is considered the ripe stage. In the placenta, the decrease was of almost 56% with respect to the orange habanero pepper. As the pepper matures, capsaicin accumulates but it degrades as the maturity advances (Figure 1), as observed in the placenta green (immature) habanero pepper capsaicin content was 32.22 mg/g DW, which is lower than in the orange habanero pepper. However, the placenta in the three peppers studied showed high levels of capsaicin so it could be responsible for the strong antioxidant activity of this pepper [12,13].

Figure 1. Capsaicin content in the whole habanero pepper and its different parts (pericarp, seed, placenta) in an immature (green) and ripe states (orange and red).

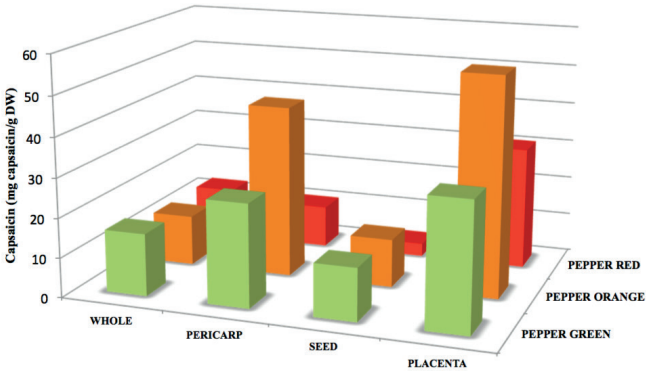


Table 1. Capsaicin, total phenolic content and antioxidant capacity in the whole habanero pepper whole, pericarp, seed and placenta in the different maturity stages (green, orange and red).

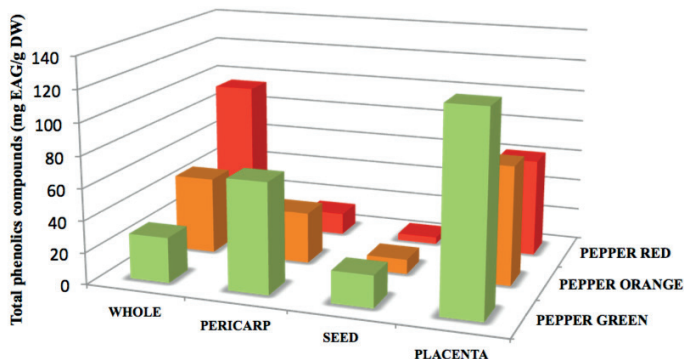
HABANERO PEPPER	GREEN	ORANGE	RED
CAPSAICIN (mg/g DW)			
WHOLE	15.7±4	12.7±3	12.8±6
PERICARP	26.0±24	43.3±29	10.6±5
SEED	13.3±3	12.1±7	3.2±1
PLACENTA	32.2±6	59.5±9	30.9±7
TOTAL PHENOLIC CONTENT (mg EAG /g DW)			
WHOLE	28.5±12.9	64.3±55	94.9±66
PERICARP	69.4±9	32.2±13	13.7±12
SEED	20.1±3	9.2±1	4.3±3
PLACENTA	124.0±27	74.5±52	61.5±64
ANTIOXIDANT CAPACITY by DPPH (mg ET/g DW)			
WHOLE	83.6±33	40.3±13	24.0±9
PERICARP	346.1±1	284.5±40	19.4±3
SEED	84.2±7	1.2	17.9±3
PLACENTA	160.6±32	-	20.0±7
ANTIOXIDANT CAPACITY by ABTS (mg ET/g DW)			
WHOLE	60.7±13	182.9±74	18.6±7
PERICARP	165.6±17	156.5±99	13.9±7
SEED	56.7±14	63.1±69	14.2±14
PLACENTA	251.8±47	248.6±16	23.7±25

(-) Not detected.

3.2. TOTAL PHENOLIC CONTENT

Regarding the phenolic compounds content, the placenta, seed and pericarp of green habanero pepper presented the highest amount in total phenols. The placenta showed a high content with 124.0 mg EAG/g DW (Table 1). Except for the red habanero whole pepper that showed the highest total phenols content with 94.9 mg EAG/g DW, it is necessary to point out that there is a relationship between the phenols content and the pepper maturity state since this value increases as the fruit ripens (whole pepper) (Figure 2) [4]. The high levels of phenolic compounds found in habanero pepper can be associated with capsaicinoids as well as intermediates in their biosynthetic pathway, such as coumaric acid, caffeic acid and ferulic acid [14].

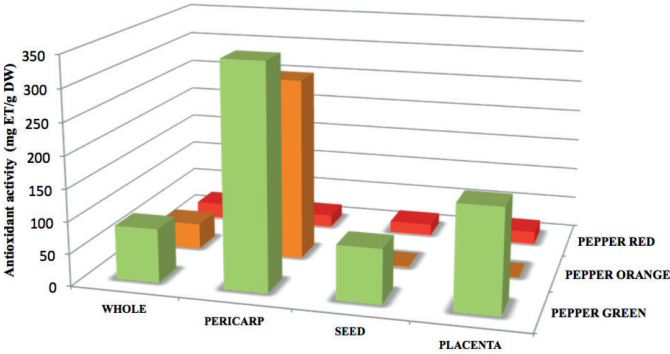
Figure 2. Total phenolic compounds of the habanero pepper whole and its different parts (pericarp, seed, placenta) in an immature (green) and ripe states (orange and red).



3.3. TROLOX EQUIVALENT ANTIOXIDANT CAPACITY (TEAC) BY DPPH

Considerable differences were observed in the antioxidant activity between the different maturity stages and in the different parts of habanero pepper. The highest antioxidant activity (elimination of free radicals) was observed in the immature stage (green habanero pepper) in the whole pepper as well as in the placenta, seed and pericarp. The pericarp showed the highest capacity to scavenge DPPH free radicals with 346.1 mg ET/g DW (Table 1). The orange habanero pepper showed a high antioxidant activity with 284.5 mg ET/g DW, whereas for the pericarp of red habanero pepper the antioxidant activity decreased $\approx 94\%$ with respect to the pericarp of the green pepper (Figure 3). These results of antioxidant capacity indicate that the composition of the pericarp in the different maturity stages decreases in antioxidants with respect to the maturation process. This method determines the ability of molecules to donate hydrogen and does not produce chain oxidative reactions or react with free radical intermediates [15].

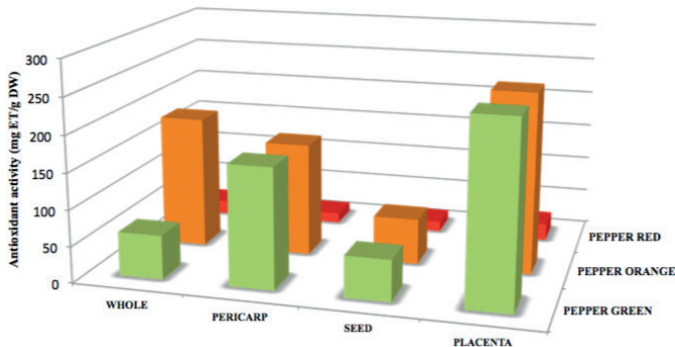
Figure 3. Antioxidant activity by DPPH of the habanero pepper whole and its different parts (pericarp, seed, placenta) in an immature (green) and ripe states (orange and red).



3.4. TROLOX EQUIVALENT ANTIOXIDANT CAPACITY (TEAC) BY ABTS

With respect to the technique of the $ABTS^+$ radical, it was observed that green and orange habanero peppers presented the highest antioxidant capacity in the placenta, showing a high capacity to scavenge the $ABTS^+$ radicals with 261.8 and 248.6 mg ET/g DW, respectively (Table 1). For the red habanero pepper, the capacity decreased in the placenta $\approx 91\%$ with respect to the less mature samples. It can be observed that for pepper in the mature state, the antioxidant capacity decreases, in agreement with the values reported by the DPPH method (Figure 4). With ABTS, the activity of hydrophilic and lipophilic compounds can be evaluated [14,16].

Figure 4. Antioxidant activity by ABTS of the habanero pepper whole and its different parts (pericarp, seed, placenta) in an immature (green) and ripe states (orange and red).



4. CONCLUSIONS

The green habanero pepper (immature) presented the highest antioxidant capacity as measured by both DPPH and ABTS methods. The green habanero sample also showed

the highest phenolic content, except when taking into account the whole pepper. With respect to the capsaicin content, it increased as the pepper matures and decreased as ripeness is reached (red color).

FUNDING AND ACKNOWLEDGMENTS

This work was partially supported by the Instituto Politécnico Nacional (IPN) through the SIP project 20180546-GPO.

REFERENCES

1. González Estrada, T. A., L. C. Gutiérrez Pacheco and F. A. Contreras Martín (2018). El chile habanero cultivado en la Península de Yucatán. In *Mejoramiento genético del chile habanero de la Península de Yucatán*. T. G. Estrada. Mérida, Yucatán. México., Centro de Investigación Científica de Yucatán, CYCY.: p. 15-23.
2. Segura Campos, M. R., K. Ramírez Gómez, Y. Moguel Ordoñez and D. Betancur Ancona (2013). "Polyphenols, Ascorbic Acid and Carotenoids Contents and Antioxidant Properties of Habanero Pepper (*Capsicum chinense*) Fruit." *Food Nutr Sci.* **(4)**: p. 47-54.
3. Manikhanda, M. Takahashi, M. Arakaki, K. Yonamine, F. Hashimoto, K. Takara and K. Wada (2018). "Influence of Fruit Ripening on Color, Organic Acid Contents, Capsaicinoids, Aroma Compounds, and Antioxidant Capacity of Shimatogarashi (*Capsicum frutescens*)." *J. Oleo Sci.* **(67)**: p. 113-123.
4. Meckelmann, S.W., et al., *Compositional characterization of native Peruvian chili peppers (Capsicum spp.)*. *J Agric Food Chem*, 2013. **61**(10): p. 2530-2537.
5. Cisneros-Pineda, O., L. W. Torres-Tapia, L. C. Gutiérrez-Pacheco, F. Contreras-Martín, T. González-Estrada and S. R. Peraza-Sánchez (2007). "Capsaicinoids quantification in chilli peppers cultivated in the state of Yucatan, Mexico." *Food Chem.* **(104)**: p. 1755–1760.
6. Castro-Concha, L. A., J. Tuyub-Che, A. Moo-Mukul, F. A. Vazquez-Flota and M. L. Miranda-Ham (2014). "Antioxidant capacity and total phenolic content in fruit tissues from accessions of *Capsicum chinense* Jacq. (Habanero pepper) at different stages of ripening." *Sci. World J.* **(2014)**: p. 1-5.
7. Rodríguez-Maturino, A., A. Valenzuela-Solorio, R. Troncoso-Rojas, D. González Mendoza, O. Grimaldo-Juarez, M. Aviles-Marin and L. Cervantes-Diaz (2012). "Antioxidant activity and bioactive compounds of Chiltepin (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*) and Habanero (*Capsicum chinense*): A comparative study." *J. Med. Plant Res* **(6)**: p. 1758-1763.
8. Topuz, A., C. Dincer, K. S. Ozdemir, H. Feng and M. Kushad (2011). "Influence of different drying methods on carotenoids and capsaicinoids of paprika (Cv., Jalapeno)." *Food Chem* **(129)**: p. 860-865.
9. Singleton, V. L., R. Orthofer, and R.M. Lamuela-Raventós (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In *Methods in enzymology*. Academic Press. p. 152-178.
10. Brand-Williams, W., M. E. Cuvelier and B. C. (1995). "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity." *LWT* **(28)**: p. 25-30.

11. Miller, N. J. and C. A. Rice-Evans (1997). "Factors influencing the antioxidant activity determined by the ABTS^{•+} radical cation assay." *Free Radic Res.* **26**(3): p. 195-199.
12. Salinas Hernández, R. M., E. A. Liévano Liévano, F. Ulín-Montejo, J. N. Mercado and D. Petit Jiménez (2010). "Caracterización morfológica y cambios durante la vida postcosecha de cuatro tipos de chile amashito (*Capsicum annuum* L.) variedad glabriusculum (dunal) Heiser & Pickersgill." *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha* **(11)**: p. 92-100.
13. Ananthan, R., K. Subhash and T. Longvah (2018). "Capsaicinoids, amino acid and fatty acid profiles in different fruit components of the world hottest Naga king chilli (*Capsicum chinense* Jacq.)." *Food Chem* **(238)**: p. 51-57.
14. Kim, J. S., Ahn J., Lee, S. J., Moon, B., Ha, T. Y., and Kim, S (2011). "Phytochemicals and Antioxidant Activity of Fruits and Leaves of Paprika (*Capsicum Annuum* L., var. *Special*) Cultivated in Korea." *J Food Sic.* **76**(2): p. 193-198.
15. Wildman, R. E. C., R. Wildman and T. C. Wallace (2007). Isoflavones: Source and Metabolism. In *Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods*. T. F. Group. Boca Raton, FL., CRC Press. p. 23-54.
16. Rochín-Wong, C. S., N. Gámez-Meza, L. C. Montoya-Ballesteros and L. A. Medina-Juárez (2013). "Efecto de los procesos de secado y encurtido sobre la capacidad antioxidante de los fitoquímicos del chiltepín (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*)."

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

Citometria 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

