



CONVENIO UABCS/ GREENPEACE MÉXICO

ESTUDIO

SOBRE EL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN POR
MICROPLÁSTICOS EN PECES DE

MÉXICO

GREENPEACE



Responsables técnicos:

- Dr. Héctor Reyes Bonilla (Universidad Autónoma de Baja California Sur)
- Dr. Lorenzo Álvarez Filip (Universidad Nacional Autónoma de México)
- Dr. Horacio Pérez España (Universidad Veracruzana)
- Dr. David Santillo (Science Unit Exeter University Greenpeace International)

Coordinadores:

- Dr. Miguel Rivas Soto, Greenpeace México A.C.
- M.C. Alejandro Olivera Bonilla, Centro para la Diversidad Biológica

Colaboradores:

- P.B.M. Juan Carlos Perusquía Ardón (Universidad Autónoma de Baja California Sur)
- Biol. Omar Oslet Rivera Garibay (Laboratorio de Biodiversidad y Conservación Arrecifal, UNAM)
- M.C. Esmeralda Pérez Cervantes (Laboratorio de Biodiversidad y Conservación Arrecifal, UNAM)
- Biol. Minerva Flores Vargas (Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana)

Redacción:

- M.C. Bárbara Rojas Montiel



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ■ P. 8

01

¿Qué son los microplásticos? ■ P. 10

- ¿Cómo se evaluó la contaminación por microplásticos en los peces?

02

Los hallazgos: más de la mitad de los peces presentaron plástico. ■ P. 14

- ¿Realmente todas las piezas que se observaron fueron plásticas?
 - ¿Cuál es la composición de los plásticos encontrados?
 - ¿Cuánto plástico se encontró en el estómago de los peces?
- ¿Cómo son los plásticos observados en los peces?
- ¿Cuáles son las especies más afectadas?
- ¿La presencia de microplásticos depende de lo que los peces coman?
 - ¿Cuáles son las especies de peces más afectadas?

03

Principales conclusiones derivadas de los resultados. ■ P. 37

04

La ingesta de plástico por parte de los animales marinos afecta a toda la humanidad. ■ P. 40

05

¿Cómo afecta a las personas que los peces comercialmente importantes consuman microplásticos? ■ P. 43

06

Un problema que se puede evitar. ■ P. 48

- ¿Quiénes son los que tendrían que participar en la solución del problema? ¿Cuáles son las soluciones que existen?
- ¿Qué más se puede hacer en México?

CONCLUSIONES ■ P. 52

AGRADECIMIENTOS ■ P. 54

REFERENCIAS ■ P. 56

INTRODUCCIÓN

Anualmente 13 millones de toneladas de plástico dan a los océanos, contaminación que provoca daños ambientales y económicos que trascienden fronteras afectando a más de 700 especies marinas. Ante esta situación se necesitan soluciones de raíz que permitan a las aguas oceánicas mantener sus servicios ecosistémicos. Para ello se evidencia el modelo de consumo de la cultura usar y tirar del plástico de un solo uso, la cual es insostenible para el planeta. Se hace un llamado a las empresas más contaminantes a que asuman su responsabilidad y se comprometan a cambiar las formas de empaquetado y envasado de sus productos, puesto que actualmente ya es excesivo el uso de este material y disminuir su cantidad de manera inmediata y significativa desde el origen.

En México se producen más de siete millones de toneladas de plástico al año; el 48 % se destina a envases y embalajes. Muchos de ellos son reciclables, pero no necesariamente terminarán siéndolo, pues la capacidad real de reciclaje del total de residuos valorizables en el país apenas llega al 6.07%¹.

En la actualidad, diferentes estados y municipios han tomado medidas para restringir o prohibir el uso de estos artículos, impulsando una nueva forma de consumo basado en sistemas retornables de canje, reúso y relleno de envases, y así fortalecer un modelo capaz de satisfacer necesidades sin generar tanta basura plástica. No obstante, el cambio a nivel legislativo es urgente.

La presente investigación muestra el resultado del esfuerzo de organizaciones de la sociedad civil, junto con científicos mexicanos para mostrar cómo la contaminación plástica impacta a los océanos, la biodiversidad, la alimentación y la economía del planeta y de México; enfocándose en qué manera ésta llega a los peces que se ofrecen en el mercado local, su posible afectación al consumo y, por lo tanto, la economía de las comunidades de pescadores.

Los resultados de este estudio, aunque heterogéneos, demuestran la huella de los microplásticos en tres grandes ecorregiones de México: golfo de California, golfo de México y el mar Caribe. De igual forma, la contaminación plástica no tiene el mismo impacto en todo el país, pero tampoco existe zona exenta de ella. Sus implicaciones comerciales posibles tienen un componente social importante que los legisladores y gobiernos deben considerar. Combatirla es fundamental para un futuro más verde y más justo, donde los daños ambientales sean asumidos por quienes los provocan y no quienes la usan sin tener otra opción, al menos no de forma masiva.

Por ende, se requiere modificar la actual regulación mexicana para restringir este tipo de artículos, muchos de los cuales son de uno o muy pocos usos, además de que su tiempo de degradación en el ambiente va de cientos a miles de años. De esta manera la responsabilidad de la contaminación por plásticos recaería principalmente en sus productores y en quienes lo emplean para distribuir y vender sus productos.

Todo esto, junto con un adecuado proceso de educación ambiental y un correcto manejo de los residuos sólidos urbanos, contribuirá a disminuir el impacto de los plásticos en los océanos y a que la biodiversidad deje de ser víctima del modelo de consumo usar-tirar.

Si bien no se puede afirmar que los consumidores finales están ingiriendo plástico a través de estos peces, tampoco puede descartarse y, mucho menos, los posibles efectos tóxicos que se puedan tener. Además de impulsar la investigación científica sobre este tema, la obligación de las autoridades es garantizar a la ciudadanía una alimentación libre de plástico y, al mismo tiempo, asegurar a los pescadores que su actividad no se verá afectada por este tipo de contaminación.

La responsabilidad de esta problemática también depende de que los gobiernos pongan las responsabilidades de manera equitativa a quienes corresponde.

¿Qué son los microplásticos?

Los medios de comunicación han dado a conocer la magnitud del problema con relación al consumo de bolsas o tapas de recipientes por parte de animales grandes, tales como mamíferos marinos, aves y reptiles, ya que los confunden con sus presas. Sin embargo, el mayor volumen de contaminantes de los océanos son los microplásticos y tienen diámetro inferior a cinco milímetros.

Los microplásticos se originan de dos fuentes clave: algunos se fabrican de origen con ese tamaño, pues forman parte de detergentes domésticos o productos de belleza (bloqueadores y exfoliantes, etc.), mientras que otros resultan de la fragmentación de plásticos de mayor tamaño.

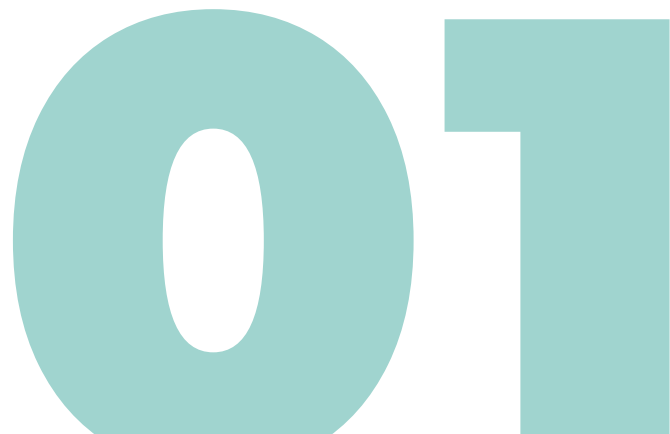
Dado su peso y talla minúsculos, los organismos marinos los ingieren sin percatarse, se dificulta su limpieza del medio y las corrientes pueden transportarlos con facilidad, lo que les ha permitido llegar a todas las costas del planeta, incluso a los polos y los mares profundos.

La relevancia de este tipo de plásticos radica en su incremento (las concentraciones máximas alcanzan 100 mil partículas/m³) y en la capacidad de afectación a gran variedad de especies y hábitats debido a su descomposición gradual y liberación de diversos tipos de químicos, los cuales pueden alterar la salud de los animales que los consumen. Aún se desconocen las consecuencias ambientales de la contaminación por microplásticos, pero se ha registrado su ingesta por aves, tortugas, peces, mamíferos e invertebrados², siendo los peces el grupo con más reportes.

¿Cómo se evaluó la contaminación por microplásticos en los peces?

En esta investigación se estimó la cantidad de microplásticos presentes en los contenidos estomacales de peces de importancia comercial en tres regiones del país: La Paz, Baja California Sur en la región del golfo de California; Puerto Morelos, Quintana Roo en la región del mar Caribe y el puerto de Veracruz, Veracruz en la región del golfo de México. Se realizaron salidas de campo por diferentes equipos durante el periodo de junio a agosto de 2018 para la recolecta de los estómagos en las regiones del golfo de California **(GC)** y del golfo de México **(GM)**, siete salidas en el caso de La Paz y ocho en el de Veracruz. En el caso del Caribe mexicano **(CM)**, se efectuaron seis salidas en Puerto Morelos durante marzo y abril de 2019.

Los estómagos procedieron de capturas habituales de cooperativas pesqueras con las se colaboró en cada una de estas regiones, tales como la Cooperativa “El Manglito” en La Paz,



Baja California Sur; y la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera **“Pescadores de Puerto Morelos”**. En el caso de Veracruz, se trabajó con distintas cooperativas para tener una gama más amplia de especies y zonas de captura.

Las salidas de campo consistieron en acompañar a la tripulación durante su jornada laboral en alta mar: se navegaba hacia el sitio de pesca y se esperaba a que se hicieran las capturas. En el caso de Veracruz, se esperó a que llegaran a la playa con el producto o se visitaban las cooperativas. Una vez que los organismos ya se encontraban dentro de la embarcación o en la playa, se realizaba el registro y recolecta del material para su estudio. En primer lugar, se identificaron las especies capturadas por su nombre común y científico y se le asignó un número a cada individuo. A continuación, se midió la longitud total (en milímetros) de cada ejemplar comercial y se recogió el tubo digestivo, desde el esófago hasta el ano. Las vísceras se agruparon según especie y fecha de recolección para transportarlas a laboratorios donde se pusieron a baja temperatura (-20 °C).

En el laboratorio, los estómagos se descongelaron, separaron para analizar su contenido y se pesaron (en gramos). Se enjuagaron por fuera con agua corriente y con alcohol dentro de frascos de cristal. Se abrieron con bisturí y tijeras para obtener su contenido total. Más tarde, las muestras se trataron con peróxido de hidrógeno al 50 % para eliminar la materia orgánica (predigestión) y aclarar los tejidos³,

lo que ayudó a tener una mejor visualización de las piezas.

Las muestras de contenidos estomacales se dejaron reposar 24 horas. Pasado este tiempo se filtraron, se enjuagaron con alcohol al 70 % y se vaciaron en cajas de Petri. Finalmente, se empleó un microscopio estereoscópico para contar las piezas de plástico que aparecieron.

Cada pieza de plástico se clasificó por sus formas (fragmento, fibra, otros) y se fotografiaron con una ampliación de 40X. Se determinaron el color (blanco, transparente, azul, verde, rojo, amarillo, otro) y la longitud de los fragmentos con un programa especializado para manejo de imágenes (ImagePro).

Validación del material plástico que se obtuvo.

Para comprobar que efectivamente las piezas encontradas se trataban de plástico, dado que la identificación visual puede ser engañosa, se tomó una submuestra al azar de los peces de la localidad de Puerto Morelos (144 piezas), las cuales se trasladaron a las instalaciones de la unidad científica de Greenpeace en la Universidad de Exeter, Inglaterra para su estudio mediante la técnica

de espectrometría infrarroja por transformadas de Fourier (FT-IR).

La espectrometría infrarroja por transformadas de Fourier (FT-IR) se basa en el principio básico de que las moléculas absorben la energía de la luz en longitudes de ondas específicas y presentan un comportamiento particular frente a un haz de rayos infrarrojos.

Las muestras se dejaron secar a 35 °C durante 18 horas y se colocaron en un filtro de plata. En el espectrofotómetro, se sometieron a una fuente de luz infrarroja, la cual hizo un barrido de longitudes de onda desde 4000 cm^{-1} hasta 650 cm^{-1} con una resolución de 4 cm^{-1} . La intensidad de la luz emitida de cada muestra se midió en números de onda, y la cantidad de luz absorbida por las mismas se calculó con la diferencia entre la intensidad de la luz antes y después de pasar por la celda de muestreo. Esto se le conoce como

espectro infrarrojo. Se reunió un total de 16 escaneos para al menos dos secciones de cada pieza.

El espectro infrarrojo se procesó y analizó utilizando un programa especializado (Perkin Elmer Spectrum, versión 10.5.4.738). Finalmente, los plásticos se identificaron por medio de una comparación automática combinada con el juicio de un investigador experto y el uso de catálogos de espectros comerciales que incluían polímeros, aditivos, solventes y de posibles materiales de contaminación del laboratorio.

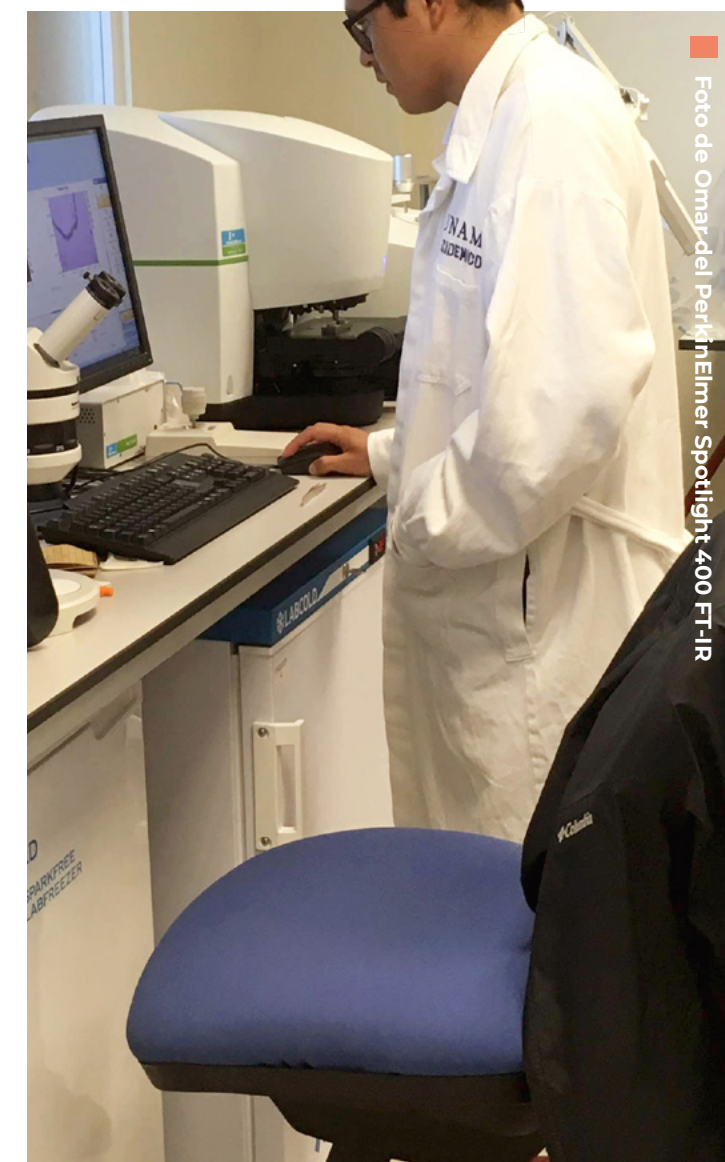


Foto de Omar del PerkinElmer Spotlight 400 FT-IR

Los hallazgos: más de la mitad de los peces presentaron plástico.

En total se revisaron 755 peces, pertenecientes a 66 especies de las tres regiones, de los cuales 411 presentaron microplásticos, lo que representa el 54 % (Figura 1). En más de la mitad de los peces recolectados se encontró al menos una pieza plástica; sin embargo, este porcentaje es intermedio al compararlo con estudios realizados en otras partes del mundo que varían entre 3 % y 77 %³⁻¹⁴.



Figura 1. Porcentaje de organismos con piezas plásticas encontrados en las tres regiones de estudio y en total.

Como se puede observar, la región que presentó mayor proporción de organismos con microplásticos fue Veracruz: 96 % de un total de 219 muestras distribuidas en 29 especies y 15 familias (Anexo 1). De los individuos analizados, únicamente ocho se encontraron sin contaminantes (4 %): uno perteneciente a la familia Scaridae o peces loro, conocido como lora o vieja (**Sparisoma rubripinne**); otro de la familia Haemulidae conocido como burriquete (**Anisotremus surinamensis**), y el resto de la especie comúnmente llamada rubia (**Ocyurus chrysurus**) de la familia Lutjanidae. (Figura 1)

La región de La Paz tuvo el menor porcentaje de peces afectados. Se analizó un total de 318 estómagos de 24 especies de peces con importancia comercial (Anexo 2); solamente el 21 % (67 individuos) presentó plásticos en su interior (Figura 1). Si se consideran únicamente los 153 estómagos con algún contenido (presas que indicaron que el organismo se había alimentado recientemente), el 56 % (86 de ellos) no registró plástico, mientras que en el 44 % sí hubo al menos una pieza. Este alto porcentaje de peces con alimento y plástico en conjunto indica que es factible que la ingestión de las piezas ocurriera durante el proceso de alimentación de sus presas.

Este alto porcentaje de peces con alimento y plástico en conjunto indica que es factible que la ingestión de las piezas ocurriera durante el proceso de alimentación de sus presas.

Para Puerto Morelos se analizaron 218 estómagos de 16 especies de peces con importancia comercial para la zona (Anexo 3), de los cuales el 61 % (133 individuos) mostró microplásticos. (Figura 1)

¿Realmente todas las piezas que se observaron en peces fueron plásticas?

Durante los análisis realizados mediante la técnica de FT-IR en el laboratorio de Exeter, se encontró que de los 144 ejemplares (19 % del total de las de Puerto Morelos) en 53 de ellos (37 %) se identificaron claramente piezas de plástico (poliéster, etilvinilacetato, nailon, polietileno, polipropileno y celofán). En la mayor parte de las muestras (71 piezas, 49 %) había celulosa modificada (Figura 2). Este hallazgo no necesariamente implica que estas piezas sean de origen natural; de hecho, la observación visual de un investigador experto y las características físicas como coloración y forma sugieren que probablemente provengan de algún tipo de fibras manufacturadas como, por ejemplo, el algodón de la ropa. No obstante, este tema merece una investigación futura más profunda.

Por otra parte, 11 % de las muestras analizadas se descartaron, ya que sus espectros no coincidían con ninguno de los utilizados como referencia en los catálogos o el resultado que arrojaba era de componentes químicos u orgánicos.

En dichas muestras existió gran presencia de

óxido de zinc, ingrediente de bloqueadores solares con un alto impacto nocivo en ecosistemas marinos, específicamente en arrecifes coralinos.

Por último, 3 % de piezas está en la categoría de desconocido al no poderse identificar con claridad.

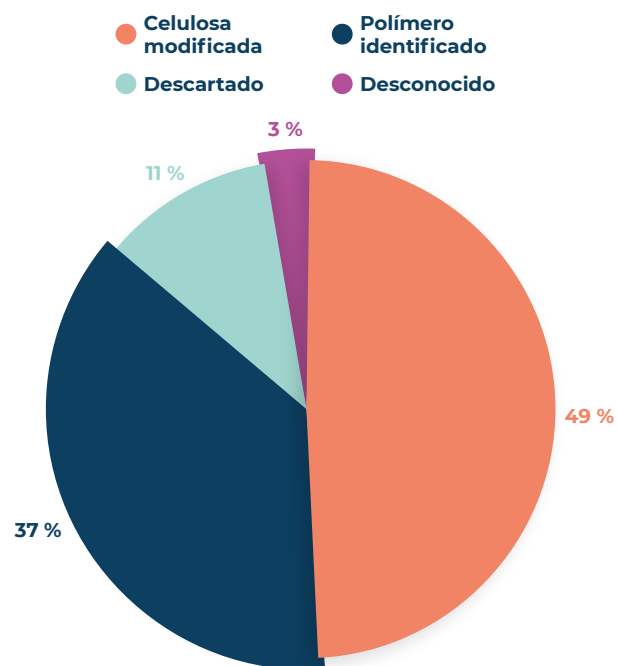


Figura 2. Porcentaje y número de piezas de cada uno de los componentes encontrados en 144 (19 %) de las piezas obtenidas en Puerto Morelos, analizadas en la unidad científica de Greenpeace en la Universidad de Exeter.

¿Cuál es la composición de los plásticos encontrados?

En 37 % del total de piezas analizadas también se obtuvo el tipo de polímero del cual estaban hechas. Son ocho tipos diferentes (Figura 3):

- **Celofán:** tiene usos como envoltorio de regalos, alimentos y también usos industriales tales como las cintas autoadhesivas. Fue el tipo de polímero predominante.
- **Etilvinilacetato:** se usa como adhesivo, revestimiento, así como en espumas sintéticas.
- **Nailon:** comúnmente se transforma en fibras para ropa, alfombras, cuerdas y líneas de pesca.
- **Poliacrilato:** usado en textiles, equipos para pesca, pinturas y cauchos sintéticos.
- **Poliestireno:** usado como plástico rígido para contenedores de comida, flotadores y boyas de pesca.
- **Poliéster:** utilizado en instrumentos eléctricos, así como en algunos tipos de ropa y fibras de cepillos dentales.
- **Polietileno:** tiene diversos usos que incluyen la elaboración de botellas, bolsas de supermercado, empaques pequeños de un solo uso y contenedores de uso industrial.
- **Polipropileno:** utilizado para elaborar contenedores rígidos, tapas de botellas y ciertos tipos de cuerdas usadas en embarcaciones.

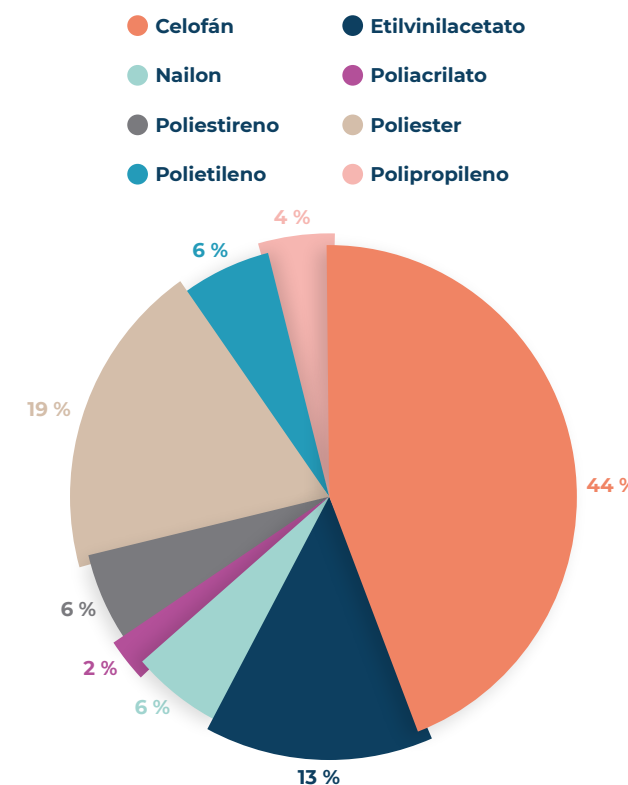


Figura 3. Tipos de polímero identificados en las 53 piezas identificadas como plástico.



Tanto el porcentaje de piezas identificadas por tipo de polímero, como las relacionadas con celulosa modificada y las descartadas sugieren un panorama general del patrón que podría presentarse en un trabajo de campo cuando la inspección visual es el único recurso con el que se cuenta, como en los casos de Veracruz y La Paz. Si se aplica la proporción de ajuste encontrada gracias a los análisis en el laboratorio de Exeter (37 %), se puede calcular el porcentaje aproximado de peces con microplásticos en total por región.

Cerca del 20 % de los peces muestreados presentaron piezas verdaderamente plásticas (Figura 4). En cada región, los porcentajes de peces con plástico también fueron sensiblemente menores y variaron aproximadamente de 8 % en La Paz a 36 % en Veracruz (Figura 4).

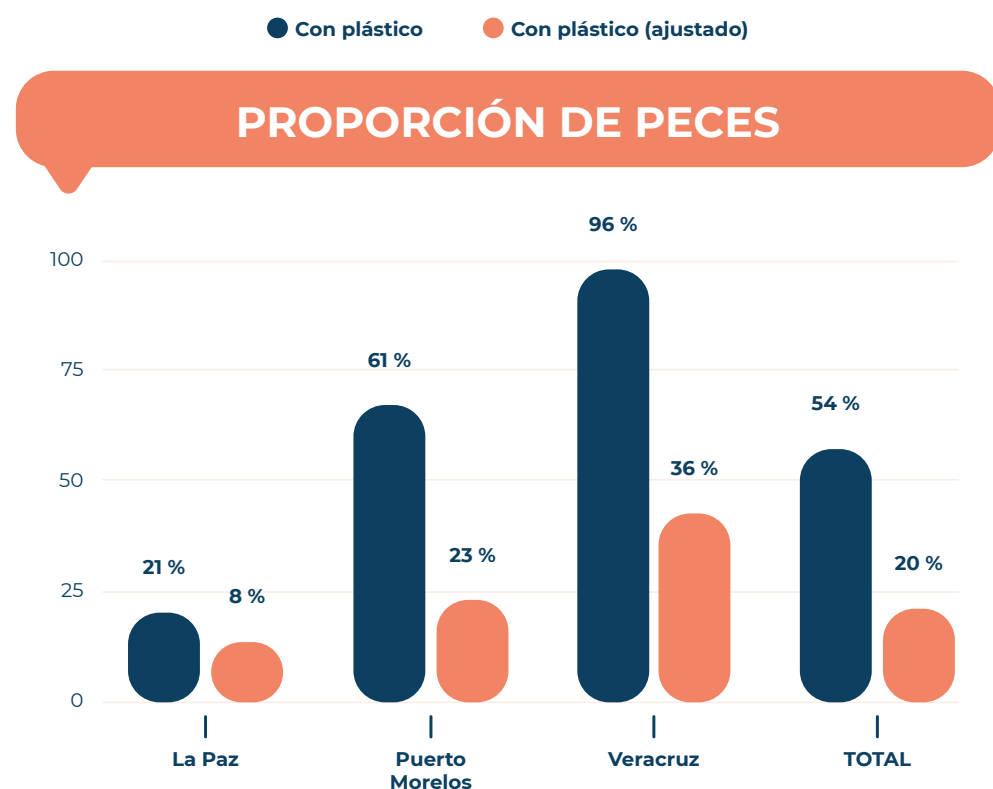


Figura 4. Porcentaje de organismos con piezas plásticas encontrados mediante identificación visual (azul) y porcentaje de organismos con plástico calculado con la proporción de ajuste (37 %, coral) para las tres regiones de estudio y en total.

A pesar de que estos análisis indican que la identificación visual probablemente sobrestimen los resultados obtenidos en las regiones de estudio mediante tampoco deben desestimarse, puesto que brindan información valiosa.

A continuación se muestran los principales hallazgos. Tómese en cuenta que probablemente un solo tercio de las cifras expuestas sean verdaderamente plástico.

¿Cuánto plástico se encontró en el estómago de los peces?

La totalidad de microplásticos encontrados fue de 2,718, correspondiendo su mayor cantidad a Veracruz (1,865) y la menor a La Paz (110) (Figura 5). Aplicando la proporción de ajuste mediante identificación visual (37%), aproximadamente 1,006 de estas piezas (Figura 5).

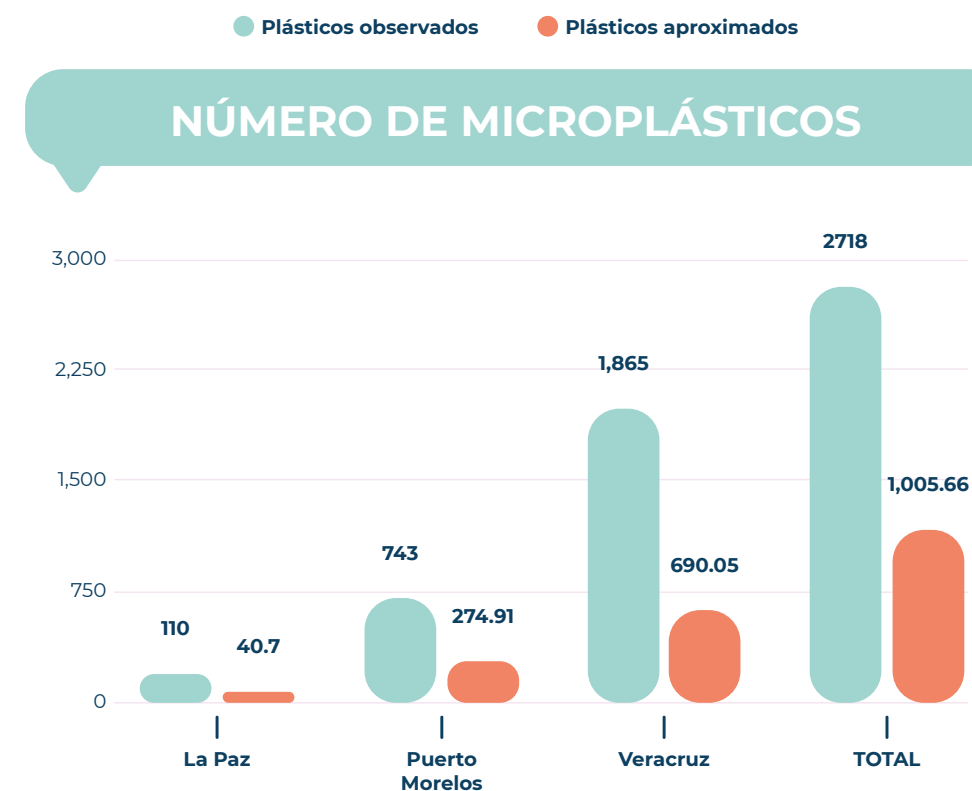


Figura 5. Número de microplásticos identificados visualmente (azul) y calculados utilizando la proporción de ajuste (37 %, coral) en cada región y en total.

Si se toman en cuenta los microplásticos identificados visualmente por organismo, el promedio fue de 3.48, y varió de 0.34 en La Paz a 8.13 en Veracruz. La cantidad de piezas plásticas por estómago fue variada, pudiendo hallarse de 1 a 45, aunque la mayoría presentó únicamente una pieza ^(Figura 6).

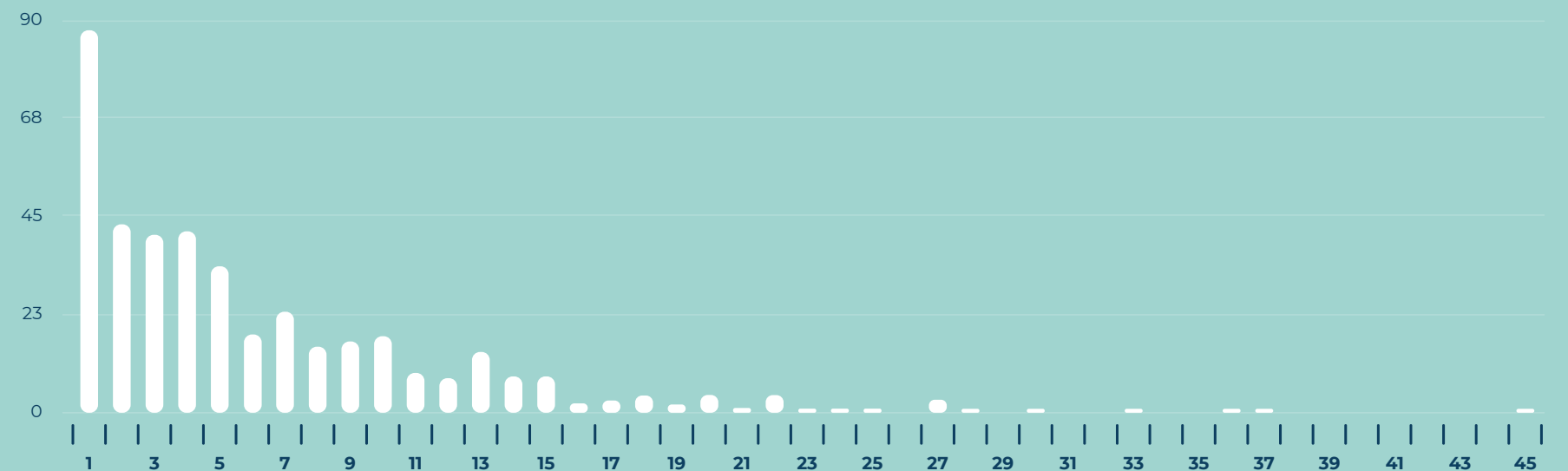
En cambio si es por sitio, el número de plásticos por estómago en Puerto Morelos y en Veracruz abarcó un amplio rango de entre 0 y 45 piezas en el primer lugar donde se presentó un individuo de huachinango ojo amarillo (*Lutjanus vivanus*), **cuyos adultos se localizan a más de 90 m de profundidad** (el máximo encontrado, aunque los demás generalmente contenían una pieza).

En el caso de Veracruz, el número varió entre cero y 37 piezas, correspondiendo a 37 los valores máximos en una rubia (*O. chrysurus*) y 36 a un peto (*Scomberomorus cavalla*). La cantidad de piezas por organismo con mayor frecuencia fue de cinco.

Por otro lado, en La Paz, hubo menor número de piezas por estómago (de una a siete), si bien en la mayor parte se presentaron una o dos. Esta diferencia resultó **significativa entre las tres regiones de acuerdo con los análisis estadísticos realizados.**

La diferencia en los valores de ingestión de microplásticos por región puede deberse por la urbanización de los lugares: el impacto urbano en Veracruz es mucho mayor en comparación a las otras dos regiones, mientras que en La Paz es relativamente bajo. En otros trabajos ya se ha visto la influencia de áreas metropolitanas grandes en la abundancia y distribución de la basura marina y, por tanto, en la cantidad de contaminantes encontrados en los peces ^(10,14).

FRECUENCIA (NÚMERO DE ORGANISMOS)



PIEZAS ENCONTRADAS POR ESTÓMAGO

Figura 6. Número de piezas plásticas encontradas en los peces analizados de las tres regiones.

La presencia de fibras pequeñas en estos organismos puede resultar de la fragmentación de piezas de mayor tamaño, por ejemplo, líneas de pesca o redes. Al mismo tiempo, casi no se encontraron pedazos en los estómagos, probablemente porque los peces son selectivos al alimentarse y no los ingieren.

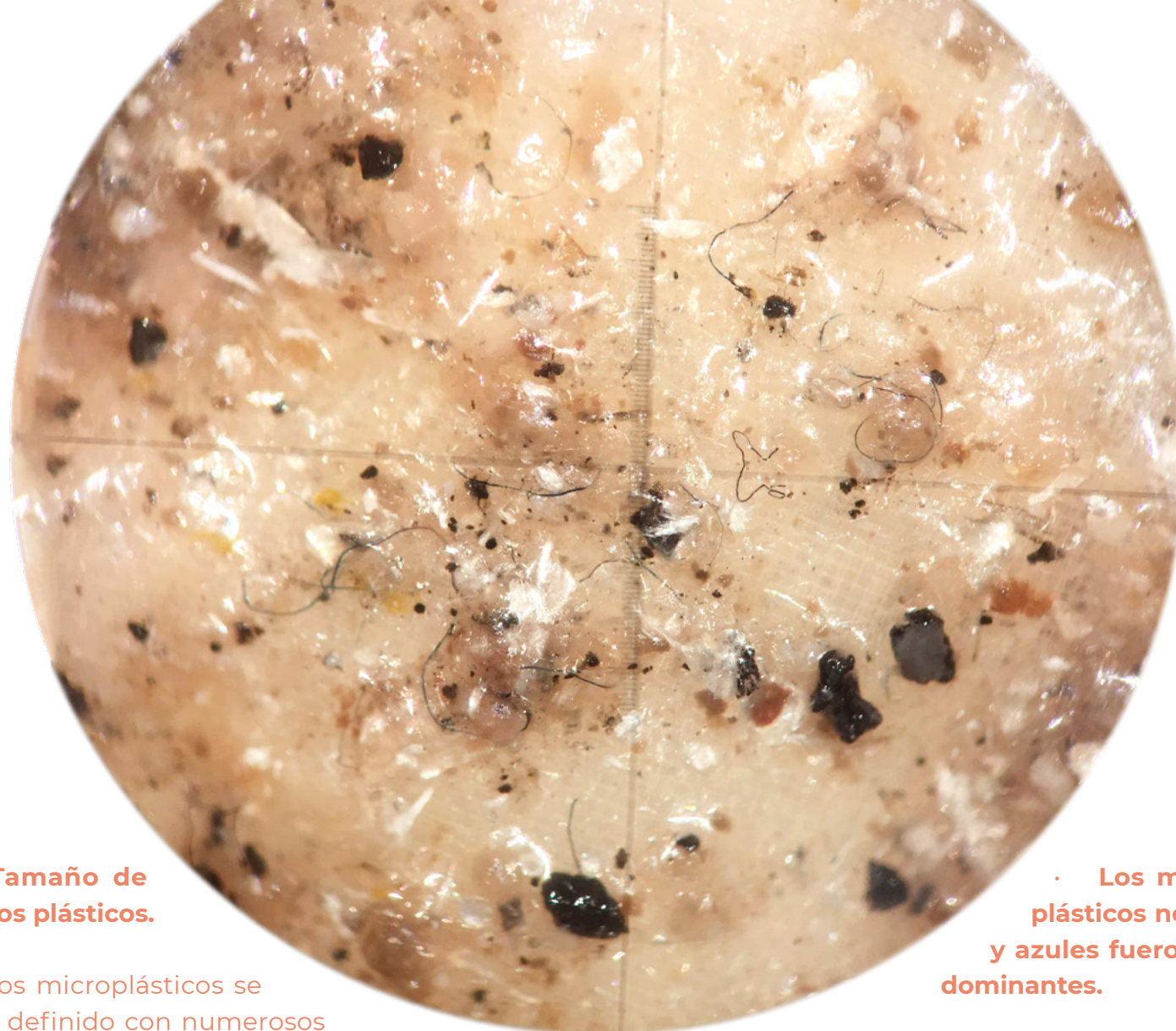
¿Cómo son los plásticos que se observaron en los peces?

- Las fibras fueron la forma de plástico más comúnmente encontrado.

Diferentes estudios realizados en el mundo han demostrado que existe gran variedad en los microplásticos no solo por su tamaño, sino también en cuanto a forma (espumas, particulados, fragmentos, escamas, fibras, películas, esponjas) y color. En este trabajo el 98 % se halló en forma de fibras y el 2 % restante en fragmentos u otros. **Este patrón se repite en todas regiones estudiadas: en Veracruz se contabilizaron 1,865 piezas, de los cuales el 98.93 % fueron fibras y los restantes fragmentos de distintos colores, 1.07 %.** En cuanto a La Paz, hubo dominancia absoluta de fibras al encontrarse solamente una pieza de plástico transparente de las 110 observadas. Respecto a Puerto Morelos, el número total de piezas plásticas fue de 743 donde predominaron principalmente las fibras (97 %); el 3 % restante corresponde a fragmentos y plásticos redondos en forma de «PELLET».

Tamaño de los plásticos.

Los microplásticos se han definido con numerosos rangos de tamaño, los cuales varían de un estudio a otro; van desde diámetros de -10 a -1 mm. En este trabajo se abarcó la medida de entre 1 y 5 mm. Por cuestiones logísticas, únicamente se obtuvo la longitud de los encontrados en La Paz, la cual fue de 2.05 mm en promedio. En el caso de Veracruz solo se midieron aquellos que estaban fuera de este rango y se registraron 74 en forma de fibras con longitudes inferiores a 1 mm y 11 fibras mayores a 5 mm. **El más grande fue una fibra roja de 15 mm dentro de una rubia (*O. chrysurus*).**



Los microplásticos negros y azules fueron los dominantes.

En cuanto al color, predominaron el azul (45 %) y el negro (41 %), seguidos del rojo (7 %), transparente (4 %) y verde (2 %), mientras que el resto (morado, blanco, café, amarillo, rosa) conformaron el 1 % (Figura 7). Estos valores son similares a los reportados en las playas arenosas de la península de Baja California (15), en donde los colores sobresalientes son el negro y el azul (75 % del total). Ambos representan el 86 % de las fibras presentes en los estómagos de los peces del presente estudio.

El predominio de las fibras coincide con otros estudios realizados en México, particularmente en el Pacífico mexicano (15,16), lo que indica que, aparentemente, es una generalidad en el país.

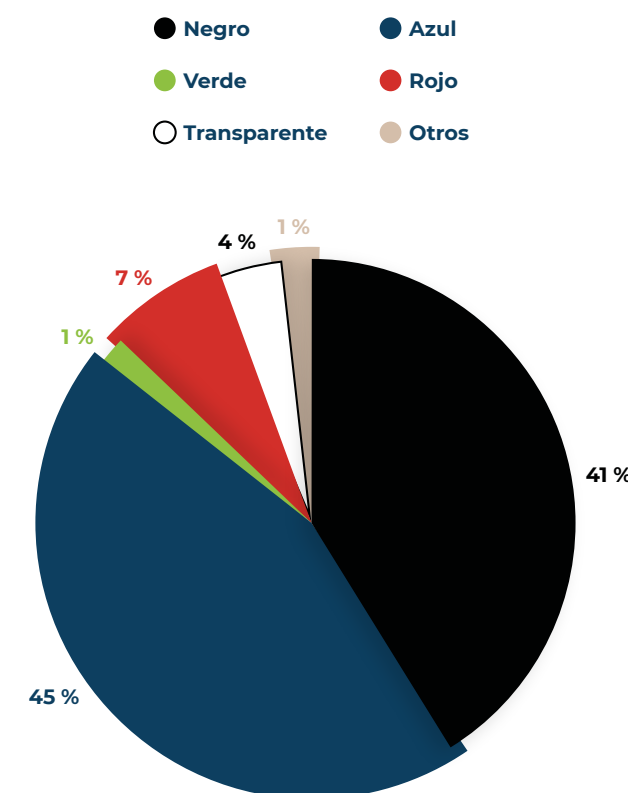


Figura 7. Porcentaje de aparición de color en las piezas plásticas observadas.

Las proporciones de colores fueron significativamente diferentes en los tres sitios de estudio, como se aprecia en la ^(Tabla 1). En Veracruz y Puerto Morelos más del 85 % de las piezas fueron de color azul o negro, mientras que en La Paz el negro y el verde fueron los más frecuentes. También en esta última localidad se encontró un bajo porcentaje de piezas azules en comparación con las otras dos. Otra diferencia es que en Puerto Morelos hubo una

mayor proporción de microplásticos de colores agrupados como «Otros» (aquellos que aparecieron con menor frecuencia) en comparación a los otros sitios.

La dominancia del color azul (con excepción de La Paz) coincide con otros autores en el análisis de estómagos de peces en Turquía ⁽³⁾.

COLOR	VERACRUZ	PUERTO MORELOS	LA PAZ
AZUL	881 (47.75 %)	322 (43.34 %)	6 (5 %)
NEGRO	691 (37.45 %)	340 (45.76 %)	79 (72 %)
ROJO	156 (8.46 %)	38 (5.11 %)	5 (4 %)
VERDE	17 (0.92 %)	7 (0.94 %)	16 (15 %)
TRANSPARENTE	95 (5.15 %)	3 (0.40 %)	3 (3 %)
OTROS	5 (0.27 %)	33 (4.44 %)	1 (1 %)
TOTAL	1845 (100 %)	743 (100 %)	110 (100 %)

Tabla 1. Número de piezas plásticas encontradas de cada color en las diferentes regiones de estudio.

¿Cuáles son las especies más afectadas?

Se analizaron un total de 69 especies de las tres regiones pertenecientes a 26 familias. Las familias con mayor número de peces muestreados se presentan en la ^(Tabla 2), lo que denota su importancia pesquera local en los diferentes sitios de estudio:

NOMBRE FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE ORGANISMOS
Lutjanidae	Pargos y huachinangos	265
Carangidae	Carángidos/Jureles	118
Serranidae	Cabrillas	83
Haemulidae	Burritos o roncós	83

Tabla 2. Familias con mayor número de peces muestreados.

Por otra parte, las familias con un estómago muestreado fueron: Acanthuridae (peces cirujano), Belonidae (agujones), Chanidae (chanos), Rhinobatidae (rayas o peces guitarra) y Sphyrnidae (tiburones martillo).

Chanidae (chanos), Nematistidae (pejegallo, gallo), Rhinobatidae (rayas o peces guitarra) y Sphyrnidae (tiburones martillo). Sin embargo no es representativo, ya que solo uno o dos estómagos de cada una los tenían ^(Figura 8).

En lo que respecta a la frecuencia, las familias de las que se obtuvieron al menos cinco muestras y que presentaron el 100 % de presencia de microplásticos fueron Hemiramphidae (pajaritos) y Mugilidae (lisas). Por el contrario, en cuatro familias no se encontraron:

Los resultados se exhiben por región, ya que las familias diferentes. Las cuatro familias que coincidieron en las tres regiones muestreadas son Carangidae, Haemulidae, Serranidae y Sparidae.

PROPORCIÓN DE ESTÓMAGOS

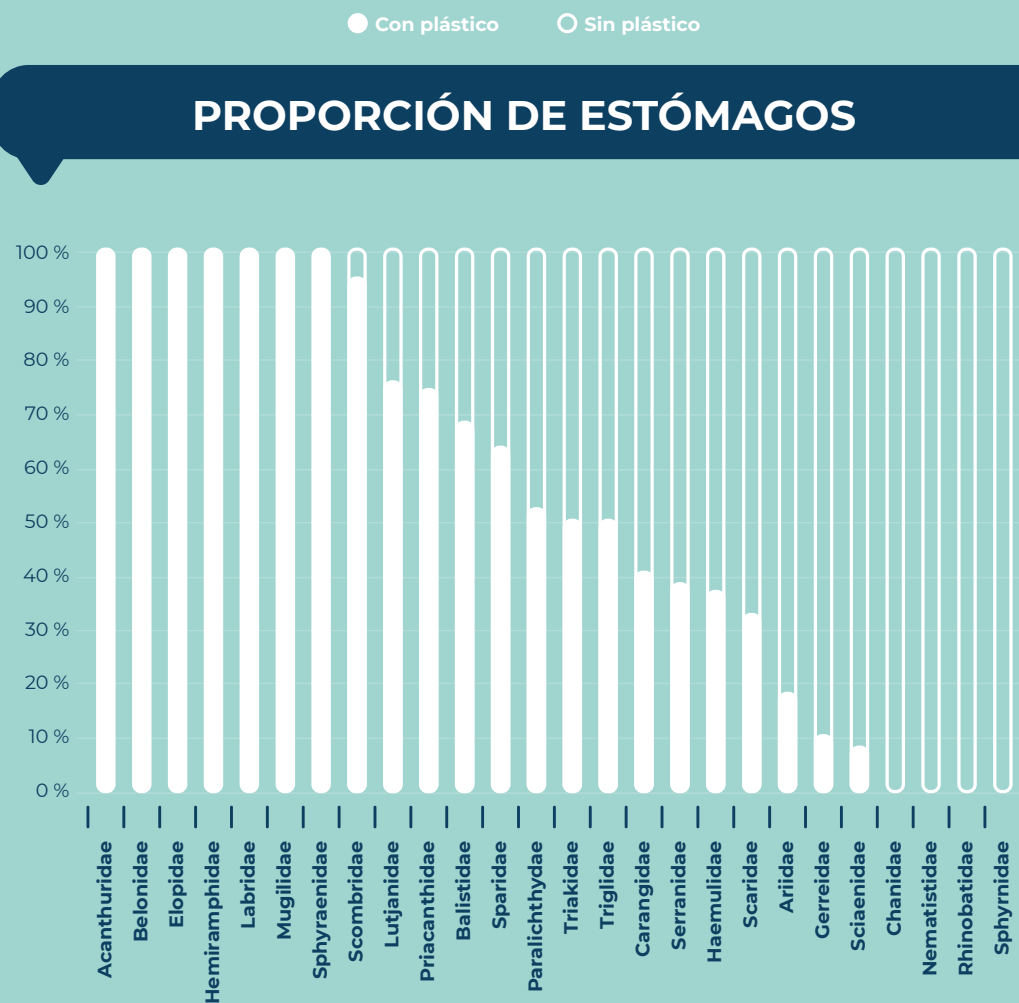


Figura 8. Proporción de estómagos con piezas plásticas para cada familia muestreada.

En Veracruz, de 15 familias, solo tres presentaron individuos sin microplásticos: Scaridae (lora o vieja, Sparisoma rubripinne), Haemulidae (el burriquete, Anisotremus surinamensis) y Lutjanidae (la rubia, Ocyurus chrysurus).

Por otra parte en Puerto Morelos, la familia Lutjanidae tuvo el mayor número de estómagos analizados (142), seguido de las familias Carangidae (23) y Sparidae (21). Mientras que las familias con menor número de muestras fueron Priacanthidae (cuatro), Serranidae

(dos), y Labridae (uno). Cabe mencionar que para esta zona, las familias con menor número de muestras no son menos relevantes para la pesca local, **sino que estos resultados probablemente se deban a factores tales como la temporada de recolecta y/o el estado actual poblacional de sus especies (Serranidae).**

La frecuencia de aparición de plásticos por familia en Puerto Morelos mostró que en



la familia Balistidae se encontró dentro del 100 % de los nueve estómagos muestreados.

A nivel de familia en La Paz, aquella con muestra de mayor tamaño fue Carangidae (38 estómagos). En contraste, solo se revisó un individuo de las familias Chanidae, Rhinobatidae, Scombridae, Triakidae y Triglidae, lo cual sugiere que son relativamente menos importantes para la pesca local.

En lo que respecta a la frecuencia de aparición de microplásticos, considerando solamente los 153 estómagos con contenido estomacal y las familias con más de un estómago muestreado en La Paz, dos familias presentaron el 100 %: Balistidae y Gerreidae. A estas les siguieron Paralichthyidae, Haemulidae, Serranidae, Carangidae y Sciaenidae, con valores entre 75 % y 12 % de individuos presentando fibras.

Estos resultados indican que tanto peces de alimentación pelágica (**aquellos que se alimentan en la columna de agua, como Carangidae**) como demersal (**los que se alimentan cerca del fondo, como Gerreidae y Paralichthyidae**) exhiben basura marina en sus intestinos.

Se deduce que los plásticos tienen una distribución muy amplia en la columna de agua en la bahía de La Paz.

¿La presencia de microplásticos depende de lo que los peces coman?

La presencia de microplásticos en los peces habla de que estos los consumen de alguna manera. Por esta razón es importante saber si existen diferencias en el número de plásticos encontrados por pez de acuerdo con sus hábitos alimenticios. Al realizar una evaluación basada en su nivel trófico — nivel 2 (detritívoros), nivel 3 (carnívoros) y nivel 4 (depredadores), se encontró que los peces depredadores (nivel 4) presentaron una cantidad significativamente mayor en promedio por estómago ^(4.3, figura 9). Esto quiere decir que los peces que se sitúan en los niveles tróficos más altos son los que normalmente tienen un valor económico más elevado y podría afectarse en un futuro.

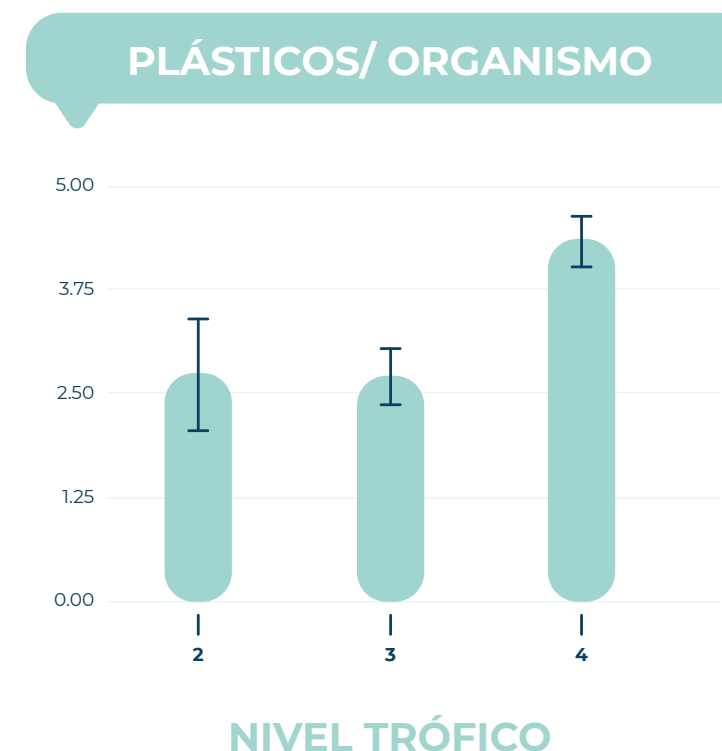


Figura 9. Plásticos promedio (±error típico) encontrados por peces de cada uno de los niveles tróficos.

No obstante, esta tendencia fue diferente al analizar cada región de estudio por separado.

Por un lado, en Puerto Morelos no se encontraron diferencias significativas entre los distintos niveles tróficos. En La Paz, las diferencias dadas por los peces con nivel trófico 4 (**carnívoros depredadores**) presentaron un mayor número de plásticos por organismo, lo que coincide con la tendencia general. Mientras que en Veracruz fue desigual entre los peces detritívoros (nivel trófico 2) y los carnívoros depredadores (nivel trófico 4), encontrándose mayor cantidad en los de menor nivel trófico ^(Figura 10).

Estos resultados señalan que los mecanismos de introducción en los peces difieren a pesar de que la ingesta de plástico ocurre en las tres regiones. No obstante, esto amerita otra investigación.

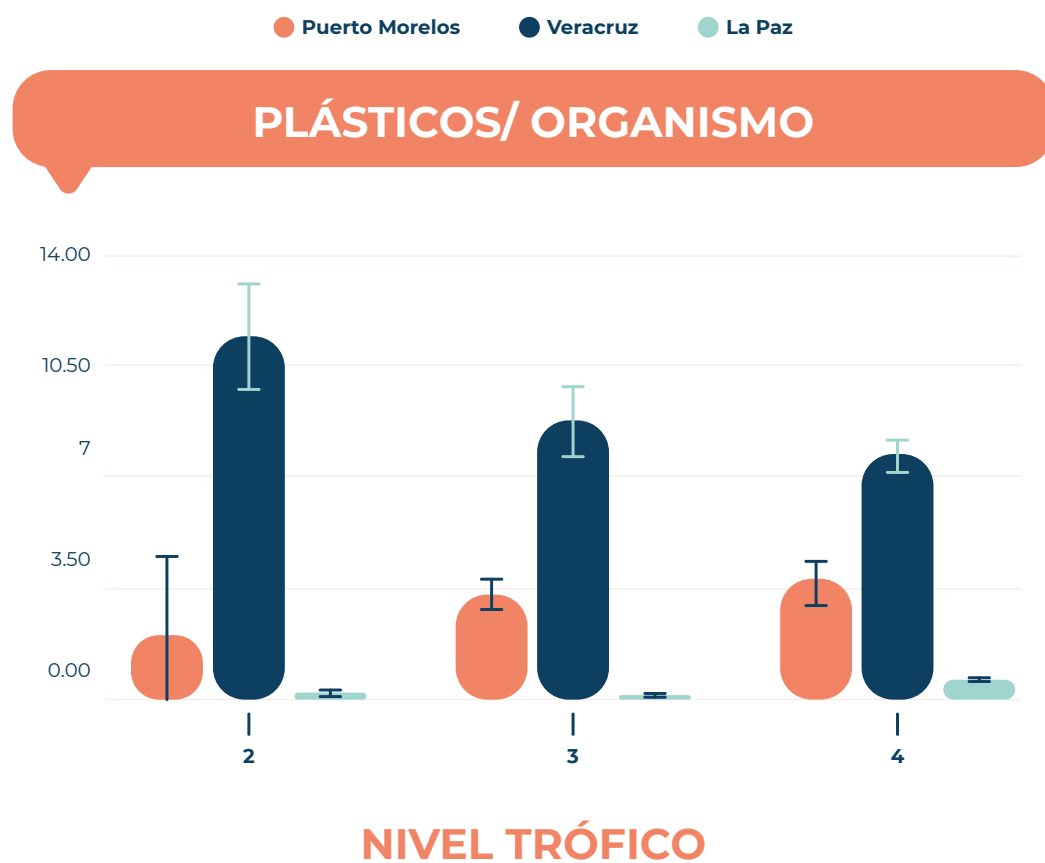


Figura 10. Plásticos promedio (**tercer típico**) encontrados por peces de cada uno de los niveles tróficos de cada región estudiada.

¿Cuáles son las especies de peces más afectadas?

En Veracruz la especie con el mayor promedio de plásticos fue el pajarito (*Hemiramphus brasiliensis*) con 15.8 fragmentos. Le siguió el pargo mulato (*Lutjanus griseus*) con 13; la lisa o lebrancha (*Mugil curema*) con 11.6 y el peto (*Scomberomorus cavalla*), con 11.1. En el extremo opuesto, la especie con menor promedio por individuo fue la rubia (*O. chrysurus*) con 6.6 microplásticos ^(Figura 11).

Cada región estudiada presenta diferentes especies en su mayoría, por lo que es natural que las más afectadas no sean iguales de acuerdo al lugar de estudio.

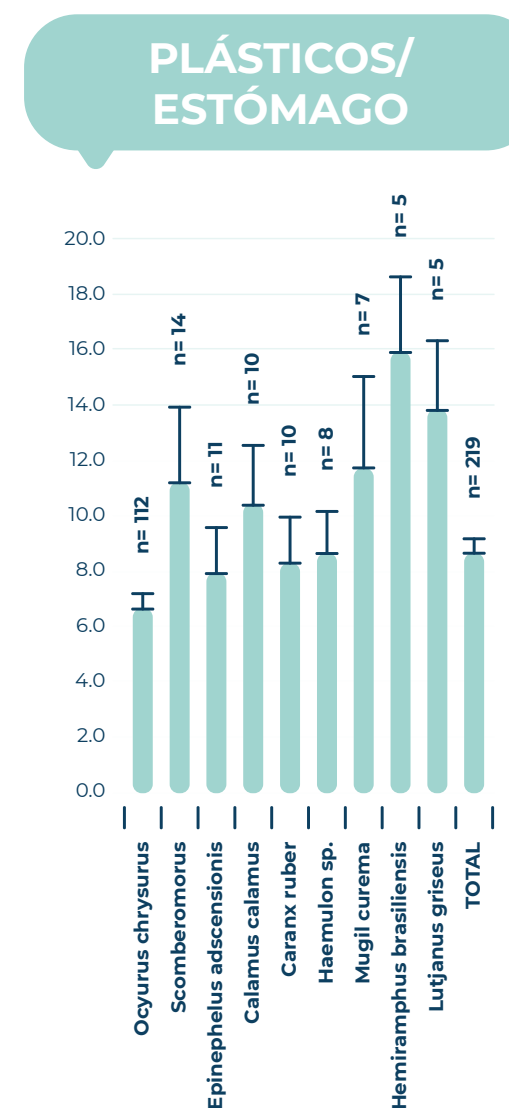


Figura 11. Piezas plásticas promedio para las especies con mayor número de muestra (**n ≥ 5**) y en total en Veracruz.



En Puerto Morelos, el promedio mayor de piezas plásticas por organismo (7.5) se encontró en la especie mero bobo (*Epinephelus morio*), seguido por la cojinuda (*Carangoides bartholomaei*) que presentó 7.33 y el escochín (*Balistes vetula*) que mostró 6.5; mientras que los valores más bajos fueron de 0.43 en la caribeña (*Calamus bajonado*). Además, los dos organismos de *Lutjanus* spp. (especie sin identificar) no tuvieron ningún microplástico en sus estómagos.

Por otra parte, la especie huachinango ojo amarillo (*Lutjanus vivanus*) tuvo el mayor número de muestras con 3.63 piezas (Figura 12).

**PLÁSTICOS/
ESTÓMAGO**



Figura 12. Piezas plásticas promedio para las diez especies con mayor número de muestra y en total. Puerto Morelos.

En el caso de La Paz, el conteo de siete fibras por estómago en un individuo de boquinete, (*Katsuwonus pelamis*) y uno de lenguado (*Paralichthys spp*) fue el máximo valor encontrado. Dentro de las 10 especies con más muestras, el promedio general (tomando a todos los peces analizados) fue de 0.72 piezas por estómago ^(Figura 13). Los valores más altos se encontraron en el lenguado (2.05 piezas plásticas), seguido por la mojarra (*Eucinostomus gracilis*) con 1.50; el cochito (*Balistes polylepis*) con una pieza; el pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) con 0.84 y el bacoco (*Pomadasys macracanthus*) con 0.63. **Destaca el caso del jurel (*Caranx caninus*), el cual tuvo el mayor número de muestras, pero con un promedio por estómago relativamente bajo, 0.32; seguido únicamente por el bagre (*Bagre panamensis*) con 0.20.**

Por el contrario, el boca dulce (*Menticirrhus spp*) y la cabrilla pinta (*Epinephelus analogus*), no tuvieron registro de piezas plásticas.

PLÁSTICOS/ ESTÓMAGO

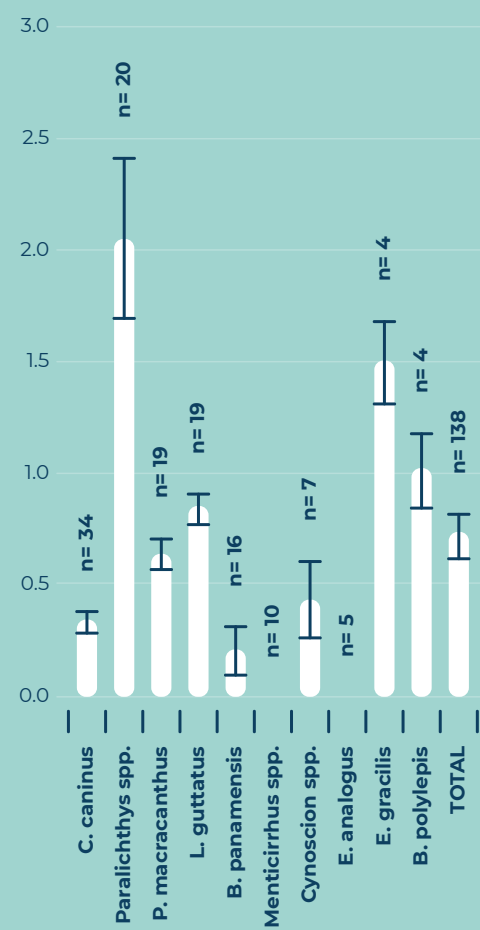


Figura 12. Piezas plásticas promedio para las diez especies con mayor número de muestra y en total de La Paz.

Principales conclusiones derivadas de los resultados.

Como pudo observarse, poco más de la mitad de los peces presentaron microplásticos. De estos, de acuerdo con la proporción de ajuste obtenida en el laboratorio de Exeter, aproximadamente el 20 % lo son realmente. A pesar de esto, el trabajo representa un buen acercamiento a la cantidad de microplásticos que pueden encontrarse en peces comercialmente importantes, pues son contaminantes omnipresentes. Es probable que los peces los confundan con comida, lo que puede mermar la cantidad de alimento que consumen y su capacidad predatoria ⁽¹⁷⁾.

Dentro de los resultados, es clara la diferencia entre regiones tanto en el porcentaje de peces con presencia de microplásticos como en el total de los mismos y los encontrados por organismo. La región más afectada fue Veracruz ^(8,13), dos veces más que en las otras dos. Como se mencionó anteriormente, podría estar relacionado al impacto urbano que recibe este sitio que se traduce en más cantidad de residuos sólidos suspendidos derivados de escurrimientos o descargas de aguas residuales.

Por otra parte, la región con el menor impacto de esta contaminación fue La Paz, lo cual puede relacionarse igualmente con su baja densidad poblacional respecto a las otras dos y, por tanto, con una menor generación de residuos y descargas.

En el presente análisis, las fibras fueron el tipo de microplástico más abundante ^(3,14), lo que concuerda con otros trabajos realizados en el Atlántico y el Mediterráneo por Bellas y colaboradores (España) y Güven y colaboradores (Turquía). Entre las posibles fuentes que se mencionan están los productos cosméticos y de higiene, los productos de la industria pesquera y textil ⁽¹⁴⁾, además de las descargas de aguas residuales ⁽¹⁸⁾, las cuales aumentan con el desarrollo urbano.

Los plásticos en el ambiente marino contienen químicos peligrosos, tanto aditivos utilizados en su manufactura como químicos hidrofóbicos absorbidos del agua de mar ⁽¹⁹⁾.

Existe una necesidad de comprender el mecanismo de acción y los efectos toxicológicos de las concentraciones de microplásticos en el ambiente; pues son relevantes para la salud de los organismos acuáticos y de los consumidores tope (los humanos), ya que estas fuentes de alimento, como los peces comerciales están continuamente expuestas a ellos.

Es de suma importancia el análisis de los componentes de los polímeros encontrados, así se descartan falsos positivos y así dilucidar de mejor manera el posible proceso que desencadena su ingesta. Igual sucede con los posibles contaminantes de cada partícula y los niveles potenciales de daño que podrían causar tanto a peces como a humanos.

Con base en los resultados de este trabajo, sería recomendable extender este estudio tanto en tiempo como en espacio para conocer la presencia de microplásticos en peces de otras regiones y determinar si su presencia depende de la época del año (por ejemplo, temporada alta de turismo en las playas).



La ingesta de plástico por parte de los animales marinos afecta a toda la humanidad.

La manera más probable de que interactúen los organismos y los microplásticos es por medio de su ingesta, ya que su pequeño tamaño puede hacerlos indistinguibles de las presas naturales. Asimismo, su consumo directo es frecuente en organismos filtradores, por ejemplo las almejas; y en animales que se alimentan en el fondo, como los pepinos de mar, anélidos, cangrejos etc. Incluso se ha reportado que ciertos cangrejos también pueden absorberlos a través de sus branquias durante la ventilación ⁽²⁰⁾.

Los microplásticos en el estómago de los peces no proporcionan evidencia directa de exposición humana debido a que este órgano generalmente no se consume. De hecho, el riesgo de ingerirlos es bajo debido a que en la mayoría de mariscos se elimina el tracto gastrointestinal. Sin embargo, hay otras especies que se comen enteros como algunos moluscos y crustáceos, peces como sardinas, o camarones pelados, lo que sí puede conducir al consumo de dichos contaminantes ^(20,21).

En el medio marino, los microplásticos pueden actuar como vehículo para diferentes productos químicos que pudieron añadirse intencionalmente durante su fabricación. O bien, que son contaminantes ambientales absorbidos por su superficie durante su uso y permanencia en el medio ambiente, tales como el estireno, metales tóxicos, ftalatos, bisfenol A (**BPA**), bifenilos policlorados (**PCB**) e hidrocarburos policíclicos aromáticos (**HPA**) ⁽²¹⁾.

Los microplásticos afectan los tejidos animales y deterioran funciones clave que sostienen la salud y la biodiversidad.

Por ejemplo, pueden ocasionar daño físico al absorberse por las membranas y alterar el funcionamiento celular. Adicionalmente, varios químicos pueden acumularse y biomagnificarse en las redes tróficas marinas lo que aumenta el riesgo de efectos tóxicos, especialmente para los principales depredadores y humanos que consumen organismos contaminados con microplásticos o con químicos liberados por estos tras de su ingestión. Los ftalatos y el bisfenol A, por ejemplo, requieren especial atención debido a que su toxicidad ha sido probada en estudios con animales y por su presencia generalizada en el medio ambiente y el cuerpo humano.

Entre estos productos están los metales. Por ejemplo, el mercurio es un contaminante común en el medio marino. Se produce en grandes concentraciones en varias regiones y es altamente tóxico para animales y humanos, ya que se acumula en gran cantidad de organismos y algunas de sus formas (particularmente metilmercurio) se pueden llegar a biomagnificar en las redes tróficas.

Además de productos químicos, se han encontrado microorganismos en los desechos plásticos descriptos generalmente como la «plasticfera».

Estas comunidades son de particular preocupación, pues algunas incluyen organismos patógenos, como *Vibrio* spp., *Escherichia coli*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Bacillus cereus* y *Aeromonas salmonicida*, o especies exóticas invasoras (patógenas o no) que pueden contribuir a la pérdida de biodiversidad y otros impactos ecológicos y económicos negativos. Por esta razón, se ha sugerido que **los desechos plásticos pueden aumentar el riesgo global de enfermedades humanas y animales** a través de nuevas rutas de contaminación e infección y de la introducción de patógenos y sus vectores en otras áreas, **ya sea por medio de la propagación ambiental de microplásticos o de las migraciones de organismos contaminados con patógenos en estos.**

¿Cómo afecta a las personas que los peces comercialmente importantes consuman microplásticos?

Además de los efectos de los microplásticos sobre los organismos marinos, una de las principales preocupaciones son los riesgos potenciales de transferencia de contaminantes a sus partes comestibles y de los posibles efectos tóxicos que pudieran disminuir la calidad de su carne, especialmente para aquellas comunidades humanas en las que el pescado es un componente importante de su dieta, incluso podría traer consecuencias serias para la actividad pesquera ⁽¹⁰⁾.

05

En este estudio, los peces muestreados en las diferentes regiones corresponden en general a pesca de consumo local, es decir, las cooperativas y demás personas con las que se trabajaron surten pescado a la misma comunidad (sea La Paz, Puerto Morelos o Veracruz), y a algunos de sus restaurantes y hoteles, es decir lo que se pesca no se exporta para su venta. **Sin embargo, algunas especies analizadas son de importancia comercial y están incluidas en la Carta Nacional Pesquera** ^(22,23). Entre ellas se encuentra la lisa o lebrancha (*Mugil curema*), que presentó el mayor número promedio de microplásticos en su estómago, y de la cual el estado de Veracruz aportó el 91 % del total de su captura en el golfo de México y el mar Caribe en el periodo de 2011-2015. También es el caso del peto (*Scomberomorus cavalla*), el cual es una importante pesquería artesanal y se comercializa en diferentes centros de abasto del mercado nacional.

En 2015, los estados de Veracruz y Tabasco aportaron el 80 % del total de captura de peto (6,153 toneladas). Asimismo, se encontró un alto número de microplásticos promedio en su estómago (13.8).

También hay otras cinco especies que forman parte de la pesquería multiespecífica de huachinango y pargo del golfo de México y mar Caribe: el huachinango ojo amarillo (*Lutjanus vivanus*), la rubia (*Ocyurus chrysurus*), el pargo perro o cabellera (*Lutjanus jocu*), la biajaiba (*Lutjanus synagris*) y el pargo mulato (*Lutjanus griseus*). Esta última fue una de las especies con mayor número de microplásticos. Otras que también pertenecen a esta pesquería fueron el huachinango de castillo (*Lutjanus campechanus*), el huachinango aleta negra (*Lutjanus buccanella*) y el pargo criollo o luna-rejo (*Lutjanus analis*), aunque en este estudio contaron con una mínima representación.

Con respecto a esta pesquería, el estado de Veracruz aportó 416 toneladas de las 4,129 toneladas de captura que se obtuvieron en el golfo de México y en el Caribe de 2007 a 2012, mientras que Quintana Roo solo contribuyó con 200 T. Otras entidades federativas, como Tabasco y Yucatán, son las que aportan un mayor porcentaje a la captura total regional. El huachinango tiene gran demanda y valor económico, tanto en el mercado nacional como en el internacional; como muestra su captura en Progreso, Yucatán, que se exporta en su totalidad a Estados Unidos. Otras especies, como el grupo de los pargos (*L. griseus*, *L. analis*, *L. jocu*, entre otros) se destina al mercado nacional, principalmente a la Ciudad de México y a Guadalajara.

Por último, la cabrilla roja o payasito (*Cephalopholis fulva*) y el mero rojo (*Ephinephelus morio*) también son especies comercialmente importantes que forman parte de la pesquería multiespecífica de mero, negrilla y abadejo, la cual en los últimos diez años ha registrado una captura promedio de 810 T/año en Quintana Roo, y de 828 T/año en Veracruz. Las principales especies de esta pesquería tienen gran demanda y valor económico; en Quintana Roo, puesto que la pesquería de mero representa más del 30 % de la captura total, siendo su especie principal el mero rojo (*E. morio*), presentó el mayor promedio de piezas plásticas en Puerto Morelos, aunque tuvo mínima representación en el presente estudio.

Los datos anteriores son una muestra de la gran importancia que tiene la actividad pesquera para la economía del país y para las diferentes regiones.

La realidad es que todas las especies de peces están expuestas a la ingestión de plásticos por las condiciones de contaminación de los mares, aun cuando no en todas las mencionadas se encontrara un número alto de microplásticos.



Un problema que se puede evitar.

El problema de los microplásticos en los mares y océanos no solo afecta a México, sino a muchas otras partes del mundo. Sin embargo, cada habitante del planeta puede contribuir a su solución: gran parte del plástico que se encuentra en el mar es de origen local generado por la derrama diaria de basura al agua, sobre todo en zonas altamente urbanizadas como el puerto de Veracruz, Cancún o Cabo San Lucas.

¿Quiénes son los que tendrían que participar en la solución del problema? ¿Cuáles son las soluciones que existen?

Una vez que los plásticos se desechan al mar son difíciles de recuperar, especialmente si su tamaño es pequeño. Por tales motivos, es necesario que los ciudadanos hagan conciencia de que también pueden contribuir disminuyendo la cantidad de plástico que llega a las playas y al mar con acciones tan simples como poner la basura en su lugar o ayudar a la limpieza de playas. Sin embargo, esto no es suficiente. Para que las medidas tengan un efecto real debe existir la colaboración desde instancias gubernamentales en el establecimiento de programas dirigidos a la prevención y limpieza de los océanos, hasta organismos no gubernamentales que asistan en proyectos específicos y sensibilicen a la población. En ambos casos, que apoyen el desarrollo de investigaciones que permitan conocer con mayor precisión cuáles son los efectos que se producen en los organismos.

Los legisladores mexicanos deben poner un alto a la

contaminación por plásticos desde su origen a través de modificaciones a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos donde se contemple:

1. La responsabilidad extendida al productor.
2. La eliminación de plásticos de un solo uso por medio de prohibiciones de productos y materiales que generen impactos negativos al medio ambiente.
3. Etiquetados que informen a los consumidores sobre los impactos negativos en el ambiente que tienen los productos y la forma correcta de desecharlos.
4. La prohibición de la incineración de aquellos envases, empaques y embalajes susceptibles de valorizarse.

Estos puntos pueden marcar un cambio en las dinámicas de producción y consumo que contribuirán de manera positiva a eliminar la contaminación por plásticos que está impactando negativamente a la biodiversidad y a las actividades económicas del país. De no tomar medidas, es muy posible que este problema empeore en un futuro.

¿Qué más se puede hacer en México?

En años recientes existe la tendencia a la prohibición de plásticos de un solo uso en muchos estados de la República Mexicana, como las bolsas. **Sin embargo, las microperlas merecen igual o mayor atención.**

Las microperlas se fabrican cada vez más con el fin de reemplazar los materiales exfoliantes naturales, como la piedra pómez, la avena y las cáscaras de nuez, para su uso en cosméticos como limpiadores, pastas dentales y exfoliantes abrasivos. **Estudios recientes destacan que algunos productos cosméticos contienen aproximadamente la misma cantidad de plástico (en peso) que el empaque del envase de plástico.** Están diseñadas para desecharse a través de aguas residuales. **No obstante, las plantas de tratamiento no están diseñadas para eliminar partículas**

microplásticas. Se estima que actualmente se liberan 8 billones de microperlas en ambientes acuáticos diariamente ⁽²⁴⁾.

A diferencia de las bolsas de plástico, hay intervenciones limitadas para reducir las microperlas, pero en cambio se ha dado una rápida proliferación de políticas para reducir su uso. La mayoría de estas se relacionan con la prohibición de su venta y uso ⁽²⁴⁾.

El apoyo público para prohibir las microperlas está creciendo y ha impulsado la acción de empresas multinacionales, las ONG y responsables políticos. Por ejemplo, Unilever, The Body Shop, IKEA, Target Corporation, L'Oreal, Colgate-Palmolive, Procter & Gamble, y Johnson & Johnson, de alguna forma, han reconocido el problema en sus «productos de cuidado personal». **Muchas ONG de más de 30 países están trabajando o ayudando a aprobar medidas legislativas para prohibir productos de cuidado personal con microperlas.** Ejemplo de esto son varios estados de EE. UU., entre los que se incluyen Illinois, Colorado, Connecticut, Nueva Jersey, Maine, Maryland y Wisconsin; y la provincia de Ontario en Canadá; quienes las regulan o prohíben ⁽²⁴⁾. Asimismo, en países como Reino Unido y Corea del Sur ya tienen regulaciones que prohíben su comercialización ^(Anexo 4, 25).

En México, puede ser posible su prohibición mediante la modificación al **artículo 269 de la Ley General de Salud** en la que proponemos adicionar dos párrafos a dicho artículo, de manera que quede como sigue:

Capítulo IX.

Productos cosméticos.

Artículo 269. Para los efectos de esta Ley, se consideran productos cosméticos las sustancias o formulaciones destinadas a ser puestas en contacto con las partes superficiales del cuerpo humano: epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos, o con los dientes y mucosas bucales con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos, ayudar a modificar su aspecto, protegerlos, mantenerlos en buen estado o corregir los olores corporales o atenuar o prevenir deficiencias o alteraciones en el funcionamiento de la piel sana.

No se considerará producto cosmético una sustancia o mezcla destinada a ser ingerida, inhalada, inyectada o implantada en el cuerpo humano.

Queda prohibida la venta, manufactura y distribución de productos cosméticos que contengan microplásticos.

restringidas o prohibidas para la elaboración de productos cosméticos.

Se considerará microplástico a las pequeñas partículas de plástico de hasta 5 mm de diámetro.

En la elaboración de productos cosméticos se podrán utilizar de manera inmediata aquellas sustancias que hayan sido evaluadas y aprobadas por la Secretaría, independientemente de su posterior inclusión en el Acuerdo o listados para uso general.

La Secretaría dará a conocer mediante Acuerdo o listados todas aquellas sustancias

CONCLUSIONES

- En los análisis de validación del material plástico obtenido, se identificó al 37 % como polímero, mientras que el 49 % fue celulosa modificada. Sin embargo, estas últimas podrían provenir también de algún tipo de fibra manufacturada.
- En un principio, en más de la mitad de los peces muestreados se identificaron microplásticos en su estómago (54 %). Sin embargo, de acuerdo con la proporción de ajuste, se calculó que únicamente el 20 % presentaron realmente plástico.
- Se encontró un total de 2,718 piezas aparentemente plásticas en el estómago de los peces. De estas, aproximadamente 1,006 serían verdadero plástico de acuerdo con los cálculos hechos con la proporción de ajuste.
- La región que mostró más afectación por microplásticos fue Veracruz, que presentó tanto un mayor porcentaje de peces contaminados (96 % inicial, 36 % con la proporción de ajuste), como el mayor número de piezas (1,865 identificadas visualmente, 690 calculadas con la proporción de ajuste). Por el contrario, la que tuvo menor impacto fue La Paz (21 % de peces identificados inicialmente con plástico, 8 % con la proporción de ajuste). Esta diferencia puede estar dada por la urbanización de los lugares: el impacto urbano en Veracruz es mucho mayor en comparación con las otras dos regiones, mientras que por el contrario en La Paz es relativamente bajo.
- En la mayoría de los peces se halló solo una pieza, pero se llegaron encontrar hasta 45 microplásticos en un mismo pez.
- Se obtuvieron ocho tipos de polímero diferente: celofán, etilvinilacetato, nailon, poliacrilato, poliestireno, poliéster, polietileno y polipropileno.
- Las fibras fueron la forma de plástico más común (98 %).
- Predominaron los microplásticos de color azul (45 %) y negro (41 %).
- Las familias con más peces muestreados fueron Lutjanidae (pargos y huachinangos), Carangidae (carángidos o jureles), Serranidae (cabrillas) y Haemulidae (burritos o roncos). Todas, excepto Lutjanidae, se encontraron en las tres regiones de estudio.
- A nivel global, los peces depredadores presentaron un número significativamente mayor de microplásticos por estómago. No obstante, no fue así en todas las regiones por lo que se recomienda hacer más estudios al respecto.
- Las especies más afectadas fueron diferentes en cada región. En Veracruz, el pajarito (*H. brasiliensis*), el pargo mulato (*L. griseus*), la lisa o lebrancha (*M. curema*) y el peto (*S. cavalla*); en Puerto Morelos, el mero bobo (*E. morio*), la cojinuda (*C. bartholomaei*) y el

escochín (*B. vetula*); y en La Paz, el boquinete (*K. pelamis*), el lenguado (*Paralichtys* spp.) y la mojarra (*E. gracilis*).

- Peces comercialmente importantes como la lisa, el peto, los pargos, huachinangos o cabrillas presentaron microplásticos, lo que indica que la actividad pesquera podría verse afectada por este tipo de contaminación.
- Es necesario modificar la actual regulación mexicana para que restrinja los artículos de plástico y ponga un alto a esta contaminación desde su origen. Se proponen modificaciones a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para que contemple la responsabilidad de los productores y elimine los plásticos de un solo uso, entre otras cosas.
- Se propone también una modificación al artículo 269 de la Ley General de Salud para prohibir la comercialización de las microperlas, otro tipo de microplástico muy abundante y de difícil eliminación.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a los pescadores de la Cooperativa "" en La Paz y de la Cooperativa de Producción Pesquera de Puerto Morelos, de esta última **en especial al pescador Cristóbal Vázquez por todo el apoyo y facilidades que nos brindó para este estudio, ya que sin su colaboración este trabajo no hubiera sido posible.** También agradecemos a los integrantes del Laboratorio de Biodiversidad y Conservación Arrecifal (**UNAM**), del Laboratorio de Sistemas Arrecifales (**UABCS**), del Laboratorio de Ecosistemas de Arrecifes (**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**) y de la Science Unit (**EXETER UNIVERSITY, GREENPEACE INTERNATIONAL**) que colaboraron en la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

- Greenpeace. 2019. La falacia de la industria en la lucha contra la contaminación por plásticos. 70 pp. Disponible en: <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2617486/Greenpeace/temlates/pages/alianza/resumen-ejecutivo-reciclar-la-falacia-de-la-industria-en-la-lucha-contra-la-contaminacion--plastica.pdf>
- Cole M, Lindeque P, Halsband C, Galloway TS. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Mar Pollut Bull*,62(12):2588–97.
- Güven O, Gökdağ K, Jovanović B, Kideyş AE. 2017. Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish. *Environ Pollut*, 223:286–94.
- Bråte ILN, Eidsvoll DP, Steindal CC, Thomas K V. 2016. Plastic ingestion by Atlantic cod (*Gadus morhua*) from the Norwegian coast. *Mar Pollut Bull* ,112(1–2):105–10.
- Boerger CM, Lattin GL, Moore SL, Moore CJ. 2010. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Mar Pollut Bull*, 60(12):2275–8.
- Nadal MA, Alomar C, Deudero S. 2016. High levels of microplastic ingestion by the semi-pelagic fish bogue *Boops boops* (L.) around the Balearic Islands. *Environ Pollut*, 214:517–23.
- Tanaka K, Takada H. 2016. Microplastic fragments and microbeads in digestive tracts of planktivorous fish from urban coastal waters. *Sci Rep*, 6(1):34351.
- Lusher AL, O'Donnell C, Officer R, O'Connor I. 2016. Microplastic interactions with North Atlantic mesopelagic fish. *ICES J Mar Sci J du Cons*, 73(4):1214–25.
- Lusher AL, McHugh M, Thompson RC. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Mar Pollut Bull*, 67(1–2):94–9.
- Neves D, Sobral P, Ferreira JL, Pereira T. 2015. Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. *Mar Pollut Bull*, 01(1):119–26.
- Rummel CD, Löder MGJ, Fricke NF, Lang T, Griebeler E-M, Janke M, et al. 2016. Plastic ingestion by pelagic and demersal fish from the North Sea and Baltic Sea. *Mar Pollut Bull*, 102(1):134–41.
- Phillips MB, Bonner TH. 2015. Occurrence and amount of microplastic ingested by fishes in watersheds of the Gulf of Mexico. *Mar Pollut Bull*, 100(1):264–9.
- Davison P, Asch R. 2011. Plastic ingestion by mesopelagic fishes in the North Pacific Sub-tropical Gyre. *Mar Ecol Prog Ser*, 432:173–80.
- Bellas J, Martínez-Armental J, Martínez-Cámara A, Besada V, Martínez-Gómez C. 2016. Ingestion of microplastics by demersal fish from the Spanish Atlantic and Mediterranean coasts. *Mar Pollut Bull*, 109(1):55–60.
- Piñon-Colin T de J, Rodriguez-Jimenez R, Pastrana-Corral MA, Rogel-Hernandez E, Wakida FT. 2018. Microplastics on sandy beaches of the Baja California Peninsula, Mexico. *Mar Pollut Bull*, 131(April):63–71.
- Retama I, Jonathan MP, Shruti VC, Velumani S, Sarkar SK, Roy PD, et al. 2016. Microplastics in tourist beaches of Huatulco Bay, Pacific coast of southern Mexico. *Mar Pollut Bull*, 113(1–2):530–5.
- de Sá LC, Luís LG, Guilhermino L. 2015. Effects of microplastics on juveniles of the common goby (*Pomatoschistus microps*): Confusion with prey, reduction of the predatory performance and efficiency, and possible influence of developmental conditions. *Environ Pollut*,196:359–62.
- Browne MA, Crump P, Niven SJ, Teuten E, Tonkin A, Galloway T, et al. 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: Sources and Sinks. *Environ Sci Technol*, 45(21):9175–9.
- Teuten EL, Saquing JM, Knappe DRU, Barlaz MA, Jonsson S, Björn A, et al. 2009. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 364(1526):2027–45.
- Lusher A, Hollman P, Mendoza-Hill J. 2017. Microplastics in fisheries and aquaculture Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, (615).

21. Barboza LGA, Dick Vethaak A, Lavorante BRBO, Lundebye AK, Guilhermino L. 2018. Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health. *Mar Pollut Bull* 133 (2018):336–48.
22. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). 2012. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación.
23. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). 2018. Carta Nacional Pesquera 2017. Diario Oficial de la Federación.
24. Rochman CM, Kross SM, Armstrong JB, Bogan MT, Darling ES, Green SJ, et al. 2015. Scientific Evidence Supports a Ban on Microbeads. *Environ Sci Technol*. 49(18):10759–61.
25. Xanthos D, Walker TR. 2017. International policies to reduce plastic marine pollution from single-use plastics (plastic bags and microbeads): A review. *Mar Pollut Bull*. 118(1–2):17–26.



Anexo 1. Información referente a la totalidad de peces analizados por especie en Veracruz.

ESPECIE	FAMILIA	ORGANISMOS REVISADOS	ORGANISMOS CON PLÁSTICO	ORGANISMOS CON PLÁSTICO %	NUM. TOTAL DE PLÁSTICOS	PLÁSTICOS POR ORGANISMO (PROMEDIO ± ERROR TÍPICO)
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	Acanthuridae	1	1	100.00	9	9.00
<i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch, 1791)	Haemulidae	4	3	75.00	32	8.00 ± 4.81
<i>Bodianus</i> sp.	Labridae	1	1	100.00	27	27.00
<i>Calamus calamus</i> (Valenciennes, 1830)	Sparidae	10	10	100.00	102	10.20 ± 2.13
<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	Carangidae	1	1	100.00	11	11.00
<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	Carangidae	3	3	100.00	12	4.00 ± 1.73
<i>Caranx ruber</i> (Bloch, 1793)	Carangidae	10	10	100.00	82	8.20 ± 1.67
<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	Carangidae	1	1	100.00	11	11.00
<i>Decapterus macarellus</i> (Cuvier, 1833)	Carangidae	3	3	100.00	32	10.67 ± 2.96
<i>Elagatis bipinnulata</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	Carangidae	1	1	100.00	7	7.00
<i>Elops saurus</i> Linnaeus, 1766	Elopidae	2	2	100.00	28	14.00 ± 9.00
<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	Serranidae	11	11	100.00	86	7.82 ± 1.66
<i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier, 1830)	Gerreidae	2	2	100.00	23	11.50 ± 1.50
<i>Euthynnus alletteratus</i> (Rafinesque, 1810)	Scombridae	4	4	100.00	51	12.75 ± 3.82
<i>Haemulon</i> sp.	Haemulidae	8	8	100.00	68	8.50 ± 1.50
<i>Hemiramphus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	Hemiramphidae	5	5	100.00	79	15.80 ± 2.75
<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	Lutjanidae	1	1	100.00	8	8.00
<i>Lutjanus campechanus</i> (Poey, 1860)	Lutjanidae	1	1	100.00	9	9.00
<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)	Lutjanidae	5	5	100.00	69	13.80 ± 2.56
<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Lutjanidae	3	3	100.00	28	9.33 ± 2.33
<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	Lutjanidae	1	1	100.00	3	3.00
<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	Mugilidae	7	7	100.00	81	11.57 ± 3.24
<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	Lutjanidae	112	106	94.64	737	6.58 ± 0.55
<i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier, 1829)	Scombridae	14	14	100.00	155	11.07 ± 2.73
<i>Seriola zonata</i> (Mitchill, 1815)	Carangidae	2	2	100.00	42	21.00 ± 12.00
<i>Sparisoma chrysopterum</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Scaridae	1	1	100.00	20	20.00
<i>Sparisoma rubripinne</i> (Valenciennes, 1840)	Scaridae	1	0	0.00	0	0.00
<i>Sphyaena barracuda</i> (Edwards, 1771)	Sphyaenidae	3	3	100.00	45	15.00 ± 6.81
<i>Tylosurus crocodilus</i> (Péron & Lesueur, 1821)	Belonidae	1	1	100.00	8	8.00
TOTALES		219	211	95.50	1865	8.13 ± 0.46

Anexo 2. Información referente a la totalidad de peces analizados por especie en La Paz.

ESPECIE	FAMILIA	ORGANISMOS REVISADOS	ORGANISMOS CON PLÁSTICO	ORGANISMOS CON PLÁSTICO %	NUM. TOTAL DE PLÁSTICOS	PLÁSTICOS POR ORGANISMO (promedio ± error típico)	PLÁSTICOS POR ORGANISMO (mm; promedio + error típico)
<i>Caranx caninus</i> Günther, 1867	Carangidae	64	11	17.19	11	0.17 ± 0.05	2.08±0.45
<i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869)	Serranidae	56	15	25.00	41	0.29 ± 0.07	2.29±0.53
<i>Pomadasys macracanthus</i> (Günther, 1864)	Haemulidae	55	10	18.18	12	0.22 ± 0.07	1.44±0.34
<i>Paralichthys</i> spp.	Paralichthyidae	27	14	55.56	16	1.52 ± 0.35	2.05±0.85
<i>Bagre panamensis</i> (Gill, 1863)	Ariidae	24	4	16.67	5	0.20 ± 0.10	3.38±1.98
<i>Eucinostomus gracilis</i> (Gill, 1862)	Gerreidae	19	0	21.05	0	0.32 ± 0.17	2.06±0.28
<i>Menticirrhus</i> spp.	Sciaenidae	14	2	0.00	3	0	
<i>Cynoscion</i> spp.	Sciaenidae	12	0	16.67	0	0.25 ± 0.17	0.93±0.07
<i>Balistes polylepis</i> Steindachner, 1876	Balistidae	10	4	40.00	6	0.4 ± 0.16	1.15±0.20
<i>Epinephelus analogus</i> Gill, 1863	Serranidae	5	4	0.00	4	0	
<i>Lutjanus colorado</i> Jordan & Gilbert, 1882	Serranidae	5	0	0.00	0	0	
<i>Oligoplites altus</i> (Günther, 1868)	Carangidae	4	1	0.00	2	0	
<i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters, 1869)	Serranidae	4	0	25.00	0	0.5 ± 0.45	5.49±3.61
<i>Gnathanodon speciosus</i> (Forsskål, 1775)	Carangidae	3	0	0.00	0	0	
<i>Trachinotus</i> spp.	Carangidae	3	0	0.00	0	0	
<i>Nematistius pectoralis</i> Gill, 1862	Nematistidae	2	0	0.00	0	0	
<i>Calamus brachysomus</i> (Lockington, 1880)	Sparidae	2	0	0.00	0	0	
<i>Mustelus</i> spp.	Triakidae	2	1	0.00	3	0	
<i>Prionotus ruscarius</i> Gilbert & Starks, 1904	Triglidae	2	1	0.00	7	0	
<i>Chanos chanos</i> (Forsskål, 1775)	Chanidae	1	0	0.00	0	0	
<i>Rhinobatos</i> spp.	Rhinobatidae	1	0	100.00	0	3 ± 0	1.53±0.39
<i>Scarus ghobban</i> Forsskål, 1775	Scaridae	1	0	0.00	0	0	
<i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758)	Scombridae	1	0	100.00	0	7 ± 0	1.88±0.81
<i>Sphyrna tiburo</i> (Linnaeus, 1758)	Sphyrnidae	1	0	0.00	0	0	
TOTALES		318	67	21.07	110	0.34 ± 0.05	2.0555

Anexo 3. Datos generales del total de estómagos analizados en Puerto Morelos.

ESPECIE	FAMILIA	ORGANISMOS REVISADOS	PECES CON PLÁSTICO (N)	ORGANISMOS CON PLÁSTICO %	NUM. TOTAL DE PLÁSTICOS	PLÁSTICOS POR ORGANISMO (promedio ± error típico)
<i>Lutjanus vivanus</i> (Cuvier, 1828)	Lutjanidae	65	33	50.77	236	3.63 ± 0.69
<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	Lutjanidae	47	35	74.47	167	3.55 ± 0.81
<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	Lutjanidae	25	12	48.00	56	2.24 ± 1.11
<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)	Carangidae	14	7	50.00	46	3.29 ± 1.48
<i>Calamus pennatula</i> (Guichenot, 1868)	Sparidae	14	9	64.29	36	2.57 ± 1.48
<i>Haemulon flavolineatum</i> (Desmarest, 1823)	Haemulidae	11	7	63.64	34	3.09 ± 1.67
<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	Carangidae	9	7	77.78	66	7.33 ± 1.84
<i>Calamus bajonado</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Sparidae	7	2	28.57	3	0.43 ± 2.09
<i>Balistes capriscus</i> Gmelin, 1789	Ballistidae	7	7	100.00	37	5.29 ± 2.09
<i>Haemulon melanurum</i> (Linnaeus, 1758)	Haemulidae	5	3	60.00	10	2 ± 2.47
<i>Priacanthus arenatus</i> Cuvier, 1829	Priacanthidae	4	3	75.00	12	3 ± 2.76
<i>Rhomboplites aurorubens</i> (Cuvier, 1829)	Lutjanidae	3	3	100.00	6	2 ± 3.19
<i>Lutjanus</i> spp.	Lutjanidae	2	0	0.00	0	0
<i>Epinephelus morio</i> (Valenciennes, 1828)	Serranidae	2	2	100.00	15	7.5 ± 3.91
<i>Balistes vetula</i> (Linnaeus, 1758)	Ballistidae	2	2	100.00	13	6.5 ± 3.91
<i>Lachnolaimus maximus</i> (Walbaum, 1792)	Labridae	1	1	100.00	6	6 ± 5.53
TOTAL		218	133	61.01Z	743	3.41 ± 0.37

Anexo 4. Regulaciones que prohíben la comercialización de las microperlas en distintos países.

PAÍS	LEY	TEXTO	DEFINICIÓN	FECHA
UK	The Environmental Protection (Microbeads) (England) Regulations 2017 Regulatory Enforcement and Sanctions Act 2008	(1) A person who, in the manufacture of any rinse-off personal care product, uses microbeads as an ingredient of that product is guilty of an offence. (2) A person who supplies, or offers to supply, any rinse-off personal care product containing microbeads is guilty of an offence. (3) A person guilty of an offence under paragraph (1) or (2) is liable on summary conviction to a fine.	"microbead" means any water-insoluble solid plastic particle of less than or equal to 5mm in any dimension; "plastic" means a synthetic polymeric substance that can be moulded, extruded or physically manipulated into various solid forms and that retains its final manufactured shape during use in its intended applications;	19th December 2017 Impact assessment en.pdf

UK

"microesfera": partículas sólidas de plástico no solubles en agua de 5mm o menos en cualquier dimensión; y "productos para el cuidado personal que precisan de aclarado": toda sustancia o mezcla de sustancias producidas para aplicación de higiene en cualquier parte pertinente del cuerpo, siendo necesario eliminar de inmediato el producto (o los residuos del producto) por lavado en aclarado con agua, en lugar de dejar que se elimine o sea absorbido con el tiempo; y en este contexto se entiende:

- (a) "tratamiento de cuidado personal": cualquier proceso de limpieza, protección o perfumado de una parte pertinente del cuerpo, para mantener o recuperar su estado, o modificar su aspecto; y
- (b) "parte pertinente del cuerpo":
 - (i) cualquier parte externa del cuerpo humano (la piel, el pelo, las uñas o los labios);
 - (ii) los dientes; o
 - (iii) las membranas mucosas de la cavidad oral.]

El incumplimiento de la prohibición constituye un delito. Los encargados de hacer cumplir el reglamento tienen autoridad de registro para determinar si ha lugar a delito. Se establece un régimen de sanciones civiles que podrá aplicar la autoridad de reglamentación. Distintas sanciones monetarias, intimación a cumplir, avisos de suspensión y medidas de cumplimiento.

El proyecto de reglamento solo es aplicable en Inglaterra. Las autoridades autonómicas de Gales, Escocia e Irlanda del Norte se han comprometido a prohibir el uso de microesferas, pero presentarán notificaciones por separado, según sus procesos y calendarios legislativos.

PAÍS	LEY	TEXTO	DEFINICIÓN	FECHA
EUA	Microbead-Free Waters Act of 2015 into law in Dec 2015.	Prohibition to: "(ddd)(1) The manufacture or the introduction or delivery for introduction into interstate commerce of a rinse-off cosmetic that contains intentionally-added plastic microbeads.	"(A) the term 'plastic microbead' means any solid plastic particle that is less than five millimeters in size and is intended to be used to exfoliate or cleanse the human body or any part thereof; and "(B) the term 'rinse-off cosmetic' includes toothpaste."	The US will ban the production of rinse-off cosmetic products (including toothpastes) containing plastic microbeads from July 2017. The sales of rinse-off cosmetics containing microbeads is banned since July 2018 and the sales of nonprescription drugs containing microbeads will be banned from July 2019. https://www.congress.gov/114/plaws/publ114/PLAW-114publ114.pdf
EUA (Illinois)	SB0200	Prohibiting a person from manufacturing for sale or accepting for sale a personal care product or an over-the-counter drug that contains synthetic plastic microbeads on or after specified dates; defining "synthetic plastic microbead" as an intentionally added solid plastic particle that is not biodegradable that measures less than 5 millimeters in size and is used in personal care products for exfoliation, cleansing or cosmetic purposes; etc.	"microperla de plástico sintético" significa cualquier partícula de plástico sólido añadido intencionalmente que no es biodegradable que: (1) mide menos de 5 milímetros de tamaño; y (2) se utiliza en un producto de cuidado personal enjuagado para exfoliación o limpieza o con fines cosméticos.	2014 (2017-2019)
EUA (California)	AB-888 Waste management: plastic microbeads.(2015-2016)	42362. On and after January 1, 2020, a person shall not sell or offer for promotional purposes in this state any personal care products containing plastic microbeads that are used to exfoliate or cleanse in a rinse-off product, including, but not limited to, toothpaste. 42363. Section 42362 shall not apply to a person that sells or offers for promotional purposes a personal care product containing plastic microbeads in an amount less than 1 part per million (ppm) by weight. 42364. (a) A person who violates or threatens to violate Section 42362 may be enjoined in any court of competent jurisdiction. (b) (1) A person who has violated Section 42362 is liable for a civil penalty not to exceed two thousand five hundred dollars (\$2,500) per day for each violation in addition to any other penalty established by law. That civil penalty may be assessed and recovered in a civil action brought in any court of competent jurisdiction. (2) In assessing the amount of a civil penalty for a violation of this chapter, the court shall consider all of the following: (A) The nature and extent of the violation. (B) The number of, and severity of, the violations. (C) The economic effect of the penalty on the violator. (D) Whether the violator took good faith measures to comply with this chapter and when these measures were taken. (E) The deterrent effect that the imposition of the penalty would have on both the violator and the regulated community as a whole.	42361. As used in this chapter, the following terms have the following meanings: (a) "Person" means an individual, business, or other entity. (b) (1) "Personal care product" means an article intended to be rubbed, poured, sprinkled, or sprayed on, introduced to, or otherwise applied to, the human body or any part thereof for cleansing, beautifying, promoting attractiveness, or altering the appearance, and an article intended for use as a component of that type of article. (2) "Personal care product" does not include a prescription drug, as defined in Section 110010.2 of the Health and Safety Code. (c) "Plastic microbead" means an intentionally added solid plastic particle measuring five millimeters or less in every dimension.	2015-2016

PAÍS	LEY	TEXTO	DEFINICIÓN	FECHA
EUA (California)		(F) Any other factor that justice may require. (c) Actions pursuant to this section may be brought by the Attorney General in the name of the people of the state, by a district attorney, by a city attorney, or by a city prosecutor in a city or city and county having a full-time city prosecutor. (d) Civil penalties collected pursuant to this section shall be paid to the office of the city attorney, city prosecutor, district attorney, or Attorney General, whichever office brought the action.		

Canadá	Canadian Environmental Protection Act, 1999, Registration 2017-06-02 Microbeads in Toiletries Regulations P.C. 2017-570 2017-06-02	Manufacture and importation 3 (1) A person must not manufacture or import any toiletries that contain microbeads, unless the toiletries are also natural health products or non-prescription drugs, in which case the prohibition applies on or after July 1, 2018. Marginal note: Sale (2) A person must not sell any toiletries that contain microbeads on or after July 1, 2018, unless the toiletries are also natural health products or non-prescription drugs, in which case the prohibition applies on or after July 1, 2019. Marginal note: Exemption — toiletries in transit 4 No person contravenes subsection 3(1) if the toiletries are in transit through Canada, from a place outside Canada to another place outside Canada.	microbeads means the plastic microbeads set out in item 133 of the List of Toxic Substances in Schedule 1 to the Canadian Environmental Protection Act, 1999. (microbilles) toiletries means any personal hair, skin, teeth or mouth care products for cleansing or hygiene, including exfoliants and any of those products that is also a natural health product as defined in the Natural Health Products Regulations or a non-prescription drug. (produit de toilette)	In June 2017, the Microbeads in Toiletries Regulations were published in the official Canada Gazette. The regulations will prohibit the manufacture, import, and sale of toiletries used to exfoliate or cleanse that contain plastic microbeads, including non-prescription drugs and natural health products. As of January 1, 2018, the manufacture and import of toiletries that contain plastic microbeads will be prohibited unless the toiletries are also natural health products or non-prescription drugs, in which case the prohibition will begin July 1, 2018. As of July 1, 2018, the sale of toiletries that contain plastic microbeads were, unless the toiletries are also natural health products or non-prescription drugs, in which case the prohibition will begin July 1, 2019.
---------------	--	---	--	--

South Korea	Cosmetics Safety standards, regulations, etc. Amended as the "Cosmetic Act" of claim 8, paragraph 1, claim 2 and the "cosmetic regulations on safety standards" according to the fifth paragraph (2016-74 Food and Drug treatment Notice No., 2016. 7. 28) as follows: The Notice.			the Korean Ministry of Food and Drug Safety (MFDS) has notified the World Trade Organization (WTO) of its 'Proposed Amendments to the "Regulation on Safety Standards etc of Cosmetics". If coming into force, the proposed amendments would ban the use of microbeads in rinse-off cosmetics from July 2017.
México				

PAÍS	LEY	TEXTO
México	Sen. RAÚL GRACIA GUZMÁN, PAN, LXIII INICIATIVA CON PROYECTO DE DECRETO POR EL QUE REFORMA POR ADICIÓN EL ARTÍCULO 269 DE LA LEY GENERAL DE SALUD	Se propone reformar por adición el artículo 269 de la Ley General De Salud adicionando dos párrafos, para quedar como sigue: CAPÍTULO IX PRODUCTOS COSMÉTICOS Artículo 269. Para los efectos de esta Ley, se consideran productos cosméticos las sustancias o formulaciones destinadas a ser puestas en contacto con las partes superficiales del cuerpo humano: epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos, o con los dientes y mucosas bucales con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos, ayudar a modificar su aspecto, protegerlos, mantenerlos en buen estado o corregir los olores corporales o atenuar o prevenir deficiencias o alteraciones en el funcionamiento de la piel sana. No se considerará producto cosmético una sustancia o mezcla destinada a ser ingerida, inhalada, inyectada o implantada en el cuerpo humano. Queda prohibida la venta, manufactura y distribución de productos cosméticos que contengan microplásticos. Se considerará microplástico a las pequeñas partículas de plástico de hasta 5 mm de diámetro. La secretaría dará a conocer mediante Acuerdo o listados todas aquellas sustancias restringidas o prohibidas para la elaboración de productos cosméticos. En la elaboración de productos cosméticos se podrán utilizar de manera inmediata aquellas sustancias que hayan sido evaluadas y aprobadas por la Secretaría, independientemente de su posterior inclusión en el Acuerdo o listados para uso general.

DEFINICIÓN	FECHA
Se considerará microplástico a las pequeñas partículas de plástico de hasta 5 mm de diámetro	Estado Actual: Concluido Acuerdo MD http://infosen.senado.gob.mx/sgs-p/gaceta/63/2/2016-09-29-1/assets/documentos/Inic_PAN_Gracia_Art269_Ley_Gral_Salud.pdf