



# KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 28

Número 62

Septiembre-Diciembre 2022

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco  
División Académica de Ciencias Biológicas

**Monkeypox**  
Transmisión

Animales

Mordedura, arañazo, consumo de carne

Personas

Posible, p...



**TRABAJO DE CAMPO: PROFESORA DE LA DACBioI-UJAT EN LA COLECTA DE MUESTRAS DE POLEN DE *Rizophora mangle*.**  
Laguna de Términos; Campeche; México.

*Fotografía: cortesía de Marcela Alejandra Cid Martínez*



# UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE ”

## DIRECTORIO

L.D. Guillermo Narváez Osorio  
Rector

Dr. Luis Manuel Hernández Govea  
Secretario de Servicios Académicos

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez  
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

Mtro. Jorge Membreño Juárez  
Secretario de Servicios Administrativos

Mtro. Miguel Armando Vélez Téllez  
Secretario de Finanzas

Dr. Arturo Garrido Mora  
Director de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dra. Ana Rosa Rodríguez Luna  
Coordinadora de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

M. en A. Emilio Ocampo Morales  
Coordinador Administrativo, DACBioI-UJAT

M.I.P.A. Araceli Guadalupe Pérez Gómez  
Coordinadora de Docencia, DACBioI-UJAT

M.C.A. Yessenia Sánchez Alcudia  
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT

## COMITÉ EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina †  
Editor fundador

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo  
Editor ejecutivo y encargado

Dra. Coral Jazvel Pacheco Figueroa

Dr. Jesús García Grajales

Dra. Carolina Zequeira Larios

Dr. Rodrigo García Morales

Dra. María Elena Macías Valadez-Treviño

Ocean. Rafael García de Quevedo Machain

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña

Dr. Nicolás Álvarez Pliego

Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez

Dr. Marco Antonio Altamirano González Ortega

Dra. Rocío Guerrero Zárata

Dr. Eduardo Salvador López Hernández

Dra. Nadia Florencia Ojeda Robertos

Dr. Maximiano Antonio Estrada Botello

Dra. Melina del Carmen Uribe López

Dr. José Guadalupe Chan Quijano

Dra. Martha Alicia Perera García

Editores asociados

Dra. Ramona Elizabeth Sanlúcar Estrada

M.C.A. Alma Deysi Anacleto Rosas

Dra. Ena Edith Mata Zayas

M. en Pub. Magally Guadalupe Sánchez Domínguez

Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez

M. en C. Leonardo Noriel López Jiménez

Dra. Violeta Ruiz Carrera

Correctores de pruebas

M.Arq. Marcela Zurita Macías-Valadez

M. en C. Sulma Guadalupe Gómez Jiménez

Traductoras

L.I.A. Ervey Baltazar Esponda

Soporte técnico institucional

Srta. Ydania del Carmen Rosado López

Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez †

Apoyo técnico

## CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Lilia María Gama Campillo

División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT - México

Dr. Roberto Carlos González Focil

Jefe del Departamento de Revistas Científicas, UJAT - México

Dra. Juliana Álvarez Rodríguez

División Académica de Ciencias Económico Administrativas, UJAT - México

Dr. Jesús María San Martín Toro

Universidad de Valladolid (UVA) - España

ISSN 2448-508X

# KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación cuatrimestral de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés, así como también imágenes caricaturescas.

KUXULKAB' se encuentra disponible electrónicamente y en acceso abierto:



**Revistas Universitarias (<https://revistas.ujat.mx/>)**

Portal electrónico de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).



**Repositorio Institucional (<http://ri.ujat.mx/>)**

Plataforma digital desarrollado con el aval del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), se cuenta con un acervo académico, científico, tecnológico y de innovación de la UJAT.



**Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal ([www.latindex.ppl.unam.mx](http://www.latindex.ppl.unam.mx))**

Red de instituciones que reúnen y diseminan información sobre las publicaciones científicas seriadas producidas en Iberoamérica.



**PERIÓDICA (<http://periodica.unam.mx>)**

Base de datos bibliográfica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con registros bibliográficos publicados América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología.



## Nuestra portada:

De micropartículas, hongos, esporas, murciélagos hasta viruela símica.

## Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo (División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT).

## Fotografías de:

Imagen alusiva al número publicado y de uso libre en la red.

KUXULKAB', año 28, No. 62, septiembre-diciembre 2022; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <https://revistas.ujat.mx>; [kuxulkab@ujat.mx](mailto:kuxulkab@ujat.mx). Editor responsable: Fernando Rodríguez Quevedo. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: 2448-508X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Editor ejecutivo, Fernando Rodríguez Quevedo; Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5; entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 09 de septiembre de 2022.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBioI y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



## PRESENCIA DE POLÍMEROS EN MAMÍFEROS MARINOS: MICROPLÁSTICOS RECURRENTES Y SUS CARACTERÍSTICAS

### THE PRESENCE OF PLASTICS IN MARINE MAMMALS: COMMON TYPE MICROPLASTICS AND THEIR FEATURES

Isaí de la Cruz Marín<sup>1</sup>, Berenice Pérez García<sup>2</sup>, Gabriel Núñez Nogueira<sup>3</sup>✉ & Mórvila Cruz Ascencio<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Egresado de la Licenciatura en Ingeniería Ambiental de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT); su interés se centra en la calidad, tratamiento y saneamiento de cuerpos de agua. <sup>2</sup>Egresada de la Licenciatura en Agua de la UJAT; su tema de estudio es la calidad del agua, contaminación por microplásticos y contaminantes emergentes. <sup>3</sup>Biólogo por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Doctor (investigaciones biológicas) por la Universidad Queen Mary de Londres (Gran Bretaña). El área de investigación que contempla es la contaminación y toxicología acuática, así como contaminación ambiental y manejo de residuos. Actualmente es profesor-investigador y responsable del Laboratorio de Contaminación Acuática y Toxicología de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBio) en la UJAT. <sup>4</sup>Bióloga y Maestra en Ciencias Ambientales por la UJAT. Su interés se basa en la investigación de la ecología acuática, conservación y manejo de humedales. Profesora-investigadora en la DACBio-UJAT.

Laboratorio de Contaminación Acuática y Toxicología, División Académica de Ciencias Biológicas (DACBio); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT): Carretera Federal #180 (Villahermosa-Cárdenas) km 0.5 S/N; entronque a Bosques de Saloya; C.P. 86150. Villahermosa, Tabasco; México.

✉ gabriel.nunez@ujat.mx



<sup>1</sup> Isaí-De-La-Cruz-Marín



<sup>2</sup> Berenice-Perez-9



<sup>3</sup> 0000-0001-9217-6959



<sup>4</sup> 0000-0002-9787-8383

#### Como referenciar:

De la Cruz Marín, I.; Pérez García, B.; Núñez Nogueira, G.; & Cruz Ascencio, M. (2022). Presencia de polímeros en mamíferos marinos: microplásticos recurrentes y sus características. *Kuxulkab'*, 28(62): e5277, septiembrediciembre. <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a28n62.5277>

#### Disponible en:

<https://revistas.ujat.mx>

<https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

<https://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/5277>

#### DOI:

<https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a28n62.5277>

#### Resumen

La presencia de microplásticos en el ambiente acuático propicia que la fauna adquiera estos materiales de forma directa o indirecta a través de los alimentos, principalmente. Los mamíferos marinos no son la excepción y debido a su gran tamaño son susceptibles a adquirir microplásticos. Este estudio busca definir qué tipo de polímeros están presentes en los mamíferos y que distribución tienen en función de sus propiedades, como color, morfología, tamaño y tipo de polímero reportados en los últimos cuatro años y siete meses (cincuenta y cinco meses). Se observó que, compuestos como polipropileno, polietileno tereftalato y polietileno están presentes en la mayoría de los mamíferos marinos. Los colores dominantes de estos microplásticos llegan a ser negro, azul, incoloro, verde, gris, entre otros. Con base en la morfología dominan las fibras y fragmentos en un rango de tamaño que varía entre 100-20,000 µm para fibras y de 44-40,000 µm para fragmentos, respectivamente.

**Palabras clave:** Microplásticos; Mamíferos marinos; Tracto gastrointestinal; Heces; Fibras.

#### Abstract

The presence of microplastics in the aquatic environment encourages fauna to acquire these materials directly or indirectly through food, mainly. Marine mammals are no exception and due to their large size, they are susceptible to acquiring microplastics. This study seeks to define what type of polymers are present in aquatic mammals and what body distribution they have based on their properties, such as color, morphology, size, and type of polymer reported in the last four years and seven months. It was observed that compounds such as polypropylene, polyethylene terephthalate, and polyethylene are present in most marine mammals. The dominant colors of these microplastics become black, blue, colorless, green, and gray, among others. Based on morphology, fibers and fragments dominate in a size range that varies between 100-20,000 µm for fibers and 44-40,000 µm for fragments, respectively.

**Keywords:** Microplastics; Marine mammals; Gastrointestinal tract; Scats; Fibers.

La contaminación plástica representa una amenaza generalizada y creciente para los ecosistemas marinos en todo el mundo y es necesario comprender mejor hasta qué punto los plásticos y sus diferentes tamaños, como microplásticos (<5 mm) o nanoplásticos (0.000001 mm), pueden ser ingeridos por diversos taxones en diferentes niveles tróficos, es decir, diversos organismos a lo largo de la cadena trófica acuática (Kiran, Kopperi & Venkata, 2022).

Los plásticos son reconocidos como uno de los principales desechos sólidos que afectan al medio ambiente y los seres vivos, producto de su inadecuado manejo, siendo generalmente los ambientes acuáticos el destino final de éstos (Castañeta, Gutiérrez, Nacaratte & Manzano, 2020). Los plásticos llegan a ser ingeridos por especies tan pequeñas como las planctónicas (Thompson, Olsen, Mitchell, Davis, Rowland, John, McGonigle & Russell, 2004), al igual que por los grandes mamíferos marinos (Nelms, Galloway, Godley, Jarvis & Lindeque, 2018; Nelms, Barnett, Brownlow, Davison, Deaville, Galloway, Lindeque, Santillo & Godley, 2019; Dool & Bosker, 2022).

Los plásticos se pueden clasificar en cuatro grupos con base en su tamaño: macro (> 25 mm), meso (>5-25 mm), microplásticos (100 nm-5 mm) y nanoplásticos (<100 nm) (Banerjee & Shelver, 2021). La mayoría de los estudios recientes se enfocan en los microplásticos, término que es utilizado por la "National Oceanic and Atmospheric Administration" (NOAA, 2021) de Estados Unidos, quienes definieron a los microplásticos como aquellas partículas que tienen un límite máximo de 5 mm. Las partículas plásticas mayormente encontradas en ambientes acuáticos y menores de 5 mm tienen un origen divergente, es decir, se dividen en primarios y secundarios.

Los plásticos primarios son fabricados a esa escala (tamaño) y son utilizados generalmente en productos cosméticos y de higiene personal; por otra parte, los plásticos secundarios proceden de la fragmentación a partir de los plásticos de mayor tamaño (macroplásticos), los que se producen como resultado de su interacción con diversos factores y procesos como el intemperismo (Lehtiniemi, Hartikainen, Näkki, Engström-Öst, Koistinen & Setälä, 2018). En el medio ambiente el intemperismo provoca el desgaste y degradación como resultado de la radiación ultravioleta, la actividad microbiana, los cambios de temperatura y las fuerzas mecánicas (por ejemplo, la acción de las olas), en función al tiempo de permanencia de exposición a esos factores, dan lugar a partículas cada vez más pequeñas (Scircle, Cizdziel, Missling, Li & Vianello, 2020).

La abundancia de estas partículas, así como de macroplásticos, está relacionada directamente con actividades como la pesca, maricultura, navegación y turismo, como también de artículos como redes, líneas, mallas, trampas, alimentadores, contrapesos, señuelos, carretes, boyas, entre otros (Butterworth & Sayer, 2017). Debido a su pequeño tamaño, los microplásticos (MP) son fácilmente ingeridos por la biota marina (Sathish, Jeyasanta & Patterson, 2020). Además, la ingestión no es la única preocupación, se sabe incluso que por vías respiratorias las partículas plásticas pueden penetrar en los tejidos pulmonares y causar inflamación y genotoxicidad (Banerjee & Shelver, 2021).

Los MP se han reportado en diversos organismos marinos, tales como peces (Liu, Chen, Wang, Su, Wang, Zhu & Lan, 2021), gusanos (Courtene-Jones, Quinn, Gary, Mogg & Narayanaswamy, 2017), insectos (Windsor, Tilley, Tyler & Ormerod, 2019), crustáceos (Hossain, Rahman, Uddin, Sharifuzzaman, Chowdhury, Sarker & Nawaz, 2019),

corales (Lei, Cheng, Luo, Zhang, Jiang, Sun, Zhou & Huang, 2021), entre otros. Esta presencia en la biota implica diferentes y variados efectos adversos. Es sabido que los micro/nanoplásticos no son materiales inertes, sus potenciales efectos adversos incluyen: daño celular, cáncer o disrupción endocrina (DE o EDC por sus siglas en inglés) aunque su citotoxicidad viene dictada por su tamaño, superficie, dosis, duración de la exposición y principalmente la presencia de otros co-contaminantes, como metales o hidrocarburos adsorbidos en su matriz o superficie (Banerjee & Shelver, 2021).

El término mamífero marino (MM) hace referencia a ejemplares incluidos en los órdenes Carnivora y Sirenia, así como al infraorden Cetácea (García & Torres, 2021). Las investigaciones sobre macroplásticos generalmente están enfocadas en atrapamientos y enredamientos de mamíferos marinos, provocando que en etapas juveniles se vean afectados en el crecimiento y desarrollo de las especies, así como la estrangulación, amputaciones, obstrucciones y en muchos casos la muerte de los organismos enmallados (Lusher, Hernandez-Milian, Berrow, Rogan & O'Connor, 2017).

Pese a los avances en la investigación de la contaminación ambiental por plásticos y microplásticos, aún existen muchas interrogantes sobre las afectaciones que éstos puedan o estén generando en mamíferos acuáticos, incluyendo aquellos de mayor tamaño como son ballenas, delfines y focas (Castañeta *et al.*, 2020).

En este estudio se resalta la presencia de los MP en mamíferos marinos, con base en la recopilación hecha de publicaciones entre 2018 y 2022 (cuatro años y siete meses), mediante un análisis de acuerdo con la morfología, color, tipo de plástico, tamaño y su incidencia en estos animales.



(2022). Pez de fantasía hecha plástico; diseñado con IA por Freepik

### Tipos de polímeros

Por definición, el término «polímero» se refiere a moléculas simples (monómeros) concatenadas (enlace o unión de dos o más moléculas conectadas en forma de cadena), creando uniones llamadas polímeros que suelen ser de un gran peso molecular (Koltzenburg, Maskos & Nuyken, 2017), dando origen así a lo que conocemos como plásticos (Figura 1). Las cadenas de polímeros pueden ser de origen orgánico (biopolímeros) o sintéticos/industriales (artificialmente producidos). Los plásticos se originan a través de la polimerización (unión de monómeros de bajo peso molecular) y aditivos que dan como resultado un conjunto de características determinadas como la dureza, brillo, maleabilidad, elongación, entre otras características del material polimérico (Hermida, 2011).

Los polímeros no son biodegradables y su solubilidad es relativamente baja, por ello su permanencia en los ecosistemas acuáticos es prolongada. Se suma a lo anterior, su constante fragmentación por exposición en el ambiente natural, lo que permite que los macroplásticos se transformen en microplásticos y se incremente su presencia y dispersión en la columna de agua, lo que da paso a que queden expuestos o disponibles con mayor frecuencia y

facilidad a la fauna acuática, favoreciendo así la ingesta de estas partículas en relación con los hábitos alimenticios de cada especie (Erni-Cassola, Zadjelovic, Gibson & Christie-Oleza, 2019).

Para realizar la presente investigación documental se utilizaron diferentes bases de datos científicas como «Science Direct», «Pubmed», «Google Academic», «Scopus», « Web of Science (WoS)», entre otras. La búsqueda se centró en microplásticos (MP), plásticos, polímeros, mamíferos, agua dulce, marina y organismos acuáticos en un periodo reciente entre 2018 y 2022 (cincuenta y cinco meses).

La información se fue registrando en una base de datos, tomando en cuenta diferentes variables cualitativas, cuantitativas y características de los MP así como las especies animales reportadas. Una vez eliminadas las publicaciones duplicadas y que no cubrían los criterios de selección, se obtuvo un total de catorce artículos científicos que analizaron MP en mamíferos marinos.

Dentro de dichas publicaciones seleccionadas, se hallaron 32 distintos polímeros reportados en un total de 20 especies de mamíferos marinos (Cuadro 1), mostrando el amplio espectro de compuestos que se encuentran en los océanos y mares donde habitan este tipo de especies, las cuales terminan incorporando en sus cuerpos, partículas de diversos tamaños de origen plástico.

### Polímeros presentes en mamíferos marinos

Nuestro análisis muestra que la distribución de los diferentes polímeros consistió en el Polipropileno (PP), Tereftalato de polietileno (PET), Polietileno (PE), Nylon, Poliámida (PA), Polietileno de baja densidad (LDPE), resina (Poliámida) y Rayón fueron detectados por lo menos en diez o más especies de mamíferos marinos, resaltándose el PP al estar presente en 17 especies, PET y PE que han sido detectados en 16 especies (Cuadro 1).

Algunos polímeros raramente detectados en mamíferos marinos o menos frecuentes incluyeron aquellos que solo se reportaron en algunos individuos o sólo un individuo, lo que llegó a presentarse en varias especies. Ejemplos de estos polímeros poco frecuentes fueron Neopreno, Poliéster (PES), Polibutileno acrilato (PBA), Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), entre otros (Cuadro 1).



Figura 1. Diagrama de polímeros y su origen, fuentes, propiedades y clasificación. Nota: MP = microplástico.

De todas las especies de mamíferos reportadas (20), 6 mostraron mayor diversidad de polímeros. Estas especies fueron: foca gris "*Halichoerus grypus*" (18 polímeros); delfín común oceánico o de aletas cortas "*Delphinus delphis*" (14); delfín listado "*Stenella coeruleoalba*" (13); marsopa común "*Phocoena phocoena*" (11); delfín nariz de botella "*Tursiops truncatus*" (11) y foca moteada "*Phoca vitulina*" (10). Es decir, una misma especie de mamífero llegó a presentar en su cuerpo hasta 18 tipos de plásticos diferentes, tan solo considerando su estructura constitutiva química o componentes.

La captación de partículas plásticas por los mamíferos marinos se debe a transferencia involuntaria, ya que no se considera que de manera directa y deliberada busquen ingerir materiales plásticos.

Una de las principales formas es a través de la ingesta de agua durante el proceso de cacería de las presas, ya que durante esta acción los mamíferos al ser depredadores, capturan no sólo sus presas durante su proceso de alimentación, sino también capturan las partículas presentes en la columna de agua, ya que en esta zona es donde mayor abundancia suspendida de partículas plásticas pueden estar presentes, junto con sus presas (Erni-Cassola *et al.*, 2019).

En segundo lugar, otra forma de adquirir los plásticos es a través del consumo de presas contaminadas con plástico (Nelms *et al.*, 2018); al consumirlas se podría estar dando un proceso de «acumulación» de estas partículas previamente ingeridas por las presas, dando pie a un fenómeno llamado «biomagnificación» (NOAA, 2021); concepto utilizado en las evaluaciones de riesgo ecológico, que ayuda a determinar el alcance del transporte de contaminantes dentro de las redes alimentarias (Miller, Hamann & Kroon, 2020).

De lo anterior, podemos entonces deducir que las especies tope de las cadenas tróficas pueden llegar a ser de las más afectadas, o receptoras de este tipo de contaminantes.

En un estudio hecho por Tsakona, Baker, Rucevska, Thomas, Appelquist, Macmillan-Lawler, Peter, Raubenheimer, Savelli-Soderberg, Ohno, Dittkrist, Zwimpfer, Aidis, Mafuta & Schoolmeester (2021), titulado «Ahogándose en plásticos» ("*Drowning in plastics*") resaltan que los plásticos mayormente producidos a nivel global son PE, PET, PP, Policloruro de vinilo (PVC), Poliestireno (PS) y Poliftalamida (PPA), lo que concuerda casi totalmente con los plásticos que se han encontrado en los mamíferos marinos (Tsakona *et al.*, 2021).

Como se mencionó anteriormente, el PP, PET, PE, Nylon, PA, PEBD, resina (Poliamida) y Rayón son los tipos de polímeros más frecuentemente detectados en los MM. Novillo, Raga & Tomás (2020), resaltan que «la composición de los polímeros es fundamental para identificar el origen, desplazamiento y destino». Estos polímeros reportados u observados más comúnmente se utilizan en productos de vida corta, como lo son embalajes, tapas de botellas, popotes, botellas, envases de alimentos, ampollitas de pastillas, bolsas de supermercado, textiles, entre otros (Brydson, 1999).

Algunos autores como Erni-Cassola *et al.* resaltan la importancia de características como la densidad de los polímeros, ya que de ésta dependerá la presencia y acumulación de partículas plásticas en la columna de agua, es decir que aquellos que tienen menor densidad como el PP y PE se encuentran a nivel superficial (flotabilidad) y muy escasamente a mayores profundidades, mientras que aquellos polímeros de mayor densidad como los acrílicos y los poliésteres se les encuentra principalmente en aguas profundas y sedimentos.

La investigación y publicaciones científicas en el campo marino y sus mamíferos ha sido limitada durante los últimos cuatro y medio años evaluados en este estudio, por lo menos. Esto, se vincula a la escasa información en la diversidad de tejidos evaluados o estudiados que permitan entender cuáles son las consecuencias de la presencia de estos materiales dentro de los MM, las implicaciones o daños a la salud, así como los efectos en su capacidad reproductiva y desarrollo natural.

Dicho vacío de información otorga una oportunidad para el estudio de MP y nanopartículas (NP), que a su vez conduzcan a la comunidad científica a la estandarización de metodologías, muestreo y procedimientos que permitan una mejor comparabilidad de resultados (Zantis, Carroll, Nelms & Bosker, 2021).

De acuerdo con Lusher *et al.* (2017) es necesario estandarizar metodologías para evaluar las tendencias de los macro, micro y nanoplásticos, es fundamental y así evitar subestimar la cuantificación y facilitar la comparabilidad entre diversos estudios internacionales en el futuro.

## Morfología

Los microplásticos (MP) pueden clasificarse también a través de sus características cualitativas como son morfología (forma) y color (Lusher *et al.*). Cuando se habla de la forma y la estructura de las partículas plásticas, se le denomina morfología; las tipologías más comúnmente encontradas en los organismos son fibras (Nelms *et al.*, 2018) y fragmentos (Perez-Venegas, Seguel, Pavés, Pulgar, Urbina, Ahrendt & Galbán-Malagón, 2018). Con menor incidencia encontramos a los filamentos, películas ("films"), perlas ("beads") (Hernandez-Gonzalez, Saavedra, Gago, Covelo, Santos & Pierce, 2018); esferas (Moore, Loseto, Noel, Etemadifar, Brewster,

MacPhee, Bendell & Ross, 2019); pellets (Novillo *et al.*, 2020); espumas ("foams") (Battaglia, Beekingham & McFee, 2020); hojuelas ("flakes") (Zhu, Yu, Zhang, Li, Tan, Li, Yang & Wang, 2019) y hojas ("sheet") (Besseling, Foekema, Van Franeker, Leopold, Kühn, Bravo, Heße, Mielke, IJzer, Kamminga & Koelmans, 2015).

Las fibras son filamentos, hebras o cerdas, que forman «hilos» (Moody & Needles, 2004; Houck, 2009); los fragmentos son otras partículas con bordes irregulares que se originan del corte y división de piezas con mayor tamaño (Schwarzer, Brehm, Vollmer, Jasinski, Xu, Zainuddin, Fröhlich, Schott, Greiner, Scheibel & Laforsch, 2022), otros tipos de partículas son esféricas y ovoides a las que se les hace referencia como "beads", "spheres" y "pellets", las cuales también son irregulares (Julienne, Lagarde, Bardeau & Delorme, 2022).

Las espumas son generalmente de poliestireno, sin embargo, existen otras presentaciones en el mercado como el polipropileno expandido (Huang, Su, Luo, Lan, Chong, Wu & Zheng, 2022) así que, cuando se habla de los "foams" se asume que es una textura más que una morfología (espuma) (Rosal, 2021). Las placas, películas y hojuelas por otra parte son otro tipo de partículas plásticas que en su mayoría son de superficie plana (Kiran *et al.*, 2022).

La ambigüedad en la clasificación y denominación de éstas radica en lo visual, es por ello por lo que se puede crear una brecha enorme entre la interpretación y el error humano, al momento de tratar de identificar las partículas. Es preponderante tener una clasificación global y estandarizada de las morfologías en partículas plásticas, especialmente de MP y nanopartículas (NP), que permitan una mayor comparabilidad y certeza en el tipo de partículas encontradas en los diversos ambientes y organismos.



Los microplásticos primarios (<100  $\mu\text{m}$ ) esféricos son plásticos fabricados como microesferas cosméticas (Zhang, Deng, Dong, Liu, Li, Wu & Ye, 2021), que pueden ser una adición extra a productos de higiene personal como lo son exfoliantes, cremas, pastas dentales, productos de lavandería entre otros; debido a su tamaño y fácil movilidad, estos pueden llegar a los océanos por medio del vertido de aguas residuales o por escorrentías (Friot & Boucher, 2017).

Como ya se comentó anteriormente, es sabido que muchos de los plásticos secundarios pueden acabar en la red trófica debido a la constante fragmentación al quedar expuestos a los elementos, lo que es un factor preponderante en el hecho de que aumente constantemente la cantidad de microfragmentos en el ambiente y por ende sea el tipo de partículas más frecuentes y lleguen a ser ingeridos por organismos vivos (Pironti, Ricciardi, Motta, Miele, Proto & Montano, 2021).

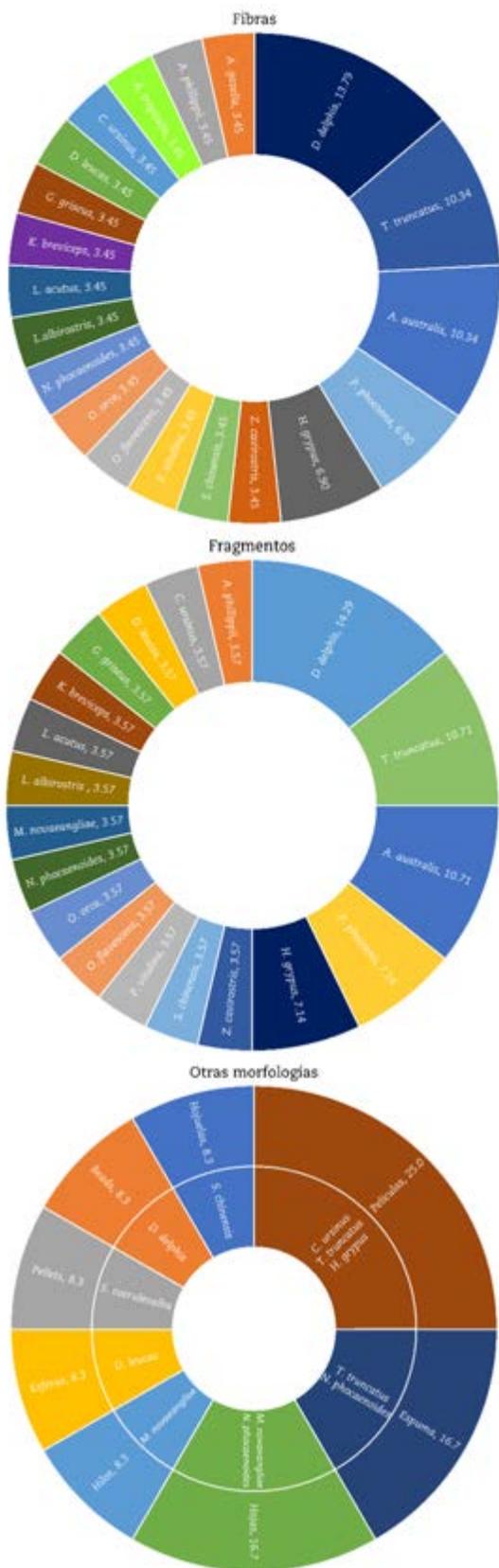
En la presente investigación documental, se halló que, en los seis mamíferos marinos con mayor diversidad de polímeros en sus cuerpos, las morfologías predominantes incluyen fibras y fragmentos, las cuales fueron en ocasiones las únicas formas detectadas, como en el caso de "*P.*

*phocoena*" y "*P. vitulina*" (Cuadro 2). El tercer tipo de morfología que mostró mayor variación, incluye películas ("*H. grypus*", "*T. truncatus*"), perlas ("*D. delphis*"), pellets ("*S. coeruleoalba*") y espumas ("*T. truncatus*"), respectivamente (Gráfica 1), dicha gráfica se elaboró a partir de los datos obtenidos de:

- Eriksson & Burton (2003);
- Besseling *et al.* (2015);
- Lusher *et al.* (2017);
- Hernandez-Gonzalez *et al.* (2018);
- Nelms *et al.* (2018);
- Perez-Venegas *et al.* (2018);
- Xiong, Chen, Zhang, Mei, Hao, Zheng, Wu, Wang, Ruan, Lam & Wang (2018);
- Donohue, Masura, Gelatt, Ream, Baker, Faulhaber & Lerner (2019);
- Hernandez-Milian, Lusher, MacGibbon & Rogan (2019);
- Moore *et al.* (2019);
- Nelms *et al.* (2019);
- Zhu *et al.* (2019);
- Battaglia *et al.* (2020);
- Novillo *et al.* (2020);
- Perez-Venegas *et al.* (2020) y
- Stockin, Pantos, Betty, Pawley, Doake, Masterton, Palmer, Perrott, Nelms & Machovsky-capuska (2021).

### Color del polímero

Una de las cualidades físicas utilizada para clasificar a los polímeros es el color (teñido del material). La importancia de la clasificación por color radica en la interrogante sobre la preferencia de los organismos a consumir las partículas plásticas de ciertos colores (Wright, Thompson & Galloway, 2013). No hay certeza para confirmar que los grandes mamíferos consumen las partículas plásticas de manera voluntaria, atraídos por el color de éstas (Nelms *et al.*, 2018).



Gráfica 1. Porcentajes de plásticos detectados en mamíferos marinos de acuerdo con sus formas o morfologías.

Con base en la evaluación realizada, se encontraron 15 colores diferentes comúnmente reportados en los mamíferos marinos (Cuadro 3). Los colores azul, rojo, negro, verde, amarillo, naranja, blanco, incoloro (transparente o claro), naranja-amarillo, se detectaron en las 6 especies con mayor diversidad de polímeros en los tejidos analizados. Los colores gris y púrpura se reportaron en todas las especies excepto en la "*P. vitulina*", mientras que el color blanco-incoloro solo se halló en "*S. coeruleoalba*" y "*T. truncatus*", así como partículas multicolor solo en "*D. delphis*". En el delfín "*T. truncatus*" se detectaron partículas rojo-rosa y café-bronce, siendo este tipo de los colores menos comunes reportados en los tejidos de mamíferos.

**Polímeros en tejidos y excretas**

Los mamíferos marinos con mayor abundancia de polímeros en sus tejidos o excretas son los pinnípedos (focas) y odontocetos (delfines), ambos grupos con un comportamiento alimenticio carnívoro y como depredadores, se alimentan generalmente de peces, que al parecer estuvieron previamente expuestos a los microplásticos (MP).

Esta transferencia de presas a depredadores resulta en la biomagnificación (Sun, Wu, Wang, Ji, Shan & Li, 2020) de polímeros a través de las cadenas tróficas (Carbery, O'Connor & Palanisami, 2018), como se señaló líneas arriba. Por esta razón, es que los tejidos mayormente estudiados son los referentes al proceso de la digestión, que incluyen la ingesta, transporte, fragmentación mecánica, digestión (química), absorción de nutrientes y evacuación (Hocking, Marx, Park, Fitzgerald & Evans, 2017).

De lo anterior, es que se deriva la importancia de observar los tejidos involucrados en los procesos de captación, retención, acumulación y eliminación de las partículas. Tejidos tales como esófago, tracto gastrointestinal, cámara gástrica, estómago, intestino grueso, píloro, intestino delgado, colon y heces, son sin duda importantes para la evaluación del grado de exposición a MP desde la perspectiva del aparato digestivo (Martin, Baalkhuyur, Valluzzi, Saderne, Cusack, Almahasheer, Krishnakumar, Rabaoui, Qurban, Arias-Ortiz, Masqué & Duarte, 2020).

Los polímeros hallados con mayor incidencia en las muestras de las especies de mamíferos se detectaron en diversos tejidos y en materia fecal, principalmente. Las excretas se reportaron como la constante estudiada para 6 especies; el estudio de las heces es la técnica menos invasiva para especímenes vivos (Perez-Venegas, Toro-Valdivieso, Ayala, Brito, Iturra, Arriagada, Seguel, Barrios, Sepúlveda, Oliva, Cárdenas-Alayza, Urbina, Jorquera, Castro-Nallar & Galbán-Malagón, 2020), considerando que la mayoría de los mamíferos marinos son especies bajo estatus de protección (Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, 2010; IUCN, 2022).

De acuerdo con lo observado por la comunidad científica, el tracto gastrointestinal es el más comúnmente analizado en este tipo de organismos ("*D. delphis*", "*S. coeruleoalba*", "*P. phocoena*" y "*I. truncatus*"), seguido del intestino ("*H. grypus*"), la cámara gástrica ("*I. truncatus*"), y finalmente el estómago ("*D. delphis*" y "*H. grypus*") (Cuadro 2). En el caso de la "*P. vitulina*", solamente se ha evaluado la presencia de plásticos en heces (Nelms *et al.*, 2019).

### Polímeros y cadenas tróficas

En las últimas décadas los ecosistemas marinos se han convertido en receptores de desechos urbanos

(Zobkov & Esiukova, 2018) impactando directamente en los hábitos alimenticios de los organismos que habitan ahí (Galloway, Cole & Lewis, 2017).

Algunos autores consideran que el impacto que tiene esta calidad del alimento influye directamente en los hábitos alimenticios de los organismos marinos (Nelms *et al.*, 2019). Hoy día la demostración e investigación de los efectos nocivos que causan los plásticos por ingesta en las especies marinas es prioritaria (Galloway & Lewis, 2016).

¿Cómo impactan los microplásticos (MP) a los grandes mamíferos?, sabemos que estos no se ven afectados de manera directa por las pequeñas partículas plásticas, pero ¿de qué manera serán afectados a través de la nutrición desde los niveles tróficos inferiores?. La relación del consumo de las presas que contienen MP y los hallazgos de Nelms *et al.* (2019) sugieren que la transferencia trófica (vía indirecta) es relevante para la nutrición de cualquier especie carnívora.

Otras interrogantes que podrían derivarse de la presencia de MP en el alimento de mamíferos marinos (MM), surgen desde la caza de presas, ya que es posible que dichas presas consumieran partículas plásticas previamente, por lo que se vuelven presas más fáciles por verse afectada su locomoción, flotabilidad o capacidad de respuesta al escape, o bien, debilidad por mala nutrición. Otro posible escenario es que estas se vean más apetitosas o atractivas ante sus depredadores, producto de la engorda generada como resultado de la ingesta de plásticos. Se sabe que algunos organismos marinos pueden adquirir los MP a través de las branquias, pero la mayoría es por ingesta, independientemente de su comportamiento alimenticio y de su nivel jerárquico en la cadena trófica (Koongolla, Lin, Pan, Yang, Sun, Liu, Xu, Maharana, Huang & Li, 2020).

Así las diversas especies integran partículas plásticas a sus cuerpos, ya que estos pueden mezclarse con alimentos o confundirse con ellos, sin importar que su ingesta sea de manera voluntaria o no, como es el caso de las ballenas, que ingieren plásticos junto con sus presas al cazar (Fossi, Coppola, Baini, Giannetti, Guerranti, Marsili, Panti, de Sabata & Clò, 2014).

### **Aditivos/contaminantes asociados a los polímeros**

Otro aspecto importante por considerar es que los plásticos pueden ser vectores o vehículos de transferencia de otras sustancias o elementos en su superficie o matriz, considerados como contaminantes o productos tóxicos. De esta forma los plásticos contaminados con estos componentes o aditivos presentes en las partículas aumentan la biodisponibilidad o toxicidad al ser incorporados o ingeridos por los organismos acuáticos (Bradney, Wijesekara, Palansooriya, Obadamudalige, Bolan, Ok, Rinklebe, Kim & Kirkham, 2019).

Novillo *et al.* (2020) insisten en la importancia sobre los impactos que los co-contaminantes tendrán sobre la salud de los organismos, producto de la transferencia a través de microplásticos (MP) ingeridos por los mamíferos marinos (MM). Esto resulta en un tema exponencial que genera preguntas sobre el origen, manejo y regulación de ciertos aditivos y procesos de los polímeros que potencialmente terminarían en los océanos, convirtiéndose en contaminantes emergentes actuales.



(2022). Pixabay.com | [Alicia - Chan] <https://pixabay.com/es/photos/foca-animal-marino-%E3%84%82ero-marino-6921257/>

Por ejemplo, en la industria textil se utilizan polímeros como la aramida (PA), kevlar (PAK) entre otros. Estos son materiales usados en las denominadas fibras textiles modificadas de alto rendimiento (Hearle, 2001), que a través de tratamientos especiales (con carbono, boro, silicio, aluminio) pueden incrementar o cambiar características para hacerlas más sólidas, ligeras, resistentes al calor, super hidrofílicas, entre otras alteraciones (Mager, 1998). Este tipo de fibras de alto rendimiento son las menos estudiadas en el ambiente marino y sus efectos en las especies, sin embargo, ya hay casos donde se les ha encontrado en algunas especies, como es la foca gris "*H. grypus*" (Nelms *et al.*, 2018).

Es necesario entender la interacción de estos nuevos materiales en los entornos naturales, ya que la necesidad de desarrollar nuevas y más modernas «telas» o «fibras» especiales, se incrementará a lo largo de los años, y las modificaciones a los polímeros y sus aditivos crecerá a la par. Por ésta y otras razones son necesarias las regulaciones ambientales resultado de investigaciones futuras entre la relación textiles modificados y sus efectos en el ambiente y en las especies que en ellos habitan.

Ciertas características basadas en el tipo de material polimérico, su tiempo de permanencia en el ambiente y su comportamiento en el entorno, sumado a las condiciones físico-ambientales y las propiedades adicionadas como resinas, aditivos entre otros, son factor clave para que se pueda adsorber, retener o liberar ciertos contaminantes a partir de las partículas plásticas (Martín, Santos, Aparicio & Alonso, 2022). Algunos de estos pueden ser los contaminantes orgánicos persistentes (COP), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), los éteres bifenilos policlorados (BPC) (Mastandrea, Chichizola, Ludueña, Sánchez, Álvarez & Gutiérrez, 2005; Marzocchi, Beldoménico & Vanzetti, 2011; D'Agostino, Bellante, Quinci, Gherardi, Placenti, Sabatino, Buffa, Avellone, Di Stefano & Del Core, 2020), compuestos farmacéuticos activos (CFA) o contaminantes farmacéuticos (CF) (Samal, Mahapatra & Hibzur, 2022) y algunas colonias de bacterias asociadas a los plásticos (Dudek, Cruz, Polidoro & Neuer, 2020).

La exposición de las especies marinas a los compuestos orgánicos tóxicos tiene un impacto en la salud de los organismos y del ecosistema (Tierney, Farrell & Brauner, 2013), por lo tanto, la presencia de estos contaminantes en las partículas plásticas se ha vuelto de gran interés actual para las comunidades científicas y de protección y conservación de la naturaleza en el mundo.

La importancia de la bioacumulación y biomagnificación dentro de la cadena trófica (Miller *et al.*, 2020) y la presencia de parásitos adheridos a los MP (Shapiro, Krusor, Mazzillo, Conrad, Largier, Mazet & Silver, 2014) son variables imprescindibles que considerar, pues estos podrían representar una fuente de infección para los depredadores de nivel trófico superior.

En futuros escenarios de investigación sobre MP, los temas deben ampliarse hacia la interacción con otros

contaminantes y sus efectos en la salud del individuo y de sus poblaciones, principalmente a nivel de partículas muy pequeñas, como las nanopartículas.

### Tamaño de polímeros

El término «tamaño» de las partículas plásticas, hace referencia a la longitud en un plano, la cual puede considerar un alto, ancho y profundidad de la partícula, para dar un volumen (Hale, Seeley, La Guardia, Mai & Zeng, 2020).

Los valores reportados en este respecto muestran que para las 6 especies de mamíferos a los que se les determinó el tamaño de partículas plásticas, se obtuvieron valores entre 100–20,000  $\mu\text{m}$  para fibras y de 44–40,000  $\mu\text{m}$  para fragmentos, siendo estas dos las morfologías predominantes en los mamíferos marinos (Cuadro 4).

Diversos estudios publicados sobre odontocetos (delfines) y pinnípedos (focas) se han centrado en la categoría de meso y macroplásticos (Alexiadou, Foskolos & Frantzis, 2019; Panti, Baine, Lusher, Hernandez-Milan, Bravo, Unger, Syberg, Simmonds & Fossi, 2019; Pinzone, Nordøy, Eppe, Malherbe, Das & Collard, 2021) dejando un vacío con escasas referencias sobre información particular acerca de los micro y nanoplásticos (Ayala, Cardeña & Cárdenas-Alayza, 2021), así como daños y alteraciones que éstos pueden causar a nivel celular, tisular o sistemático en los mamíferos marinos en tiempo real y a futuro (Zeisler, Demiralp, Koster, Becker, Burow, Ostapczuk & Wise, 1993).

Las afectaciones a través de las partículas plásticas y sus efectos ya han sido estudiadas en diversos organismos marinos, tal es el caso de los impactos negativos en el sistema inmunitario de peces, cangrejos, corales y ostras (Sharifinia, Bahmanbeigloo, Keshavarzifard, Khanjani & Lyons, 2020).

## Conclusiones

La presencia de plásticos y de varios de sus polímeros en mamíferos marinos es innegable. El resultado de un mal manejo de este tipo de residuos sólidos por parte de nosotros, los humanos, conlleva a un impacto ambiental desde las especies microscópicas, hasta las especies de mamíferos marinos más grandes del planeta.

De acuerdo con los resultados observados, se concluye que polímeros como son el Polipropileno (PP), Tereftalato de polietileno (PET) y Polietileno (PE) son los de mayor frecuencia detectados en más de 16 especies de mamíferos marinos. La ruta de exposición parece estar predominada por la ingesta, aunque no se descarta cierta participación de otras rutas como la respiratoria.

El estudio del aparato digestivo resulta crucial para la evaluación de exposición a este tipo de contaminantes, así como el uso de las heces como medio no invasivo y de menor impacto sobre las especies a estudiar. Sin embargo, se recomienda ampliar la investigación hacia otros tejidos, pues la investigación limitada a las excretas nos refleja un grado de exposición y eliminación de las partículas, por parte de los organismos, pero se deja de lado qué pasa con los microplásticos (MP) incorporados o migrados a otros tejidos. Los patrones de distribución de MP indican el predominio de 32 polímeros sintéticos, siendo los de mayor presencia el Polipropileno (PP), Tereftalato de polietileno (PET), Polietileno (PE), Nylon, Poliamida (PA), polietileno de baja densidad (LDPE), resina (Poliamida) y Rayón.

Basados en el análisis morfológico, la constante son fibras y fragmentos con una tendencia predominante a los colores negro, azul, incoloro (transparente), verde, gris, naranja, rojo, blanco, amarillo. Desafortunadamente, son escasos los estudios

disponibles que evalúan de manera clara y puntual, tanto la forma, como el color y tipo de plástico.

Es necesario que, en lo posible, las futuras investigaciones y monitoreos de polímeros en organismos acuáticos, incluyan y combinen estos parámetros, para poder interrelacionar mejores aspectos de selección, atracción, compuestos principalmente adquiridos por los organismos y como estos parámetros influyen en la grado de exposición e incorporación de las partículas en la biota. Se detectó que algunos colores de polímeros no se presentan muy frecuentemente en los mamíferos, o bien que no se asociaron a una morfología específica, como fueron café-bronce, multicolor, naranja-amarillo, púrpura (fragmentos), rojo-rosa, blanco-incoloro. Con respecto al tamaño de las partículas plásticas, tamaños entre 100-20,000  $\mu\text{m}$  para fibras y de 44-40,000  $\mu\text{m}$  para fragmentos, parecen ser las predominantes en este tipo de organismos.

## Recomendaciones e investigaciones futuras

Este estudio tiene la intención de enfatizar la investigación sobre la creciente problemática de los microplásticos (MP) en grandes mamíferos y la invitación a estudios futuros relacionados particularmente con estas especies, la investigación de efectos en especies de menor nivel trófico está relacionado con la facilidad de acceso y manejo de los organismos, a comparación de trabajar con especies protegidas y de mayor tamaño. Mamíferos como odontocetos, pinnípedos y cetáceos, requerirán de mayores estudios para comprender mejor el impacto que este tipo de materiales pueden ejercer sobre ellos, sobre todo desde una perspectiva ecotoxicológica y biológica.

Dado que la industria plástica sigue teniendo una alta demanda mundialmente, debemos reconocer el

aumento en la producción y generación de nuevos polímeros, sus usos en diversas industrias, las rutas de desecho y la necesidad de establecer más regulaciones ambientales, que permitan reducir los impactos adversos al medio ambiente. Es importante contar con más datos de la presencia de estos polímeros en el ambiente y sus componentes, y además que sean datos más específicos, que nos permitan nutrir las herramientas predictivas de modelajes, para atender los posibles escenarios futuros, y así desarrollar estrategias mitigantes ante los daños que puedan causar los polímeros en un futuro a corto y mediano plazo.

Cabe resaltar que la mayoría de los estudios de polímeros microplásticos presentes en odontocetos (grupo al que pertenecen delfines, cachalotes y las orcas) se realizaron con cadáveres, que en algunos casos para las muestras de pinnípedos (que comprenden a las focas, morsas, elefantes marinos, leones marinos, etcétera) también se obtuvieron post mortem. Sin embargo, en su mayoría fueron muestras de heces las que se analizaron. Battaglia *et al.* (2020) reconocen que estas especies de mamíferos son difíciles de estudiar en su hábitat, por las condiciones circundantes de las especies, generalmente son protegidas, son de gran tamaño, presentan conductas migratorias y tiene movilidad en largas extensiones geográficas.

Faltan técnicas innovadoras para la cuantificación de plásticos, a través de técnicas indirectas que puedan mantener la integridad y vida de los especímenes que sean sujetos a programas de monitoreo, gestión y análisis ambiental (Fossi *et al.*, 2014; Panti *et al.*, 2019). Es decir, el monitoreo y estudio de los plásticos en mamíferos marinos, idealmente deberá ser considerado en especímenes vivos, desarrollando técnicas no invasivas que muestren resultados en tiempo real.

## Reconocimientos

Los autores agradecen el apoyo económico brindado a través del programa 2022 de «Nuevos Talentos Científicos y Tecnológicos de Tabasco - Asistente de Investigador» del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco (CCYTET) para la realización del presente trabajo. Así mismo, agradecemos el apoyo brindado por las biólogas Alejandra Pérez López y Valeria Ascencio Oliva para el mejoramiento del manuscrito.

**Cuadro 1.** Polímeros reportados en diversas especies de mamíferos marinos en literatura científica entre 2018-2022.

Polímero	Especie	Referencia
PP (Polipropileno)	<i>Callorhinus ursinus, Arctocephalus gazella, Arctocephalus tropicalis, Megaptera novaeangliae, Tursiops truncatus, Grampus griseus, Lagenorhynchus acutus, Lagenorhynchus albirostris, Stenella coeruleoalba, Delphinus delphis, Sousa chinensis, Kogia breviceps, Delphinapterus leucas, Halichoerus grypus, Phoca vitulina, Phocoena phocoena, Neophocaena phocaenoides</i>	Donohue et al., 2019; Eriksson & Burton, 2003; Besseling et al., 2015; Battaglia et al., 2020; Stockin et al., 2021; Zhu et al., 2019; Moore et al., 2020; Nelms et al., 2018; Nelms et al., 2019; van Franeker et al., 2018; Xiong et al., 2018.
PET (Polietileno tereftalato)	<i>Arctocephalus gazella, Arctocephalus tropicalis, Arctocephalus australis, Arctocephalus phillipii, Otaria flavescens, Megaptera novaeangliae, Tursiops truncatus, Lagenorhynchus acutus, Lagenorhynchus albirostris, Stenella coeruleoalba, Delphinus delphis, Kogia breviceps, Halichoerus grypus, Phoca vitulina, Phocoena phocoena, Neophocaena phocaenoides</i>	Eriksson & Burton, 2003; Perez-Venegas et al., 2020; Besseling et al., 2015; Battaglia et al., 2020; Nelms et al., 2019; Novillo et al., 2020; Stockin et al., 2021; van Franeker et al., 2018; Xiong et al., 2018.
PE (Polietileno)	<i>Arctocephalus gazella, Arctocephalus tropicalis, Megaptera novaeangliae, Grampus griseus, Lagenorhynchus acutus, Lagenorhynchus albirostris, Stenella coeruleoalba, Tursiops truncatus, Delphinus delphis, Sousa chinensis, Kogia breviceps, Delphinapterus leucas, Halichoerus grypus, Phoca vitulina, Phocoena phocoena, Neophocaena phocaenoides</i>	Eriksson & Burton, 2003; Besseling et al., 2015; Stockin et al., 2021; Zhu et al., 2019; Moore et al., 2020; Nelms et al., 2018; Nelms et al., 2019; van Franeker et al., 2018; Xiong et al., 2018.
Nylon	<i>Arctocephalus australis, Arctocephalus phillipii, Otaria flavescens, Delphinus delphis, Grampus griseus, Lagenorhynchus acutus, Lagenorhynchus albirostris, Stenella coeruleoalba, Tursiops truncatus, Kogia breviceps, Delphinapterus leucas, Halichoerus grypus, Phoca vitulina, Phocoena phocoena</i>	Perez-Venegas et al., 2020; Moore et al., 2020; Nelms et al., 2019.
PA (Poliamida)	<i>Megaptera novaeangliae, Tursiops truncatus, Grampus griseus, Lagenorhynchus acutus, Lagenorhynchus albirostris, Stenella coeruleoalba, Delphinus delphis, Sousa chinensis, Kogia breviceps, Halichoerus grypus, Phoca vitulina, Phocoena phocoena</i>	Besseling et al., 2015; Battaglia et al., 2020; Nelms et al., 2019; Stockin et al., 2021; Zhu et al., 2019; Nelms et al., 2019; van Franeker et al., 2018.
PEBD (Polietileno de baja densidad)	<i>Tursiops truncatus, Grampus griseus, Lagenorhynchus acutus, Lagenorhynchus albirostris, Stenella coeruleoalba, Delphinus delphis, Kogia breviceps, Halichoerus grypus, Phoca vitulina, Phocoena phocoena</i>	Battaglia et al., 2020; Nelms et al., 2019; Stockin et al., 2021.
Resina de Poliamida	<i>Delphinus delphis, Grampus griseus, Lagenorhynchus acutus, Lagenorhynchus albirostris, Stenella coeruleoalba, Tursiops truncatus, Kogia breviceps, Halichoerus grypus, Phoca vitulina, Phocoena phocoena</i>	Nelms et al., 2019.
RY (Rayón)	<i>Delphinus delphis, Grampus griseus, Lagenorhynchus acutus, Lagenorhynchus albirostris, Stenella coeruleoalba, Tursiops truncatus, Kogia breviceps, Halichoerus grypus, Phoca vitulina, Phocoena phocoena</i>	Nelms et al., 2019.
PETP (Poliéster)	<i>Lagenorhynchus acutus, Lagenorhynchus albirostris, Stenella coeruleoalba, Tursiops truncatus, Kogia breviceps, Delphinapterus leucas, Halichoerus grypus, Phoca vitulina, Phocoena phocoena</i>	Nelms et al., 2019; Moore et al., 2020.

Polímero	Especie	Referencia
PR (Resina fenoxi)	<i>Lagenorhynchus acutus</i> , <i>Lagenorhynchus albirostris</i> , <i>Stenella coeruleoalba</i> , <i>Tursiops truncatus</i> , <i>Kogia breviceps</i> , <i>Halichoerus grypus</i> , <i>Phoca vitulina</i> , <i>Phocoena phocoena</i>	Nelms et al., 2019.
PVC (Cloruro de polivinilo)	<i>Callorhinus ursinus</i> , <i>Arctocephalus gazella</i> , <i>Arctocephalus tropicalis</i> , <i>Megaptera novaeangliae</i> , <i>Delphinapterus leucas</i> , <i>Phocoena phocoena</i>	Donohue et al., 2019; Eriksson & Burton, 2003; Besseling et al., 2015; Moore et al., 2020; van Franeker et al., 2018.
PS (Poliestireno)	<i>Arctocephalus gazella</i> , <i>Arctocephalus tropicalis</i> , <i>Delphinus delphis</i> , <i>Delphinapterus leucas</i> , <i>Neophocaena phocaenoides</i>	Eriksson & Burton, 2003; Stockin et al., 2021; Moore et al., 2020; Xiong et al., 2018.
NBR (Rubber)	<i>Tursiops truncatus</i> , <i>Delphinapterus leucas</i> , <i>Halichoerus grypus</i>	Battaglia et al., 2020; Moore et al., 2020; Nelms et al., 2018.
PEAD (Polietileno de alta densidad)	<i>Stenella coeruleoalba</i> , <i>Delphinus delphis</i>	Novillo et al., 2020; Stockin et al., 2021.
PU (Poliuretano)	<i>Delphinus delphis</i> , <i>Halichoerus grypus</i>	Stockin et al., 2021; Nelms et al., 2018.
ABS (Acilonitrilo butadieno estireno)	<i>Delphinus delphis</i>	Stockin et al., 2021.
Ácido algínico*	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Novillo et al., 2020.
CL (Celulosa)	<i>Sousa chinensis</i>	Zhu et al., 2019.
EPDM (Etileno-Propileno-Dieno-Monómero)	<i>Halichoerus grypus</i>	Nelms et al., 2018.
EPR (Etileno propileno)	<i>Halichoerus grypus</i>	Nelms et al., 2018.
NP (Neopreno)	<i>Halichoerus grypus</i>	Nelms et al., 2018.
PAAm (Poliacrilamida)	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Novillo et al., 2020.
PAK (Poliamida Kevlar)	<i>Halichoerus grypus</i>	Nelms et al., 2018.
PBT (Tereftalato de polibutileno)	<i>Sousa chinensis</i>	Zhu et al., 2019.
PC (Policarbonato)	<i>Neophocaena phocaenoides</i>	Xiong et al., 2018.
PES (Poliéster)	<i>Sousa chinensis</i>	Zhu et al., 2019.
PMMA (Metacrilato de metilo)	<i>Delphinapterus leucas</i>	Moore et al., 2020.
PAM (Poliacrilamida)	<i>Halichoerus grypus</i>	Nelms et al., 2018.
PBA (Polibutileno acrilato)	<i>Delphinus delphis</i>	Stockin et al., 2021.
Poliolefina	<i>Delphinapterus leucas</i>	Moore et al. 2020.
SBR (Caucho estireno-butadieno)	<i>Halichoerus grypus</i>	Nelms et al., 2018.

\*Polímero natural.

**Cuadro 2.** Distribución de microplásticos (MP) y su morfología en diferentes tejidos o heces de los mamíferos marinos reportados en el periodo 2018-2022.\*

Morfología	Especies	Tejido	País	Referencia
Fibras	<i>A. australis</i>	Heces	Chile	Perez-Venegas <i>et al.</i> , 2018, 2020.
	<i>A. gazella</i>		Nueva Zelanda	Eriksson & Burton, 2003.*
	<i>A. philippii</i>		Chile	Perez-Venegas <i>et al.</i> , 2020.
	<i>A. tropicalis</i>		Nueva Zelanda	Eriksson & Burton, 2003.*
	<i>C. ursinus</i>		E.U.A	Donohue <i>et al.</i> , 2019.
	<i>D. leucas</i>	Colón; intestino; estómago	Canadá	Moore <i>et al.</i> , 2020.
	<i>D. delphis</i>	Heces	R.U.	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
		Estómago	España	Hernandez-Gonzalez <i>et al.</i> , 2018.
		Tracto gastrointestinal	Irlanda	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		Estómago	Nueva Zelanda	Stockin <i>et al.</i> , 2021.
	<i>G. griseus</i>	Heces	R.U.	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
	<i>H. grypus</i>	Estómago	Irlanda	Hernandez-Milián <i>et al.</i> , 2019.
		Heces; intestino	R.U.	Nelms <i>et al.</i> , 2018.
	<i>K. breviceps</i>	Heces	R.U.	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
	<i>L. acutus</i>			
	<i>L. albirostris</i>			
	<i>N. phocaenoides</i>	Tracto gastrointestinal	China	Xiong <i>et al.</i> , 2018.
	<i>O. orca</i>		Irlanda	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
	<i>O. flavescens</i>	Heces	Chile	Perez-Venegas <i>et al.</i> , 2020.
			R.U.	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
	<i>P. vitulina</i>			
	<i>P. phocoena</i>	Tracto gastrointestinal	Irlanda	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
	<i>S. chinensis</i>		China	Zhu <i>et al.</i> , 2019.
	<i>S. coeruleoalba</i>	Heces	R.U.	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
		Tracto gastrointestinal	Irlanda	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
			España	Novillo <i>et al.</i> , 2020.
<i>T. truncatus</i>	Heces	R.U.	Nelms <i>et al.</i> , 2019.	
	Tracto gastrointestinal	Irlanda	Lusher <i>et al.</i> , 2018.	
	Cámara gástrica; tracto gastrointestinal; heces	E.U.A.	Battaglia <i>et al.</i> , 2020.	
<i>Z. cavirostris</i>	Tracto gastrointestinal	Irlanda	Lusher <i>et al.</i> , 2018.	
Fragmento	<i>A. australis</i>	Heces	Chile	Perez-Venegas <i>et al.</i> , 2018, 2020.
	<i>A. philippii</i>		Chile	Perez-Venegas <i>et al.</i> , 2020.
	<i>C. ursinus</i>		E.U.A.	Donohue <i>et al.</i> , 2019.
	<i>D. leucas</i>	Colón; intestino; estómago	Canadá	Moore <i>et al.</i> , 2020.
	<i>D. delphis</i>	Estómago	España	Hernandez-Gonzalez <i>et al.</i> , 2018.
		Tracto gastrointestinal	Irlanda	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		Heces	R.U.	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
		Estómago	Nueva Zelanda	Stockin <i>et al.</i> , 2021.
	<i>G. griseus</i>	Heces	R.U.	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
	<i>H. grypus</i>	Estómago	Irlanda	Hernandez-Milián <i>et al.</i> , 2019.
		Heces; intestino	R.U.	Nelms <i>et al.</i> , 2018, 2019.
	<i>K. breviceps</i>	Heces		
	<i>L. acutus</i>			
	<i>L. albirostris</i>			
	<i>M. novaeangliae</i>	Intestino	Países bajos	Besseling <i>et al.</i> , 2015.
	<i>N. phocaenoides</i>	Tracto gastrointestinal	China	Xiong <i>et al.</i> , 2018.

Morfología	Especies	Tejido	País	Referencia
	<i>O. orca</i>		Irlanda	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
	<i>O. flavescens</i>	Heces	Chile	Perez-Venegas <i>et al.</i> , 2020.
	<i>P. vitulina</i>		R.U.	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
	<i>P. phocoena</i>	Tracto gastrointestinal	Irlanda	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		Heces	R.U.	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
	<i>S. chinensis</i>	Tracto gastrointestinal	China	Zhu <i>et al.</i> , 2019.
			Irlanda	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
	<i>S. coeruleoalba</i>	Heces	R.U.	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
		Tracto gastrointestinal	España	Novillo <i>et al.</i> , 2020.
	<i>T. truncatus</i>	Cámara gástrica; tracto gastrointestinal; heces	E.U.A.	Battaglia <i>et al.</i> , 2020.
		Tracto gastrointestinal	Irlanda	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		Heces	R.U.	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
	<i>Z. cavirostris</i>	Tracto gastrointestinal	Irlanda	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
Films	<i>C. ursinus</i>	Heces	E.U.A.	Donohue <i>et al.</i> , 2019.
	<i>T. truncatus</i>	Cámara gástrica; tracto gastrointestinal; heces	E.U.A.	Battaglia <i>et al.</i> , 2020.
	<i>H. grypus</i>	Estómago	Irlanda	Hernandez-Milián <i>et al.</i> , 2019.
Foam	<i>T. truncatus</i>	Cámara gástrica; tracto gastrointestinal; heces	E.U.A.	Battaglia <i>et al.</i> , 2020.
	<i>N. phocaenoides</i>	Tracto gastrointestinal	China	Xiong <i>et al.</i> , 2018.
Flakes	<i>S. chinensis</i>	Tracto gastrointestinal		Zhu <i>et al.</i> , 2019.
Beads	<i>D. delphis</i>	Estómago	España	Hernandez-Gonzalez <i>et al.</i> , 2018.
Pellets	<i>S. coeruleoalba</i>	Tracto gastrointestinal		Novillo <i>et al.</i> , 2020.
Sheet	<i>M. novaeangliae</i>	Intestino	Países Bajos	Besseling <i>et al.</i> , 2015.
	<i>N. phocaenoides</i>	Tracto gastrointestinal	China	Xiong <i>et al.</i> , 2018.
Spheres	<i>D. leucas</i>	Colón; intestino; estómago	Canadá	Moore <i>et al.</i> , 2020.
Thread	<i>M. novaeangliae</i>	Intestino	Países Bajos	Besseling <i>et al.</i> , 2015.

Claves: R.U = Reino Unido; E.U.A = Estados Unidos de América.

\*Eriksson & Burton, 2003 (citado por Nabí 2022) es la única publicación considerada fuera del rango de revisión 2018-2022.

**Cuadro 3.** Color y morfología reportados en las especies de mamíferos marinos con mayor diversidad de polímeros.

Color	Morfología	Especie	Referencias
Negro	Fibras	<i>D. delphis</i>	Hernández-González <i>et al.</i> , 2018; Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		<i>P. phocoena</i>	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		<i>S. coeruleoalba</i>	
		<i>T. truncatus</i>	
		<i>H. grypus</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2018.
	Fragmentos	<i>D. delphis</i>	Hernández-González <i>et al.</i> , 2018; Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		<i>P. phocoena</i>	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		<i>S. coeruleoalba</i>	
		<i>T. truncatus</i>	
		<i>H. grypus</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2018.
	No específica	<i>D. delphis</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2019; Stockin <i>et al.</i> , 2021.
		<i>H. grypus</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
		<i>P. vitulina</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
		<i>P. phocoena</i>	
		<i>S. coeruleoalba</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2019; Novillo <i>et al.</i> , 2020.
<i>T. truncatus</i>		Nelms <i>et al.</i> , 2019.	
Azul	Fibras	<i>D. delphis</i>	Hernández González <i>et al.</i> , 2018; Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		<i>P. phocoena</i>	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		<i>S. coeruleoalba</i>	
		<i>T. truncatus</i>	
		<i>H. grypus</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2018.
	Fragmentos	<i>D. delphis</i>	Hernández-González <i>et al.</i> , 2018; Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		<i>P. phocoena</i>	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		<i>S. coeruleoalba</i>	
		<i>T. truncatus</i>	
		<i>H. grypus</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2018.
	No específica	<i>D. delphis</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2019; Stockin <i>et al.</i> , 2021.
		<i>H. grypus</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
		<i>P. vitulina</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
		<i>P. phocoena</i>	
		<i>S. coeruleoalba</i>	
<i>T. truncatus</i>			
Café-Bronce	No específica	<i>T. truncatus</i>	Battaglia <i>et al.</i> , 2020.
Incoloro	Fibra	<i>H. grypus</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2018.
	Fragmento	<i>H. grypus</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2018.
	No específica	<i>D. delphis</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2019; Stockin <i>et al.</i> , 2021.
		<i>H. grypus</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
		<i>P. vitulina</i>	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
		<i>P. phocoena</i>	
		<i>S. coeruleoalba</i>	
<i>T. truncatus</i>			
Verde	Fibras	<i>D. delphis</i>	Hernandez-Gonzalez <i>et al.</i> , 2018; Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		<i>P. phocoena</i>	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		<i>S. coeruleoalba</i>	
		<i>T. truncatus</i>	
	Fragmentos	<i>D. delphis</i>	Lusher <i>et al.</i> , 2018.
		<i>P. phocoena</i>	

Color	Morfología	Especie	Referencias	
		<i>S. coeruleoalba</i>		
		<i>T. truncatus</i>		
	No específica	<i>D. delphis</i>		Nelms et al., 2019; Stockin et al., 2021.
		<i>H. grypus</i>		Nelms et al., 2018; Nelms et al., 2019.
		<i>P. vitulina</i>		Nelms et al., 2019.
		<i>P. phocoena</i>		
		<i>S. coeruleoalba</i>		
<i>T. truncatus</i>	Nelms et al., 2019; Battaglia et al., 2020.			
Gris	Fibras	<i>Delphinus delphis</i>	Lusher et al., 2018.	
		<i>P. phocoena</i>		
		<i>S. coeruleoalba</i>		
		<i>T. truncatus</i>		
	Fragmentos	<i>D. delphis</i>	Lusher et al., 2018.	
		<i>P. phocoena</i>		
		<i>S. coeruleoalba</i>		
		<i>T. truncatus</i>		
	No específica	<i>D. delphis</i>	Stockin et al., 2021.	
	Multicolor	No específica	<i>D. delphis</i>	Stockin et al., 2021.
	Naranja	Fibras	<i>D. delphis</i>	Lusher et al., 2018.
			<i>P. phocoena</i>	
			<i>S. coeruleoalba</i>	
<i>T. truncatus</i>				
Fragmentos		<i>D. delphis</i>	Lusher et al., 2018.	
		<i>P. phocoena</i>		
		<i>S. coeruleoalba</i>		
		<i>T. truncatus</i>		
		<i>H. grypus</i>		Nelms et al., 2018.
No específica		<i>H. grypus</i>	Nelms et al., 2019.	
		<i>D. delphis</i>	Nelms et al., 2019; Stockin et al., 2021.	
		<i>P. vitulina</i>	Nelms et al., 2019.	
		<i>P. phocoena</i>		
	<i>S. coeruleoalba</i>			
<i>T. truncatus</i>	Nelms et al., 2019; Battaglia et al., 2020.			
Naranja-Amarillo	No específica	<i>D. delphis</i>	Nelms et al., 2019.	
		<i>H. grypus</i>	Nelms et al., 2018; Nelms et al., 2019.	
		<i>P. vitulina</i>	Nelms et al., 2019.	
		<i>P. phocoena</i>		
		<i>S. coeruleoalba</i>		
		<i>T. truncatus</i>		
Púrpura	Fragmentos	<i>D. delphis</i>	Lusher et al., 2018.	
		<i>P. phocoena</i>		
		<i>S. coeruleoalba</i>		
		<i>T. truncatus</i>		
No específica	<i>T. truncatus</i>	Battaglia et al., 2020.		
Rojo	Fibras	<i>P. phocoena</i>	Lusher et al., 2018.	
		<i>S. coeruleoalba</i>		
		<i>T. truncatus</i>		
		<i>D. delphis</i>	Hernández-Gonzalez et al., 2018.	

Color	Morfología	Especie	Referencias
	Fragmentos	<i>H. grypus</i>	Nelms et al., 2018.
		<i>D. delphis</i>	Lusher et al., 2018.
		<i>P. phocoena</i>	
		<i>H. grypus</i>	
		<i>S. coeruleoalba</i>	
		<i>T. truncatus</i>	
	No especifica	<i>D. delphis</i>	Nelms et al., 2019; Stockin et al., 2021.
		<i>H. grypus</i>	Nelms et al., 2018; Nelms et al., 2019.
		<i>P. vitulina</i>	Nelms et al., 2019.
		<i>P. phocoena</i>	
<i>S. coeruleoalba</i>			
<i>T. truncatus</i>	Nelms et al., 2019; Novillo et al., 2020.		
	<i>T. truncatus</i>	Nelms et al., 2019.	
Rojo-Rosado	No especifica	<i>T. truncatus</i>	Battaglia et al., 2020.
Blanco	Fibras	<i>D. delphis</i>	Lusher et al., 2018.
		<i>P. phocoena</i>	
		<i>S. coeruleoalba</i>	
		<i>T. truncatus</i>	
	Fragmentos	<i>D. delphis</i>	Lusher et al., 2018.
		<i>P. phocoena</i>	
		<i>S. coeruleoalba</i>	
		<i>T. truncatus</i>	
	No especifica	<i>D. delphis</i>	Nelms et al., 2019; Stockin et al., 2021.
		<i>H. grypus</i>	Nelms et al., 2018; Nelms et al., 2019.
		<i>P. vitulina</i>	Nelms et al., 2019.
		<i>P. phocoena</i>	
		<i>S. coeruleoalba</i>	
	<i>T. truncatus</i>		
	Blanco- Incoloro	No especifica	<i>S. coeruleoalba</i>
<i>T. truncatus</i>			Battaglia et al., 2020.
Amarillo	Fibras	<i>D. delphis</i>	Hernández-González et al., 2018; Lusher et al., 2018.
		<i>P. phocoena</i>	
		<i>S. coeruleoalba</i>	Lusher et al., 2018.
		<i>T. truncatus</i>	
	Fragmentos	<i>D. delphis</i>	Lusher et al., 2018.
		<i>P. phocoena</i>	
		<i>S. coeruleoalba</i>	
		<i>T. truncatus</i>	
	No especifica	<i>D. delphis</i>	Nelms et al., 2019; Stockin et al., 2021.
		<i>H. grypus</i>	Nelms et al., 2018; Nelms et al., 2019.
		<i>P. vitulina</i>	Nelms et al., 2019.
		<i>P. phocoena</i>	
		<i>S. coeruleoalba</i>	
	<i>T. truncatus</i>	Nelms et al., 2019; Battaglia et al., 2020.	

**Cuadro 4.** Rangos de tamaño ( $\mu\text{m}$ ) por morfología de microplásticos (MP) reportados con mayor incidencia por especie de mamífero marino.

Especie	Min.	Máx.	Morfología	Referencias
<i>D. delphis</i>	44	4,361	Fragmentos	Stockin <i>et al.</i> , 2021. Nelms <i>et al.</i> , 2019. Lusher <i>et al.</i> , 2018. Hernández-Gonzalez <i>et al.</i> , 2018.
	100	20,000	Fibras	
	290	16,700	N/E	
	950		Beads	
<i>T. truncatus</i>	100	20,000	Fibras	Nelms <i>et al.</i> , 2019. Lusher <i>et al.</i> , 2018. Battaglia <i>et al.</i> , 2020.
	125	16,700	N/E	
	900		Fragmentos	
<i>S. coeruleoalba</i>	100	20,000	Fibras	Nelms <i>et al.</i> , 2019. Lusher <i>et al.</i> , 2018.
	300	16,700	N/E	
	900		Fragmentos	
<i>H. grypus</i>	100	40,000	Fragmentos	Nelms <i>et al.</i> , 2018. Nelms <i>et al.</i> , 2019.
	100	20,000	Fibras	
<i>P. phocoena</i>	100	20,000	Fibras	Nelms <i>et al.</i> , 2019. Lusher <i>et al.</i> , 2018.
	100	16,700	N/E	
	900		Fragmentos	
<i>P. vitulina</i>	100	20,000	Fibras	Nelms <i>et al.</i> , 2019.
	900		Fragmentos	

\*Para Nelms *et al.* (2019) se considera una 50 N de 10 especies, (cetáceos N = 43-8 especies; pinnípedos N = 7-2 especies) y no se especifica la cantidad, morfología o tamaño por individuo.

## Referencias

- Alexiadou, P.; Foskolos, I. & Frantzis, A.** (2019). Ingestion of macroplastics by odontocetes of the Greek Seas, Eastern Mediterranean: Often deadly!. *Marine Pollution Bulletin*, 146: 67–75. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2019.05.055>
- Ayala, F.; Cardeña, M. & Cárdenas-Alayza, S.** (2021). Registro preliminar de microplásticos en fecas del león marino sudamericano (*Otaria byronia*) [de Blainville 1820]) recolectadas en punta San Juan, Perú. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 37: 273–279. <https://doi.org/10.20937/RICA.53745>
- Banerjee, A. & Shelver, W.L.** (2021). Micro- and nanoplastic induced cellular toxicity in mammals: A review. *The Science of the Total Environment*, 755(Pt 2). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142518>
- Battaglia, F.M.; Beckingham, B.A.; & McFee, W.E.** (2020). First report from North America of microplastics in the gastrointestinal tract of stranded bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Marine Pollution Bulletin*, 160: 111677. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111677>
- Besseling, E.; Foekema, E.M.; Van Franeker, J.A.; Leopold, M.F.; Kühn, S.; Bravo Rebolledo, E.L.; Heße, E.; Mielke, L.; IJzer, J.; Kamminga, P. & Koelmans, A.A.** (2015). Microplastic in a macro filter feeder: Humpback whale *Megaptera novaeangliae*. *Marine Pollution Bulletin*, 95(1): 248–252. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.04.007>
- Bradney, L.; Wijesekara, H.; Palansooriya, K.N.; Obadamudalige, N.; Bolan, N.S.; Ok, Y.S.; Rinklebe, J.; Kim, K.H. & Kirkham, M.B.** (2019). Particulate plastics as a vector for toxic trace-element uptake by aquatic and terrestrial organisms and human health risk. *Environment International*, 131: 18. <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2019.104937>
- Brydson, J.** (1999). Plastics Materials. In: *Analysis and Deformation of Polymeric Materials* (Seventh ed). Springer. [https://doi.org/10.1007/0-306-46908-1\\_8](https://doi.org/10.1007/0-306-46908-1_8)
- Butterworth, A. & Sayer, S.** (2017). The Welfare Impact on Pinnipeds of Marine Debris and Fisheries. *Marine Mammal Welfare*, 17: 215–239. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-46994-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-46994-2_13)
- Carbery, M.; O'Connor, W. & Palanisami, T.** (2018). Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health. *Environment International*, 115: 400–409. <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2018.03.007>
- Castañeta, G.; Gutiérrez, A.F.; Nacaratte, F. & Manzano, C.A.** (2020). Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, riesgos para la salud pública por exposición. *Revista Boliviana de Química*, 37(3): 160–175. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.37.3.4>
- Courtene-Jones, W.; Quinn, B.; Gary, S.F.; Mogg, A.O.M. & Narayanaswamy, B.E.** (2017). Microplastic pollution identified in deep-sea water and ingested by benthic invertebrates in the Rockall Trough, North Atlantic Ocean. *Environmental Pollution*, 231: 271–280. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.026>
- D'Agostino, F.; Bellante, A.; Quinci, E.; Gherardi, S.; Piacenti, F.; Sabatino, N.; Buffa, G.; Avellone, G.; Di Stefano, V. & Del Core, M.** (2020). Persistent and Emerging Organic Pollutants in the Marine Coastal Environment of the Gulf of Milazzo (Southern Italy): Human Health Risk Assessment. *Frontiers in Environmental Science*, 8: 117. <https://doi.org/10.3389/FENVS.2020.00117/BIBTEX>
- Donohue, M.J.; Masura, J.; Gelatt, T.; Ream, R.; Baker, J.D., Faulhaber, K. & Lerner, D.T.** (2019). Evaluating exposure of northern fur seals, *Callorhinus ursinus*, to microplastic pollution through fecal analysis. *Marine Pollution Bulletin*, 138: 213–221. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.036>
- Dool, T. & Bosker, T.** (2022). Predicted microplastic uptake through trophic transfer by the short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*) and common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Northeast Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 180: 113745. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113745>
- Dudek, K.L.; Cruz, B.N.; Polidoro, B. & Neuer, S.** (2020). Microbial colonization of microplastics in the Caribbean Sea. *Limnology and Oceanography Letters*, 5(1): 5–17. <https://doi.org/10.1002/LOL2.10141>

**Eriksson, C. & Burton, H.** (2003). Origins and biological accumulation of small plastic particles in fur seals from Macquarie Island. *Ambio*, 32(6): 380–384. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-32.6.380>

**Erni-Cassola, G.; Zadjelovic, V.; Gibson, M.I. & Christie-Oleza, J.A.** (2019). Distribution of plastic polymer types in the marine environment; A meta-analysis. *Journal of Hazardous Materials*, 369: 691–698. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.02.067>

**Fossi, M.C.; Coppola, D.; Baini, M.; Giannetti, M.; Guerranti, C.; Marsili, L.; Panti, C.; de Sabata, E. & Clò, S.** (2014). Large filter feeding marine organisms as indicators of microplastic in the pelagic environment: The case studies of the Mediterranean basking shark (“*Cetorhinus maximus*”) and fin whale (“*Balaenoptera physalus*”). *Marine Environmental Research*, 100: 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.02.002>

**Friot, D. & Boucher, J.** (2017). *Primary microplastics in the oceans* | IUCN Library System (C.G. Lundin, J.M. de Sousa & Francis (eds.)). IUCN, Gland, Switzerland. <https://doi.org/dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.en>  
Julien

**Galloway, T.S. & Lewis, C.N.** (2016). Marine microplastics spell big problems for future generations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(9): 2331–2333. <https://doi.org/10.1073/pnas.1600715113>

**Galloway, T.S.; Cole, M. & Lewis, C.** (2017). Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. *Nature Ecology & Evolution*, 1(5): 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0116>

**García Piqueras, M. & Torres Gavilá, J.** (2021). Clínica y sanidad de odontocetos y pinnípedos en cautividad y vida libre. *Nereis*, 13: 187–202. [https://doi.org/10.46583/NEREIS\\_2021.13](https://doi.org/10.46583/NEREIS_2021.13)

**Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos.** (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo* (p. 78). Diario Oficial de la Federación – Secretaría de Gobernación; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

<https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>

**Hale, R.C.; Seeley, M.E.; La Guardia, M.J.; Mai, L. & Zeng, E.Y.** (2020). A global perspective on microplastics. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 125(1): 1–40. <https://doi.org/10.1029/2018JC014719>

**Hearle, J.W.S.** (2001). *High-Performance Fibres* - 1st Edition (J. W. S. Hearle (ed.); 1st Edition). Woodhead Publishing. <https://www.elsevier.com/books/high-performance-fibres/hearle/978-1-85573-539-2>

**Hermida, É.** (2011). Capítulo 9: Polímeros. En: Crowe C. (Ed.), *Colección Materiales y materias primas* (Vol. 2, p. 70). [http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/09\\_Polimeros.pdf](http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/09_Polimeros.pdf)

**Hernandez-Gonzalez, A.; Saavedra, C.; Gago, J.; Covelo, P.; Santos, M.B. & Pierce, G.J.** (2018). Microplastics in the stomach contents of common dolphin (“*Delphinus delphis*”) stranded on the Galician coasts (NW Spain, 2005–2010). *Marine Pollution Bulletin*, 137: 526–532. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.10.026>

**Hernandez-Milian, G.; Lusher, A.; MacGibbon, S. & Rogan, E.** (2019). Microplastics in grey seal (“*Halichoerus grypus*”) intestines: Are they associated with parasite aggregations?. *Marine Pollution Bulletin*, 146: 349–354. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.014>

**Hocking, D.P.; Marx, F.G.; Park, T.; Fitzgerald, E.M.G. & Evans, A.R.** (2017). Reply to comment by Kienle *et al.* 2017. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1863). <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.1836>

**Hossain, M.S.; Rahman, M.S.; Uddin, M.N.; Sharifuzzaman, S.M.; Chowdhury, S.R.; Sarker, S. & Nawaz Chowdhury, M.S.** (2019). Microplastic contamination in Penaeid shrimp from the Northern Bay of Bengal. *Chemosphere*, 238: 124688. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124688>

**Houck, M.M.** (2009). Ways of identifying textile fibers and materials. *Identification of Textile Fibers*: 6–26. <https://doi.org/10.1533/9781845695651.1.6>

- Huang, P.; Su, Y.; Luo, H.; Lan, X.; Chong, Y.; Wu, F. & Zheng, W.** (2022). Facile one-step method to manufacture polypropylene bead foams with outstanding thermal insulation and mechanical properties via supercritical CO<sub>2</sub> extrusion foaming. *Journal of CO<sub>2</sub> Utilization*, 64: 102167. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2022.102167>
- IUCN (International Union for Conservation of Nature).** (2022). *Red List of Threatened Species*. <https://www.iucnredlist.org/>
- Julienne, F.; Lagarde, F.; Bardeau, J.F. & Delorme, N.** (2022). Thin polyethylene (LDPE) films with controlled crystalline morphology for studying plastic weathering and microplastic generation. *Polymer Degradation and Stability*, 195: 109791. <https://doi.org/10.1016/J.POLYMDEGRADSTAB.2021.109791>
- Kiran, B.R.; Kopperi, H. & Venkata Mohan, S.** (2022). Micro/nano-plastics occurrence, identification, risk analysis and mitigation: challenges and perspectives. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 21(1): 169–203. <https://doi.org/10.1007/S11157-021-09609-6/TABLES/3>
- Koltzenburg, S.; Maskos, M. & Nuyken, O.** (2017). Polymer chemistry. In: *Polymer Chemistry*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-49279-6/COVER>
- Koongolla, J.B.; Lin, L.; Pan, Y.F.; Yang, C.P.; Sun, D.R.; Liu, S.; Xu, X.R.; Maharana, D.; Huang, J.S. & Li, H.X.** (2020). Occurrence of microplastics in gastrointestinal tracts and gills of fish from Beibu Gulf, South China Sea. *Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987)*, 258: 26. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2019.113734>
- Lehtiniemi, M.; Hartikainen, S.; Näkki, P.; Engström-Öst, J.; Koistinen, A. & Setälä, O.** (2018). Size matters more than shape: Ingestion of primary and secondary microplastics by small predators. *Food Webs*, 16: e00097. <https://doi.org/10.1016/j.fooweb.2018.E00097>
- Lei, X.; Cheng, H.; Luo, Y.; Zhang, Y.; Jiang, L.; Sun, Y.; Zhou, G. & Huang, H.** (2021). Abundance and characteristics of microplastics in seawater and corals from Reef Region of Sanya Bay, China. *Frontiers in Marine Science*, 8: 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.728745>
- Liu, S.; Chen, H.; Wang, J.; Su, L.; Wang, X.; Zhu, J. & Lan, W.** (2021). The distribution of microplastics in water, sediment, and fish of the Dafeng River, a remote river in China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 228: 113009. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.113009>
- Lusher, A.L.; Hernandez-Milian, G.; Berrow, S.; Rogan, E. & O'Connor, I.** (2017). Incidence of marine debris in cetaceans stranded and by caught in Ireland: Recent findings and a review of historical knowledge. *Environmental Pollution*, 232: 467–476. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2017.09.070>
- Mager Stellman, J.** (1998). Parte XIV – Industrias textiles y de la confección. En: *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (“Encyclopaedia of Occupational Health and Safety”, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (Trad.); 4<sup>ta</sup> edición; capítulos 87-90). Oficina Internacional del Trabajo (Ginebra). Chantal Dufresne, BA. <https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/enciclopedia-oit/tomo-iii>
- Martin, C.; Baalkhuyur, F.; Valluzzi, L.; Saderne, V.; Cusack, M.; Almahasheer, H.; Krishnakumar, P.K.; Rabaoui, L.; Qurban, M.A.; Arias-Ortiz, A.; Masqué, P. & Duarte, C.M.** (2020). Exponential increase of plastic burial in mangrove sediments as a major plastic sink. *Science Advances*, 6(44): 1–8. <https://doi.org/10.1126/SCIADV.AAZ5593>
- Martín, J.; Santos, J.L.; Aparicio, I. & Alonso, E.** (2022). Microplastics and associated emerging contaminants in the environment: Analysis, sorption mechanisms and effects of co-exposure. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, 35: 15. <https://doi.org/10.1016/J.TEAC.2022.E00170>
- Marzocchi, V. a.; Beldoménico, H.R. & Vanzetti, N.A.** (2011). Bifenilos policlorados: relación entre estructura química, parámetros conformacionales y toxicidad efectodioxina. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(4): 109–118. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3815195&info=resumen&idioma=ENG>
- Mastandrea, C.; Chichizola, C.; Ludueña, B.; Sánchez, H.; Álvarez, H. & Gutiérrez, A.** (2005). Hidrocarburos aromáticos policíclicos. *Riesgos para la salud y marcadores biológicos*, 39(0325–2957): 27–36. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-29572005000100006&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-29572005000100006&script=sci_arttext&tlng=pt)

- Miller, M.E.; Hamann, M. & Kroon, F.J.** (2020). Bioaccumulation and biomagnification of microplastics in marine organisms: A review and meta-analysis of current data. *PLOS ONE*, 15(10): 25. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0240792>
- Moody, V. & Needles, H.L.** (2004). 1. Fiber Theory and Formation. In: *Tufted Carpet: Textile Fibers, Dyes, Finishes and Processes* (pp. 3–21). William Andrew Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-188420799-0.50002-6>
- Moore, R.C.; Loseto, L.; Noel, M.; Etemadifar, A.; Brewster, J.D.; MacPhee, S.; Bendell, L. & Ross, P.S.** (2019). Microplastics in beluga whales (“*Delphinapterus leucas*”) from the Eastern Beaufort Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 150: 110723. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110723>
- Moore, R.C.; Noel, M.; Etemadifar, A.; Loseto, L.; Posacka, A.M.; Bendell, L. & Ross, P.S.** (2021). Microplastics in beluga whale (“*Delphinapterus leucas*”) prey: An exploratory assessment of trophic transfer in the Beaufort Sea. *Science of The Total Environment*, 806: 150201. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150201>
- Nelms, S.E.; Barnett, J.; Brownlow, A.; Davison, N.J.; Deaville, R.; Galloway, T.S.; Lindeque, P.K.; Santillo, D. & Godley, B.J.** (2019). Microplastics in marine mammals stranded around the British coast: ubiquitous but transitory? *Scientific Reports*, 9(1): 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37428-3>
- Nelms, S.E.; Galloway, T.S.; Godley, B.J.; Jarvis, D.S. & Lindeque, P.K.** (2018). Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. *Environmental Pollution*, 238: 999–1007. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.016>
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).** (2021). *Biomagnification*. <https://oceanexplorer.noaa.gov/edu/learning/player/lesson13/1131a1.html>
- Novillo, O.; Raga, J.A. & Tomás, J.** (2020). Evaluating the presence of microplastics in striped dolphins (“*Stenella coeruleoalba*”) stranded in the Western Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 160: 111557. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111557>
- Panti, C.; Bains, M.; Lusher, A.; Hernandez-Milan, G.; Bravo Rebolledo, E.L.; Unger, B.; Syberg, K.; Simmonds, M.P. & Fossi, M.C.** (2019). Marine litter: One of the major threats for marine mammals. Outcomes from the European Cetacean Society workshop. *Environmental Pollution*, 247: 72–79. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.01.029>
- Perez-Venegas, D.J.; Seguel, M.; Pavés, H.; Pulgar, J.; Urbina, M.; Ahrendt, C. & Galbán-Malagón, C.** (2018). First detection of plastic microfibers in a wild population of South American fur seals (“*Arctocephalus australis*”) in the Chilean Northern Patagonia. *Marine Pollution Bulletin*, 136: 50–54. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.065>
- Perez-Venegas, D.J.; Toro-Valdivieso, C.; Ayala, F.; Brito, B.; Iturra, L.; Arriagada, M.; Seguel, M.; Barrios, C.; Sepúlveda, M.; Oliva, D.; Cárdenas-Alayza, S.; Urbina, M.A.; Jorquera, A.; Castro-Nallar, E. & Galbán-Malagón, C.** (2020). Monitoring the occurrence of microplastic ingestion in Otariids along the Peruvian and Chilean coasts. *Marine Pollution Bulletin*, 153(August 2019): 110966. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110966>
- Pinzone, M.; Nordøy, E.S.; Eppe, G.; Malherbe, C.; Das, K. & Collard, F.** (2021). First record of plastic debris in the stomach of a hooded seal pup from the Greenland Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 167: 6. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2021.112350>
- Pironti, C.; Ricciardi, M.; Motta, O.; Miele, Y.; Proto, A. & Montano, L.** (2021). Microplastics in the environment: Intake through the food web, human exposure and toxicological effects. *Toxics*, 9(9): 224. <https://doi.org/10.3390/TOXICS9090224>
- Rosal, R.** (2021). Morphological description of microplastic particles for environmental fate studies. *Marine Pollution Bulletin*, 171: 112716. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112716>
- Samal, K.; Mahapatra, S. & Hibzur Ali, M.** (2022). Pharmaceutical wastewater as emerging contaminants (EC): Treatment technologies, impact on environment and human health. *Energy Nexus*, 6: 100076. <https://doi.org/10.1016/J.NEXUS.2022.100076>
- Sathish, M.N.; Jeyasanta, I. & Patterson, J.** (2020). Occurrence of microplastics in epipelagic and mesopelagic fishes from Tuticorin, Southeast coast of India. *Science of the Total Environment*, 720: 9. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137614>

- Schwarzer, M.; Brehm, J.; Vollmer, M.; Jasinski, J.; Xu, C.; Zainuddin, S.; Fröhlich, T.; Schott, M.; Greiner, A.; Scheibel, T. & Laforsch, C.** (2022). Shape, size, and polymer dependent effects of microplastics on “*Daphnia magna*”. *Journal of Hazardous Materials*, 426: 9. <https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2021.128136>
- Scircle, A.; Cizdziel, J.V.; Missling, K.; Li, L. & Vianello, A.** (2020). Single-Pot method for the collection and preparation of natural water for microplastic analyses: Microplastics in the Mississippi River system during and after historic flooding. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 39(5): 986–995. <https://doi.org/10.1002/ETC.4698>
- Shapiro, K.; Krusor, C.; Mazzillo, F.F.M.; Conrad, P.A.; Largier, J.L.; Mazet, J.A.K. & Silver, M.W.** (2014). Aquatic polymers can drive pathogen transmission in coastal ecosystems. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1795): 9. <https://doi.org/10.1098/RSPB.2014.1287>
- Sharifinia, M.; Bahmanbeigloo, Z.A.; Keshavarzifard, M.; Khanjani, M.H. & Lyons, B.P.** (2020). Microplastic pollution as a grand challenge in marine research: A closer look at their adverse impacts on the immune and reproductive systems. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 204: 111109. <https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2020.111109>
- Stockin, K.A.; Pantos, O.; Betty, E.L.; Pawley, M.D.M.; Doake, F.; Masterton, H.; Palmer, E.I.; Perrott, M.R.; Nelms, S.E. & Machovsky-capuska, G.E.** (2021). Fourier transform infrared (FTIR) analysis identifies microplastics in stranded common dolphins (“*Delphinus delphis*”) from New Zealand waters. *Marine Pollution Bulletin*, 173: 113084. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113084>
- Sun, T.; Wu, H.; Wang, X.; Ji, C.; Shan, X. & Li, F.** (2020). Evaluation on the biomagnification or biodilution of trace metals in global marine food webs by meta-analysis. *Environmental Pollution*, 264: 11. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2019.113856>
- Thompson, R.C.; Olsen, Y.; Mitchell, R.P.; Davis, A.; Rowland, S.J.; John, A.W.G.; McGonigle, D. & Russell, A.E.** (2004). Lost at Sea: Where Is All the Plastic? *Science*, 304(5672): 838. [https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1094559/SUPPL\\_FILE/THOMPSON.SOM.PDF](https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1094559/SUPPL_FILE/THOMPSON.SOM.PDF)
- Tierney, K.B.; Farrell, A.P. & Brauner, C.J.** (2013). *Organic chemical toxicology of fishes* (K. Tierney, A. Farrell & C. Brauner (eds.)). <https://www.elsevier.com/books/fish-physiology-organic-chemical-toxicology-of-fishes/tierney/978-0-12-398254-4>
- Tsakona, M.; Baker, E.; Rucevska, I.; Thomas Maes, L.; Appelquist, R.; Macmillan-Lawler, M.; Peter Harris, K.; Raubenheimer, L.R.; Savelli-Soderberg, H.; Ohno, K.W.; Dittkrist, J.; Zwimpfer, T.A.; Aidis, R.; Mafuta, C. & Schoolmeester, T.** (2021). *Drowning in Plastics – Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics* (report; p. 77). United Nations Environment Programme (UNEP); Secretariats of the Basel; Rotterdam and Stockholm Conventions (BRS) and GRID-Arendal. <https://www.unep.org/resources/report/drowning-plastics-marine-litter-and-plastic-waste-vital-graphics>
- van Franeker, J.A.; Bravo Rebolledo, E.L.; Hesse, E.; Ijsseldijk, L.L.; Kühn, S.; Leopold, M. & Mielke, L.** (2018). Plastic ingestion by harbour porpoises “*Phocoena phocoena*” in the Netherlands: Establishing a standardised method. *Ambio*, 47(4): 387–397. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s13280-017-1002-y>
- Windsor, F.M.; Tilley, R.M.; Tyler, C.R. & Ormerod, S.J.** (2019). Microplastic ingestion by riverine macroinvertebrates. *Science of The Total Environment*, 646: 68–74. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2018.07.271>
- Wright, S.L.; Thompson, R.C. & Galloway, T.S.** (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution*, 178: 483–492. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2013.02.031>
- Xiong, X.; Chen, X.; Zhang, K.; Mei, Z.; Hao, Y.; Zheng, J.; Wu, C.; Wang, K.; Ruan, Y.; Lam, P.K.S. & Wang, D.** (2018). Microplastics in the intestinal tracts of East Asian finless porpoises (“*Neophocaena asiaorientalis sunameri*”) from Yellow Sea and Bohai Sea of China. *Marine Pollution Bulletin*, 136: 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.09.006>
- Zantis, L.J.; Carroll, E.L.; Nelms, S.E. & Bosker, T.** (2021). Marine mammals and microplastics: A systematic review and call for standardisation. *Environmental Pollution*, 269: 116142. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116142>

**Zeisler, R.; Demiralp, R.; Koster, B.J.; Becker, P.R.; Burow, M.; Ostapczuk, P. & Wise, S.A.** (1993). Determination of inorganic constituents in marine mammal tissues. *Science of The Total Environment*, 139–140(C): 365–386. [https://doi.org/10.1016/0048-9697\(93\)90034-4](https://doi.org/10.1016/0048-9697(93)90034-4)

**Zhang, Z.; Deng, C.; Dong, L.; Liu, L.; Li, H.; Wu, J. & Ye, C.** (2021). Microplastic pollution in the Yangtze River Basin: Heterogeneity of abundances and characteristics in different environments. *Environmental Pollution*, 287. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2021.117580>

**Zhu, J.; Yu, X.; Zhang, Q.; Li, Y.; Tan, S.; Li, D.; Yang, Z. & Wang, J.** (2019). Cetaceans and microplastics: First report of microplastic ingestion by a coastal delphinid, “*Sousa chinensis*”. *Science of The Total Environment*, 659: 649–654. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.389>

**Zobkov, M.B. & Esiukova, E.E.** (2018). Microplastics in a Marine Environment: Review of Methods for Sampling, Processing, and Analyzing Microplastics in Water, Bottom Sediments, and Coastal Deposits. *Oceanology*, 58(1): 137–143. <https://doi.org/10.1134/S0001437017060169>





**ESTUDIANTE DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA EN PRÁCTICA DE CAMPO COMO PARTE DE LA ASIGNATURA «ALGAS Y BRIOFITAS»  
EN LAS INSTALACIONES DE LA DACBiol.**

**División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).  
Villahermosa, Tabasco; México.**

*Fotografía: cortesía de Ma. Guadalupe Rivas Acuña.*

«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBiol

EJEMPLAR DE MACULÍS *Tabebuia roseae* (Bertol.) Bertero ex A.D.C.; UBICADO FRENTE AL EDIFICIO 'C' Y PARTE DE LOS JARDINES DE LA DACBiol.

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).  
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: cortesía de Marcela Alejandra Cid Martínez



KUXULKAB'

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

+52 (993) 358 1500, 354 4308 ext. 6415

kuxulkab@ujat.mx • kuxulkab@outlook.com

www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039.  
Villahermosa, Tabasco. México.

