

REVISIÓN DE LOS PRINCIPALES EFECTOS DE LOS MICROPLÁSTICOS SOBRE LOS
LANGOSTINOS EN EL MAR CARIBE COLOMBIANO

DANNY YUDY HERNANDEZ GIRALDO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL
PAMPLONA-COLOMBIA

2022

REVISIÓN DE LOS PRINCIPALES EFECTOS DE LOS MICROPLASTICOS SOBRE LOS
LANGOSTINOS DE MAR.

Trabajo de monografía presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Ambiental

DANNY YUDY HERNANDEZ GIRALDO

DIRECTOR

MAGISTER DORALBA CARRILLO BALLONA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL
PAMPLONA-COLOMBIA

2022

DEDICATORIA

Terminar esta etapa, es el esfuerzo diario de mi padre y mi madre, a quienes dedico este pequeño y significativo logro. Gracias, siempre me han apoyado y han sido la motivación para llegar hasta aquí.

Danny Hernandez Giraldo.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	9
1. Generalidades	9
1.1 Plástico	9
1.2 Origen del plástico	12
1.3 Clasificación de los plásticos	13
1.4 Reciclaje de los plásticos.....	18
CAPÍTULO II	19
2.1 Microplásticos	19
2.1.1 Microplásticos primarios	20
2.1.2 Microplásticos secundarios.....	21
2.2 Fuentes de microplásticos	22
CAPITULO III.....	24
3.1 El mar Caribe Colombiano.....	24
3.2 Generalidades de los Langostinos	26
3.3 Efecto de los microplástico en los seres humanos	27
CAPITULO IV.....	29
4.1 Presencia de microplásticos en la fauna marina.....	29
4.2 Microplásticos en organismos marinos	30
4.2.1 Microplásticos en peces marinos	30

4.2.2 <i>Microplástico en moluscos</i>	31
4.2.3 <i>Microplásticos en Zooplancton</i>	31
4.3 El mediterráneo: un ejemplo de la contaminación por microplásticos	32
CONCLUSIONES	33
BIBLIOGRAFIA	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Moléculas pequeñas (monómeros) conectadas entre sí en una secuencia de repetición (polimerización) para formar una molécula de cadena grande (polímero).....	10
Figura 2. Monómeros de Etileno	11
Figura 3. Polímero de Polietileno	11
Figura 4. Una bolsa de polietileno ésta compuesta por una masa de grandes cadenas de polímeros, que a su vez están compuestas por muchos monómeros de etileno que se repiten. ...	11
Figura 5. Distribución de la producción de plásticos en el mundo.....	13
Figura 6. Microplásticos	19
Figura 7. Rangos de los tamaños de los plásticos según diferentes autores	20

PRÓLOGO

El autor de este trabajo monográfico, llevo a cabo una revisión de los principales efectos de los microplásticos sobre los langostinos de mar, partiendo de una minuciosa investigación acerca del origen, las fuentes de generación, la clasificación y los efectos del microplástico al ser ingeridos por especies marinas. Dicha investigación se fundamenta en los resultados obtenidos de investigaciones de Cienciadirecta, Redalyc, Scielo, E-Revista, entre otras. Aunque es evidente la escasa información documentada sobre los efectos de los microplástico en langostinos de mar, se presenta como resultado este documento, donde se exponen algunas de las consecuencias de los microplástico sobre los ecosistemas marinos.

En este sentido, la monografía está estructurada en cuatro capítulos, el capítulo 1 aborda las generalidades del plástico con el fin de comprender el origen, la clasificación, el proceso de reciclaje y la actual problemática ambiental ocasionada por el consumo excesivo e irresponsable del plástico. El capítulo 2 recoge las bases teóricas sobre la fabricación, degradación y/o fragmentación de los macroplásticos en fragmentos denominados microplásticos presentes en los ecosistemas marinos y terrestres, incluido su clasificación. En el capítulo 3 se exponen las generalidades del mar caribe colombiano y del langostino, además de las investigaciones sobre los posibles efectos de los microplástico sobre los seres humanos, ingeridos por el consumo de agua potable, alimentos acuáticos y por la inhalación de polvo. El capítulo 4 se enfoca en los efectos de los microplásticos ingeridos por diversos organismos marinos.

INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas el plástico que se encuentra presente en los océanos se ha estado fragmentado y/o descomponiendo en fragmentos más pequeños por la acción de procesos físicos y químicos, estas partículas han sido denominadas por los investigadores como microplásticos (MP) de tamaños menores de cinco milímetros, catalogadas por las Naciones Unidas como un nuevo problema ambiental que afecta drásticamente a los ecosistemas acuáticos, tanto así, que el termino *Microplástico* fue seleccionado como la palabra insignia en el año 2018.

En este sentido, los microplásticos al ser ingeridos por los organismos acuáticos producen bloqueos en el trato digestivo, falsa saciedad, daño celular en el sistema linfático y la acumulación de MP en los tejidos comestibles podrían generar riesgos para la salud humana. Sin embargo, estas afirmaciones requieren de investigaciones que registren efectivamente cuales son los efectos que tendrían los seres humanos en la ingesta de microplásticos. Por lo anterior, este trabajo tiene como fin realizar una revisión bibliográfica a cerca de los posibles efectos de los microplásticos sobre los langostinos de mar, y de esta manera general un aporte en cuanto a la poca información existente respecto a este tema en particular.

CAPÍTULO I

1. Generalidades

1.1 Plástico

El término plástico en latín significa plasticus y en griego plastikos, comúnmente usado para describir una sustancia que podía moldearse. los plásticos son de origen natural provenientes directamente de materia vegetal (celulosa) o sintéticos generalmente derivados del petróleo, carbón y gas natural. (Zambrano Bravo, 2020).

La autora Jensi Sanabria (2021) en su artículo menciona que “el plástico es un material fabricado a partir de polímeros los cuales corresponden a una serie de moléculas de gran tamaño denominadas macromoléculas, constituidas por uno o varios monómeros unidos a través de enlaces covalentes” (Sanabria Ruiz, 2021). En ese sentido, el químico Hermann Staudinger ganador del premio nobel de química propuso los términos macromoléculas y polimerización (Martínez Reina & Amado Gonzáles , 2014). Además, demostró que los polímeros se componen de cadenas conformadas por pequeñas unidades de monómeros por enlaces covalentes, observada en la figura 1.

Seguidamente los químicos Karl Ziegler y Giulio Natta fueron galardonados en el año 1963 con el premio nobel de química, por sus contribuciones en la química y el descubrimiento de los polímeros. Ziegler por su parte “demostró que ciertos compuestos organometálicos pueden ser utilizados para efectuar reacciones de polimerización”, Natta trabajó a cerca de “la producción de polímeros con una estructura espacial de gran regularidad” (Martínez Reina &

Amado Gonzáles , 2014). Por otra parte, Paul John Flory obtuvo en 1974 premio nobel por sus investigaciones realizadas sobre macromoléculas al igual que los científicos mencionados anteriormente, adicionalmente Flory “descubrió como se forman las moléculas que luego se enlazan para formar los materiales plásticos”.

Ahora bien, los monómeros se entrelazan entre sí y componen los polímeros, a través del proceso denominado polimerización. La figura 2 es un ejemplo del monómero de etileno, cuando el etileno se polimeriza, forma el polietileno plástico como se observa en la figura 3, donde grandes cadenas moleculares pueden llegar a moldearse y conformarse para crear objetos sólidos. En la Figura 4, se observa una bolsa de polietileno compuesta realmente por una masa amorfa de cadenas poliméricas ramificadas enredadas. Cada una de estas cadenas está, a su vez, compuesta por muchos monómeros de etileno que se repiten. (Crawford & Quinn, 2017)

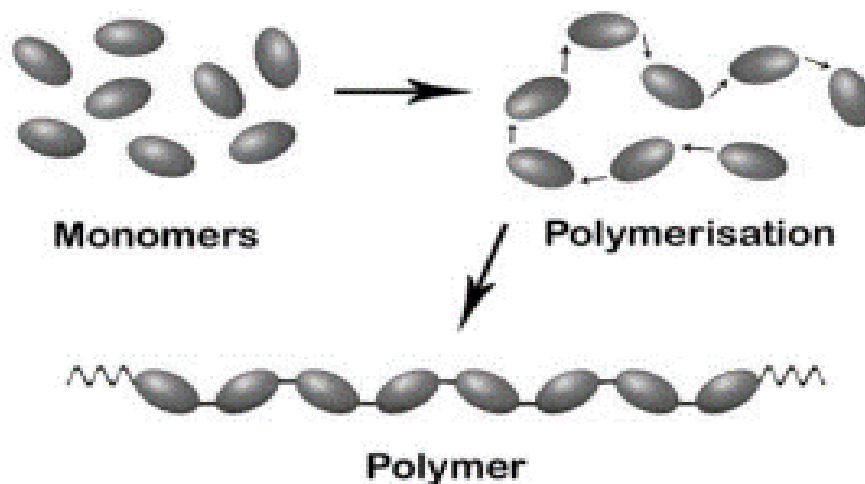


Figura 1. Moléculas pequeñas (monómeros) conectadas entre sí en una secuencia de repetición (polimerización) para formar una molécula de cadena grande (polímero).

Fuente: (Crawford., 2017). The emergence of plastics. Recuperado de: <https://www-sciencedirectcom.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/science/article/pii/B9780128094068000013>

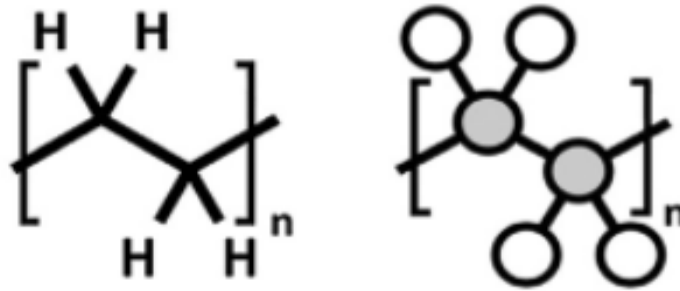


Figura 2. Monómeros de Etileno

Fuente: (Crawford., 2017). The emergence of plastics. Recuperado de: <https://www-sciencedirectcom.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/science/article/pii/B9780128094068000013>

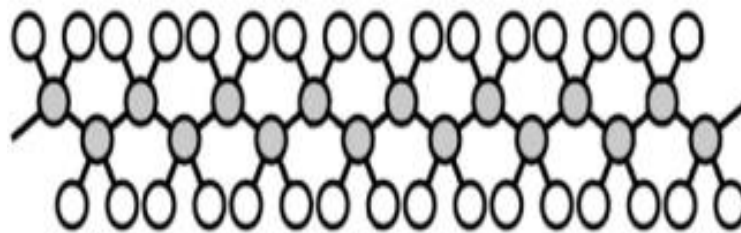


Figura 3. Polímero de Polietileno

Fuente: (Crawford., 2017). The emergence of plastics. Recuperado de: <https://www-sciencedirectcom.unipamplona.basesdedatosezproxv.com/science/article/pii/B978012809406800>

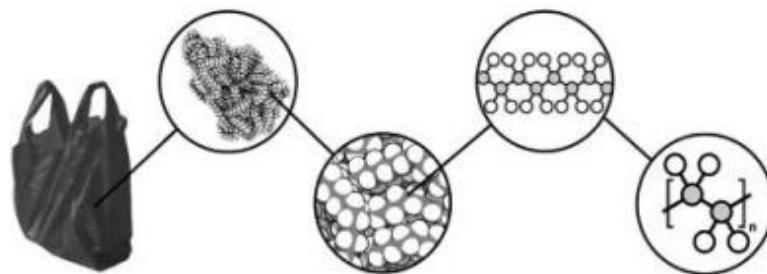


Figura 4. Una bolsa de polietileno ésta compuesta por una masa de grandes cadenas de polímeros, que a su vez están compuestas por muchos monómeros de etileno que se repiten.

Fuente: (Crawford., 2017). The emergence of plastics. Recuperado de: <https://www-sciencedirectcom.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/science/article/pii/B9780128094068000013>

1.2 Origen del plástico

El primer plástico sintético creado fue la Parkesina por el investigador británico, Alexander Parkes, quien “descubrió que la celulosa, las fibras vegetales de la madera y el algodón mezcladas con ácido nítrico y un agente solvente daban origen a un material fuerte, flexible y moldeable” fue considerado como el primer plástico creado.

Sin embargo, en 1907 el químico Leo Hendrick Baekeland de nacionalidad belga “sintetizó un polímero de gran interés comercial a partir de moléculas de fenol y formaldehído”, a la cual denominó “Bakelite”, convirtiéndose en el primer plástico completamente sintético (Humplase, 2017). inicio de la Segunda Guerra Mundial lo que creó nuevas demandas en productos y, por consiguiente, provocó un aumento de la producción de una gran variedad de plásticos como el polietileno, el cloruro de polivinilo, el poliestireno, entre otros (Blair Crawford & Quinn, 2017)

Los registros de producción según el informe de PlasticsEurope, en 2020 la fabricación de plásticos global alcanzó casi los 367 millones/toneladas, en comparación de los 359 millones /toneladas en 2018 (Plastics Europe, 2021). De continuar con un crecimiento exponencial, las estimaciones de las industrias predicen “que la producción de plásticos se podrá duplicar para el 2030–2035 y triplicar para el 2050 en comparación con el 2015” (GREENPEACE, 2021)

Por otra parte, el informe de GREENPEACE (2021) se menciona que “la producción del plástico se distribuye globalmente de manera no uniforme. Actualmente Asia, Norteamérica y Europa son los mayores productores; dentro de Asia, China es el principal productor con un

estimado del 31% del plástico mundial” como se observa en la figura 5, de acuerdo con (Plastics Europe, 2021)

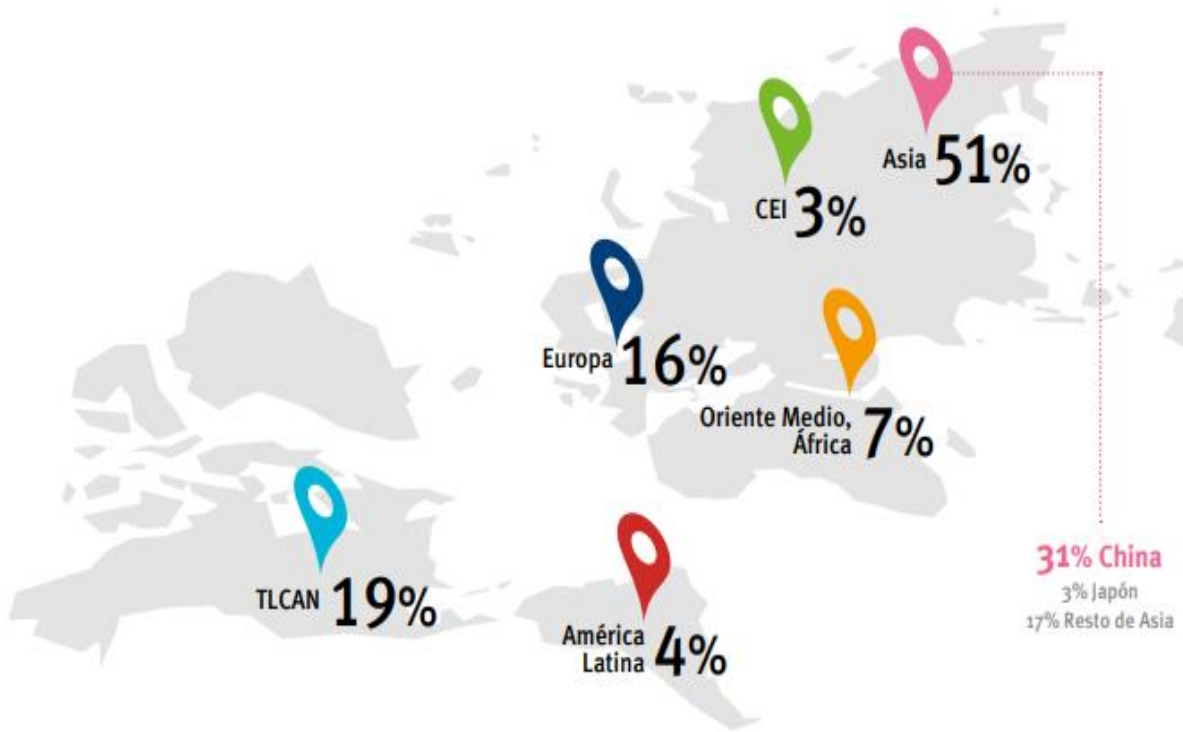


Figura 5. Distribución de la producción de plásticos en el mundo

Fuente: (PEMRG,2021) Grupo de Estudios de Mercado de PlasticsEuropa. *Un análisis de los datos sobre producción, demanda y residuos de plásticos en Europa 2021.*

1.3 Clasificación de los plásticos

Los plásticos se pueden clasificar según Plastics Europe (2021) en “termoplásticos que incluyen plásticos como el polietileno (PE), el polipropileno (PP), el cloruro de polivinilo (PVC), el tereftalato de polietileno (PET) o el policarbonato (PC), y los termoestables; que incluyen plásticos como el poliuretano (PUR) y las resinas”, entre otros (Plastics Europe, 2021)

1.3.1 Termoestables. Pertenecen a la familia de plásticos que experimentan una transformación química cuando son expuestos a temperaturas elevadas, formándose una red tridimensional. Es decir, después de calentarlos y darles forma, no es posible volver a fundirlos para darles una nueva forma o su forma original (*Plastics Europe, 2021*). Como se mencionó antes los polímeros termoestables se subclasifican en:

1.3.1.1 Poliuretano (PUR). Generalmente el polímero poliuretano es utilizado en la fabricación de espumas. Debido a sus propiedades es ampliamente utilizado en la vida cotidiana, en diferentes sectores como por ejemplo la industria automóvil y la industria del mueble, que incluye las espumas para almohadas o colchones (*Plastics Europe, 2021*) Además, es utilizado como aislante térmico, posee gran resistencia con el paso del tiempo, posee larga vida útil, y son resistentes a las fisuras

1.3.2 Termoplástico. Son una familia de plásticos que cuando son sometidos a altas temperaturas, pueden ser fundidos y contrario a esto, se endurecen cuando se enfrían. Además, estas características son reversibles, es decir, es posible volver a calentarlos, volver a darles otras formas y enfriarlos en repetidas ocasiones. (*Plastics Europe, 2021*). Los polímeros termoplásticos se subclasifican en:

1.3.2.1 Polietileno (PE). Se trata del plástico con mayor demanda mundial, por lo que inevitablemente es el más abundante también en el medio ambiente acuático (*Crawford & Quinn, 2017*) Según la densidad y el grado de cristalinidad que presente, se divide principalmente en: polietileno de baja densidad (LDPE), caracterizado por tener un menor grado de cristalinidad y de densidad (0,92 – 0,94 g/ml) y una mayor flexibilidad que el polietileno de alta densidad

(HDPE), cuya densidad se encuentra entre 0,94 – 0,97 g/ml y su grado de cristalinidad es superior, lo que le aporta mayor rigidez. Comúnmente se emplea en bolsas de un solo uso, utensilios desechables, materiales de empaque y embalaje de productos agrícolas y alimentos en general, botellas, juguetes, etc

1.3.2.2 Polipropileno (PP). Es también un material termoplástico, considerado como uno de los polímeros más ligeros (0,88 g/ml – 1,23 g/ml) y versátiles. Su demanda está aumentando rápidamente (Barbes et al., 2014) lo que hace que sea uno de los tipos más comunes de microplásticos que se encuentran en el medio ambiente acuático, junto con el polietileno y el poliéster (Lee et al., 2014)

1.3.2.3 Tereftalato de polietileno (PET). Es un poliéster químicamente estable con uno de los valores de densidad más altos (1,30 g/ml – 1,50 g/ml), junto con el cloruro de polivinilo (Crawford y Quinn, 2017). Su uso ha aumentado dramáticamente en las últimas décadas, con una multitud de aplicaciones, que van desde envases de alimentos y bebidas (Plastics Europe, 2021), fundamentalmente para agua, hasta la industria textil, donde está siendo utilizado en forma de fibras para la fabricación de prendas de vestir, mantas, alfombras, cortinas, etc. (Almroth et al., 2018)

1.3.2.4 Poliestireno (PS). Es un polímero termoplástico que se obtiene mediante la polimerización por calentamiento del estireno. Suele encontrarse en envases de productos lácteos, pescado y carne, e incluso como aislamiento eléctrico de edificios, y normalmente en forma sólida o en espuma (Crawford y Quinn, 2017). Las variedades de espuma de poliestireno o poliestireno expandido a menudo se encuentran flotando en la superficie de los ambientes

acuáticos (0,01 g/ml – 0,05 g/ml), mientras que el poliestireno sólido, que es ligeramente más denso que el agua, generalmente se encuentra bajo la superficie.

1.3.2.5 Poliamidas (PA). Están constituidas por un material termoplástico duro, muy dúctil y con una densidad entre 1,12 g/ml y 1,14 g/ml (Crawford y Quinn, 2017). Se encuentra presente en prendas de vestir, alfombras, tapicería, etc., siendo el Nylon, en concreto el Nylon 6 o Nylon 6,6, uno de los polímeros más comunes en muestras recuperadas del medio acuático por su relación con las artes de pesca (Andrady, 2015)

1.3.2.6 Acrilatos (ACR). Son materiales plásticos que están formados por la polimerización de monómeros derivados del ácido acrílico. Se encuentran en numerosas aplicaciones tales como pinturas, barnices y adhesivos; también en el ámbito médico, dental y en uñas artificiales (Campos Arceo et al., 2013). En muchos casos se trata de polímeros superabsorbentes, por lo que hace tiempo que se emplean en la fabricación de pañales de un solo uso (Rittmann et al., 1991).

1.3.2.7 Polimetilmetacrilato (MTCR). Es un polímero termoplástico que se obtiene de la polimerización del metacrilato de metilo. Su dureza y peso ligero lo hacen compatible con muchas aplicaciones, como gafas de protección, artículos de lujo, decoración o placas de gran tamaño para acuarios, entre otros (Rajabi et al., 2019). Además, durante décadas se ha empleado como material para las dentaduras postizas (Ratanajanchai et al., 2020).

1.3.2.8 Polivinilo (PV). Destacamos la presencia del poli (etileno: vinil acetato) y el poli (etileno: vinil acetato: cloruro de vinilo). Los copolímeros de etileno y acetato de vinilo se

clasifican como polímeros termoplásticos de bajo coste. Estos son empleados en la producción de cables, tuberías, cintas adhesivas (Soudais et al., 2007), aunque sobretodo en envases, ya que generalmente son flexibles, tenaces y presentan buena resistencia química (Aragão Melo et al., 2018).

1.3.2.9 Cloruro de polivinilo (PVC). Es también un termoplástico fácil de mezclar con otros plásticos, versátil y con un amplio margen de ajuste de propiedades (Crawford y Quinn, 2017). Debido a la baja estabilidad térmica, el PVC requiere de la adición de estabilizadores de calor durante su procesamiento térmico, evitando así la degradación del polímero y la liberación de cloruro de hidrógeno (HCl) (Fang et al., 2009)

1.3.2.10 Policarbonatos (PC). Se producen a partir del monómero bisfenol A (BPA), conocido por ser disruptor endocrino a bajas concentraciones. Los plásticos de policarbonato son comúnmente empleados en la industria eléctrica, como medios digitales (CDs), y automotriz, también en la industria de ensamblaje de vidrio, en materiales de oficina e incluso en cubiertas de invernaderos (Bai et al., 2020)

1.3.2.11 Poliisobutileno (PIB). o caucho butílico es un polímero muy útil en infinidad de aplicaciones, entre las que destacan cámaras de aire de neumáticos, revestimientos de tanques, alambres y cables, tapones farmacéuticos, piezas de automóviles, mangueras y correas, e incluso aplicaciones de embalaje y adhesivos (Pazur, 2014)

1.3.2.12 Poliéster (PEST). Es un plástico termoestable utilizado principalmente en la industria textil (Mihailović et al., 2010; Lares et al., 2018) y para fabricar envases para bebidas

(Wagner et al., 2018), aunque también destaca por su uso en el sector industrial (Kamagata et al., 1970).

1.3.2.13 Caucho. Es un material elastomérico muy demandado para la fabricación de neumáticos, artículos impermeables y aislantes, guantes, suelas de zapato e incluso hasta artículos en contacto con alimentos (Andler, 2020). Puede ir adicionado de agentes plastificantes, especialmente el caucho natural que es demasiado rígido, empleándose en la industria del látex, fabricación de preservativos o hilo de látex, entre otros (Früh et al., 2006; Rajan et al., 2007).

1.4 Reciclaje de los plásticos

Desde hace décadas la industria del plástico y el consumismo acelerado por este producto liviano, resistente y de larga durabilidad se convirtió indispensable para la vida cotidiana, sin embargo, se transformó en un problema de contaminación plástica que nos aqueja hoy más que nunca, incluso, las actividades de pesca generan desechos plásticos denominados redes fantasmas que causan significativos daños a los ecosistemas marinos (WWF, 2022)

Desde el año 2019 en Colombia rige el código de colores que aplica desde los hogares hasta la empresa, cuya función es facilitar el proceso de separación y reciclaje en la fuente. Además de contribuir con la gestión integral de residuos que adelantan los recicladores desde las asociaciones de reciclaje

Colombia viene trabajando desde hace unos años y en 2020 se dejaron de distribuir aproximadamente 714.633.426 bolsas plásticas, lo que equivale a un 69,37% menos que en el año 2015 (MinAmbiente, 2022)

CAPÍTULO II

2.1 Microplásticos

Actualmente, los microplásticos se han convertido en una preocupación medioambiental, definidos por Administración Nacional Oceánica y atmosférica (NOAA), como pequeños fragmentos de fibras esféricas o alargadas procedentes de polímeros sintéticos inferiores a 5 mm de diámetro, como se observan en la figura 1 (Alimba & faggio, 2019).

Sin embargo, Andrady (2011) señala que es necesario “tener en cuenta tres rangos de tamaños de plástico en función de las diferentes características físicas y los impactos biológicos que éstos ocasionan: Mesoplásticos (500 – 5 mm), microplásticos (50-500) y nanoplásticos (<50)” (Andrady, 2011). En la figura 6 se observan diferentes tamaños de plástico, según varios autores.



Figura 6. Microplásticos

Fuente (Da Costa, 2016). (Nano) plastics in the environment – Sources, fates and effects.

Recuperado de: <https://sci-hub.se/https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27213666>

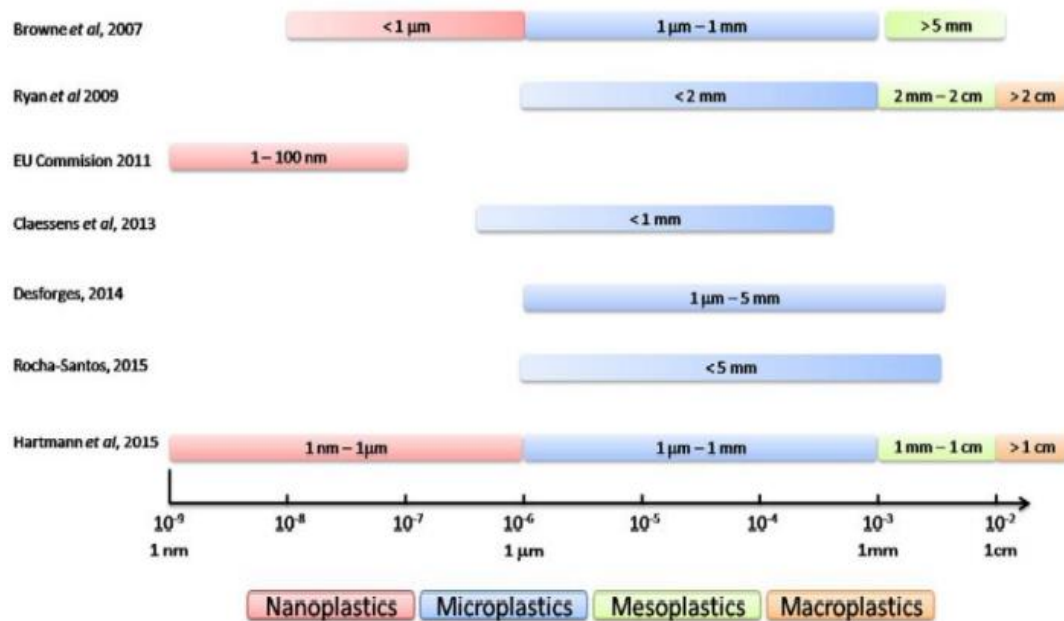


Figura 7. Rangos de los tamaños de los plásticos según diferentes autores

Fuente (Da Costa, 2016). (Nano) plastics in the environment – Sources, fates and effects.

Recuperado de: <https://sci-hub.se/https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27213666>

Además, Los impactos negativos que generan los microplásticos sobre los ecosistemas acuáticos y el ser humano han sido documentados alrededor del mundo, sin embargo, en Colombia se ha investigado poco sobre la contaminación y los impactos generados por los MPs (INVEMAR, 2017). Estos se clasifican según su origen en primarios y secundarios

2.1.1 Microplásticos primarios

Según (Stephanie L, Wright, Richard C, & Thompson, 2013) mencionan que “los microplásticos primarios se fabrican a propósito para tener un tamaño microscópico”. Estos MPs usualmente son utilizados en la producción de exfoliantes, productos de limpieza, cosméticos, pastas de dientes y en la fabricación de ropa sintética (Chatterjee & Sharma, 2019). Así mismo, la liberación no intencional de MPs de fuentes industriales contribuye en gran medida a la

contaminación por MPs observada en los ambientes marinos (Wang et al., 2015), pudiendo ocurrir de forma directa a través de las tuberías de efluentes de industrias (Lechner et al., 2015), o pudiendo ser el resultado de un derrame industrial.

2.1.2 Microplásticos secundarios

Los MPs secundarios son los más abundantes en los ecosistemas marinos, éstos se originan a partir de la fragmentación y/o degradación de los macroplásticos que se encuentran presentes en el ambiente, por medio de fenómenos químicos y físicos. Es decir, al estar expuestos a la foto-degradación la unión de los polímeros se vuelve frágil y propensa a rupturas dando lugar a pequeños fragmentos (Castañeta , Gutiérrez , & Manzano , 2020). Adicionalmente, algunos plásticos son susceptibles a fenómenos biológicos como la biodegradación por microorganismos como hongos y bacterias por la acción de las enzimas (Lopez Fernandez & Franco Mariscal, 2021).

Por otra parte, el plástico que llega a los ecosistemas marinos está expuesto a la degradación mecánica que ocurre por el efecto sinérgico entre el viento y las olas. Actualmente, se destacan como principales fuentes de microplásticos secundarios el lavado de textiles sintéticos y el desgaste de neumáticos (Espinar, 2021). aunque existe cierta controversia en cuanto a la cantidad que emite cada uno. Sin embargo, el autor Wang (2020) menciona que el 35% de microplástico secundario procede del lavado de prendas sintéticas, cuyo ingreso al medio acuático ocurre a través de las aguas residual (Soledad Pazos, 2021). En cambio, el desgaste de neumáticos tendría un 28% (Boucher & Friot, 2017). En la siguiente figura 5 se observan diferentes fuentes de microplástico y su ingreso al mar.

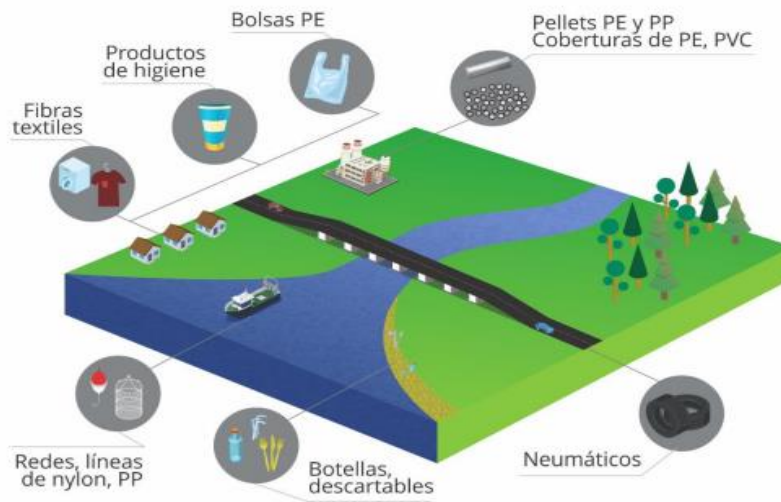


Figura 1. Diversas fuentes primarias y secundarias de microplástico y su ingreso a los ecosistemas acuáticos

Fuente (Da Costa, 2016). (Nano) plastics in the environment – Sources, fates and effects.

Recuperado de: <https://sci-hub.se/https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27213666>

2.2 Fuentes de microplásticos

La presencia de fragmentos de micro y macro plásticos son generados principalmente por actividades antrópicas que incluyen las turísticas, domesticas, industriales y de pesca son fuentes de plástico marino (Chatterjee & Sharma, 2019). Además, los residuos sólidos en el mar reflejan la falta de gestión legislativa en diferentes países. Sin embargo, en Colombia el primero de junio de dos mil veintidós se aprobó el proyecto de ley impulsado por Juan Carlos Losada el cual “prohíbe en el territorio nacional, la fabricación, importación, exportación, comercialización y distribución de plásticos de un solo uso y dictar otras disposiciones que permitan su sustitución y cierre de ciclos”. En total se prohíbe la utilización de catorce tipos de plásticos de un solo uso, seguidamente se mencionan:

1. Bolsas de punto de pago utilizadas para embalar, cargar o transportar paquetes y mercancías, excepto aquellas reutilizables o de uso industrial.

2. Bolsas utilizadas para embalar periódicos, revistas, publicidad y facturas, así como las utilizadas en las lavanderías para empacar ropa lavada.

3. Rollos de bolsas vacías en superficies comerciales para embalar, cargar o transportar paquetes y mercancías o llevar alimentos a granel, excepto para los productos de origen animal crudos.

4. Envases o empaques, recipientes y bolsas para contener líquidos no preenvasados, para consumo inmediato, para llevar o para entregas a domicilio.

5. Platos, bandejas, cuchillos, tenedores, cucharas, vasos y guantes para comer.

6. Mezcladores y pitillos para bebidas.

7. Soportes plásticos para las bombas de inflar.

8. Confeti, manteles y serpentinas.

9. Envases o empaques y recipientes para contener o llevar comidas o alimentos no preenvasados conforme a la normatividad vigente, para consumo inmediato, utilizados para llevar o para entregas a domicilio.

10. Láminas para servir, empacar, envolver o separar alimentos de consumo inmediato, utilizados para llevar o para entrega a domicilio.

11. Soportes plásticos de los copitos de algodón o hisopos flexibles con puntas de algodón.

12. Mangos para hilo dental o porta hilos dentales de uso único.

13. Empaques, envases o cualquier recipiente empleado para la comercialización, al consumidor final, de frutas, verduras y tubérculos frescos que en su estado natural cuenten con cáscaras; hierbas aromáticas frescas, hortalizas y hongos frescos. Podrán emplearse tales empaques, envases o recipientes para garantizar la inocuidad de los alimentos, prevenir la pérdida o el desperdicio de alimentos, y/o proteger la integridad de estos frente a daños, siempre y cuando

los materiales empleados sean en su totalidad reciclables y/o reciclados, conforme lo permita la normatividad sanitaria, y cuenten con metas de reincorporación en un modelo de economía circular.

14. Adhesivos, etiquetas o cualquier distintivo que se fije a los vegetales.

Actualmente no existe en ningún país de América Latina y el caribe alguna legislación global sobre el microplástico, esto demuestra la falta de compromiso frente a esta problemática que afecta a los ecosistemas marinos. Sin embargo, al menos 27 países de la región presentan legislaciones nacionales o locales que apuntan a reducir, prohibir y/o eliminar los plásticos de un solo uso (Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente, 2021). Además, en el quinto período de sesiones de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (EA.5/L. 23). A medida que avanza la legislación, es necesario establecer líneas de base y datos de monitoreo de microplásticos a largo plazo para ayudar en el desarrollo de regulaciones precisas sobre contaminación por plásticos y microplásticos.

CAPITULO III

3.1 El mar Caribe Colombiano

Colombia, debido a su localización geográfica es un país privilegiado por tener acceso a dos mares, el océano Pacífico y atlántico, adicionalmente cuenta con el mar Caribe, este último con una extensión marítima de 2.754.000 km² y a su vez limita con Panamá, República Dominicana, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Costa Rica, y Haití, se caracteriza por su inmensa biodiversidad marina, fuente de recursos y bienestar social. Sin embargo, el mar Caribe se

encuentra gravemente afectado por microplásticos derivados de la contaminación plástica la cual está ocasionando efectos negativos sobre las cadenas tróficas, esto indica que las campañas y los esfuerzos gubernamentales en reducir y lograr una adecuada disposición final de residuos sólidos no ha sido suficiente. Además, las empresas comercializadoras y productoras de este material no tienen en cuenta el ciclo de vida completo del producto y la implementación de un modelo circular (INVEMAR, 2022)

Por otro lado, la demanda de materiales y elementos plásticos consumidos en Colombia de un solo uso, como por ejemplo botellas, pitillos o cubiertos que son solo utilizados unos minutos y luego son desechados según Greenpeace (2018) “es equivalente a 24 kilos de plásticos al año por persona, es decir, 1.250.000 toneladas en total al año”. Además, algunas investigaciones afirman que el río Amazona y el río Magdalena se encuentran en el top 20 de los más contaminados por residuos plásticos a nivel global cuyos residuos son transportados por las corrientes de agua hasta el mar Caribe (GREENPACE, 2018).

Según el sistema económico latinoamericano y del caribe (SELA) en base a los resultados obtenidos del grupo de navegación eXXpedition, dedicado a explorar la contaminación plástica en el mar caribe durante el 2019, con el fin de revisar la situación de los microplásticos da como resultado 18 tipos de polímeros en aguas caribeñas y cuyas concentraciones más elevadas se registraron en las islas del archipiélago de San Blas, Panamá. Además, el mar Caribe presenta la mayor concentración de microplásticos en el mundo con alrededor de 5000 piezas de estos residuos por kilómetro cuadrado (SELA, 2021).

A nivel nacional se plantean diferentes acciones gubernamentales con el fin de mitigar la contaminación marina y los impactos ocasionados por plástico y microplásticos a partir del sistema de gestión integral de residuos sólidos encaminada a resolver esta problemática, transformándola hacia una economía circular más sostenible, de esta manera Colombia plantea para el 2030 no causar contaminación a los océanos, mares y a los recursos naturales en general a través de la gestión sostenible del plástico de un solo uso implementando el aprovechamiento, reducción y prevención del uso de los plásticos

3.2 Generalidades de los Langostinos

La gastronomía marina especialmente la de langostinos ha llevado a otro nivel la producción de la acuicultura debido a la alta demanda de este alimento. Los langostinos de mar se caracterizan por ser crustáceo del orden decápodo generalmente poseen una tonalidad rosada, caparazón semiduro y alargado, tienen una longitud entre 10 y 15 centímetros, por lo general se localizan en zonas tropicales o subtropicales (Vega Villasante & Espinoza Chaurand, 2011)

Sin embargo, los langostinos están siendo gravemente afectados por los microplásticos ya que habitan cerca de las zonas costeras y estas son propensas a la acumulación de plástico y por ende a la fragmentación de partículas en menor tamaño. Al igual que otros animales marinos los langostinos confunden su alimento con partículas diminutas de polímeros. En cuanto a la producción se requiere pasar por las etapas de crecimiento y engorde hasta lograr el tamaño comercial para consumirlos.

Como consecuencia de la ingesta de microplástico los langostinos son propensos a intoxicaciones por sustancias tóxicas que son fácilmente adheridas a los polímeros y posteriormente pasadas al cuerpo y músculos del animal, además de la acumulación en su red intestinal puede provocar la muerte del langostino, ahora bien, esta especie representa para los seres humanos una fuente de alimento basada en la gastronomía marina, la cual es ampliamente apetecida y disfrutada a nivel global. Por esta razón recientemente ha surgido el interés por investigar y lograr entender los efectos de los microplásticos no solo en los langostinos sino en diferentes especies de la vida marina para lograr entender las complicaciones a largo plazo que pueden tener la especie propia y a su vez los seres humanos al ingerir esta proteína.

3.3 Efecto de los microplástico en los seres humanos

Los microplásticos pueden ingresar al cuerpo humano a través de varias vías de exposición, por ejemplo, a través del consumo de agua potable, el consumo de alimentos acuáticos y la inhalación de polvo (Yujia , y otros, 2022). Según, el estudio de WWF, Naturaleza sin plástico: evaluación de la ingestión humana de plástico presentes en la naturaleza, realizado por Dalberg y la Universidad de Newcastle, Australia, 2019 estiman que “en promedio una persona ingiere semanalmente unos 5 gramos de plástico presentes en el agua, el aire y en alimentos. Equivalente a los microplásticos que contiene una tarjeta de crédito” (WWF, 2019). También la investigación de Khalida Jabeen (2017) acerca de los microplásticos en el mar de China arroja que las 21 especies marinas seleccionadas para el estudio se encontraron microplástico en el 100% de los peces marinos, estos incluían fibra, fragmento y gránulo (Jabeen, Su, Li, & Yang, 2017)

Ahora bien, el informe de WWF (2019) menciona que “los efectos de los microplásticos sobre la salud humana aun no son exactos”, pero actualmente se están realizando investigación sobre las consecuencias de la ingestión de microplástico. Los científicos advierten que los riesgos posiblemente serían más graves de lo que se espera. Sin embargo, algunos estudios han demostrado que la inhalación de estas partículas plásticas causa una leve inflamación en el tracto respiratorio.

En la vida marina, elevadas concentraciones de microplástico en el tracto digestivo y en el sistema respiratorio provoca la muerte de los animales marinos, otros presentan niveles altos de toxicidad, provocándoles la muertes y afectaciones en los pulmones, hígado y cerebro.

Además, el informe de WWF menciona “que algunos tipos de plásticos contienen productos químicos y aditivos que pueden afectar la salud humana. Los riesgos a la salud identificados se deben al efecto de residuos, aditivos, tintes y pigmentos usados en el proceso de producir el plástico”. Se ha comprobado que estos materiales afectan la función sexual, la fertilidad y un aumento en la incidencia de mutaciones y cáncer. Los microplásticos portados por el aire también tienen contaminantes del ambiente circundante. En los ambientes urbanos pueden llevar metales e hidrocarburos moléculas encontradas en el carbón. Se han iniciado estudios para comprender mejor los efectos del plástico en nuestra salud. Uno de los principales retos a la investigación es la presencia desmesurada de plásticos en nuestra vida cotidiana, lo que dificulta la tarea de aislar los efectos de determinada ruta de exposición de otras posibles fuentes de exposición. La Organización Mundial de la Salud (OMS) inició un estudio sobre el impacto de los microplásticos en la salud. La Universidad de Newcastle también está trabajando en una síntesis de la literatura actual sobre este tema (WWF, 2019).

CAPITULO IV

4.1 Presencia de microplásticos en la fauna marina

Actualmente no hay una cifra exacta de la cantidad de plástico que está presente en el océano, sin embargo, modelos predicen que “ingresan al mar entre 4,8 y 12,7 millones de toneladas de plástico/año y probablemente para el 2025 se espera una acumulación de 155 millones de toneladas” (Rotjan & Sharp, 2019)

La ingesta de polímeros sintéticos especialmente de microplásticos ha sido registrada en la fauna marina como ballenas, moluscos, crustáceos, tortugas, peces pequeños, entre otros. Esto debido a los desechos plásticos que son vertidos al ambiente en zonas costeras, los arrastrados por los ríos hasta el mar y por fuertes corrientes de aire. Además, fenómenos naturales como el huracán IOTA tras su paso por Colombia ocasiona contaminación por basura a los manglares (Garcés Ordóñez, Saldarriaga Vélez, & Espinosa Díaz, 2021). Como consecuencia de la ingesta de pequeñas partículas de microplástico, la vida marina está siendo afectada principalmente por la muerte de animales debido a la obstrucción en el aparato digestivo, es decir mueren al sufrir una desnutrición y por la acumulación de los polímeros que provoca otros problemas fisiológicos (Cáceres Martínez, Acevedo Ricón, & Sánchez, 2015)

Además, la presencia de microplásticos ingerida o adheridas a algunos corales generan enfermedades como el blanqueamiento y otros experimentan mucosidad. Por ejemplo, una investigación arrojó como resultado que el coral de agua fría *Lophelia pertusa* presenta tasas de crecimiento esquelético reducidas cuando fue expuesto a microplásticos, en cambio la ingestión de microplásticos no presentó efecto negativos sobre la calcificación en dos especies de arrecifes

caribeños poco profundos, respecto a la forma de partículas de microplástico las fibras alargadas son más abundantes que las partículas redondas. (Rotjan & Sharp, 2019).

4.2 Microplásticos en organismos marinos

La ingesta de microplásticos se ha observado en diferentes comunidades de peces marinos. Por ejemplo, la investigación de Zheng (2020) y otros colaboradores sobre microplásticos presentes en zooplancton del mar de Bohai en china, indican que la acumulación de partículas de microplásticos en forma de fibra son fáciles de ingerir, pero difíciles de excretar, de igual manera se menciona que el color dominante de los fragmentos de plástico es el azul, característico de las cuerdas y redes de pesca. Sin embargo, el color no representa alguna afectación o alteración significativa en zooplancton (Zheng, Zhao, Liangwei, & Liang, 2020)

Por otra parte, la ingesta de microplástico por consumidores primarios como el zooplancton, es decir, inician el proceso de transferencia de partículas de polímeros a las redes alimentarias de los consumidores secundarios incluidos los peces, crustáceos y aves marinas. Incluido los moluscos bivalvos, cuya alimentación se da por infiltración y son susceptibles a la absorción de microplásticos. En el caso de los peces, estos ingieren los microplásticos de manera directa o indirecta al alimentarse de otras especies marinas. (Jiang, Yang , Zhao, & Chen , 2022)

4.2.1 Microplásticos en peces marinos

Dado al alto consumo de mariscos por parte de los seres humanos, es necesario prestar atención a los problemas relacionados con la seguridad alimentaria, debido a la contaminación de microplástico presente en el trato digestivo de los mariscos, en la piel y posiblemente adheridos

al muslo. De manera general la longitud de los peces es una característica que indica que los peses de mayor tamaño son los más propensos a ingerir microplásticos, en este caso, la transferencia se da entre las especies marinas y la ingesta de los seres humanos (Jiang, Yang , Zhao, & Chen , 2022)

4.2.2 Microplástico en moluscos

El estudio de las especies de moluscos que habitan en los sedimentos y en las zonas intermareales, adsorben el microplástico circundante que se encuentra en el medio quedando en sus branquias y en los tejidos blandos, según la investigación realizada en china por Zheng (2020) determino que los moluscos de bivalvos presentan un valor entre 2,1 a 10,5 unidades/g de microplástico presentes en los tejidos blandos. De igual manera las ostras presentan un valor de 0,7 a 1,1 artículos/g de microplástico de forma fibrosa y generalmente transparentes, blancos y azules.

Por otra parte, la investigación arrojo como resultado que los mejillones de mar tienen un promedio de 25- 5000 μm , en el caso de los mejillones cultivados (*Mytilus galloprovincialis*) su valor fue de 3,17 piezas/g, por el contrario, los mejillones presentan un valor inferior de 2,0 piezas/g (Zheng, Zhao, Liangwei, & Liang, 2020)

4.2.3 Microplásticos en Zooplancton

Los zooplancton son más propensos a ingerir microplásticos al confundirlos con sus presas ya que tienen un tamaño similar a estos.

Los estudios realizados sobre contaminación por microplásticos en zooplancton en comparación con las de moluscos y peces marinos es poca, sin embargo, en China se estudió la retención de microplástico en 19 especies de peces en el mar amarillo dando como resultado que el 34% de los peces retuvo plástico y se extrajeron 552 piezas de plástico de las cuales 546 piezas eran microplásticos, la longitud de los fragmentos vario entre $1233 \pm 57 \mu\text{m}$, $263 \pm 24 \mu\text{m}$, y 503 ± 91 para fibras, gránulos y fragmentos respectivamente (Sun, Li , & Shi, 2019)

4.3 El mediterráneo: un ejemplo de la contaminación por microplásticos

El mar mediterráneo es un claro ejemplo de la contaminación plástica, quizás uno de los más afectados por esta problemática, en el año 2019 según Abreu André había unas 3000 toneladas de plástico en la superficie del mar, se incluyen botellas, bolsas plásticas, envases, redes de pesca, entre otros. Debido a la afluencia de actividades turística, de pesca y vertimientos de solidos al aire libre.

Sin embargo, la mayor preocupación no son los residuos visibles y de gran tamaño, sino los 250000 millones de fragmentos de microplásticos presentes en el mediterráneo, generados por el alto tráfico marítimo, entradas de desechos de ríos, actividades antropogénicas, zonas densamente urbanizadas, por ende, el mediterráneo es catalogado como la sexta zona más contaminada en el mundo. En 2014 una expedición dirigida por Tarra y la fundación Veolia recorrió la cuenca del mediterráneo estudiando específicamente los microplásticos. Dicha expedición “tomó 2.000 muestras de 350 zonas diferentes cercanas a costas, ciudades, desembocaduras de ríos y puertos. Los datos recopilados, que representan 75.000 partículas de plástico, son la mayor colección de microplásticos jamás reunida en el Mediterráneo” (Abreu & Pedrotti, 2017)

CONCLUSIONES

La presencia de microplásticos en los organismos acuáticos según los estudios consultados, es elevada, por lo general en todas las muestras tomadas de diferentes especies de animales se encuentra la presencia en el sistema digestivo de fibras de forma alargadas y circulares, se deduce que pueden ser ingeridos de forma directa, al confundirlos con alimentos o indirecta, al ser ingeridos a través de otras presas que ya han consumido microplásticos.

En cuanto a los principales efectos de los microplásticos sobre los langostinos de mar la información existente es escasa, por lo general los efectos sobre los organismos zooplancton, moluscos y demás peces produce los mismos efectos para los langostinos, los efectos más representativos son la obstrucción en el sistema digestivo, falsa saciedad, microplásticos adheridos a la piel, en el muslo y la tráquea, además de órganos presentan leves afectaciones. Como consecuencia de estos efectos y de la acumulación de microplásticos en el organismo provocan la muerte de los organismos marinos. Respecto a los seres humanos la ingesta de microplásticos aún no se registran sus consecuencias.

En Colombia es muy mínima la información que se tiene respecto a la problemática de los microplásticos en el mar, pareciera que fuera un tema sin importancia. Por esto, es necesario que se implementen metodologías de investigación y sistemas de monitoreo, aunque esta propuesta es un desafío, la ejecución de proyectos y de normativas referente a la fabricación y el uso del plástico de un solo uso, sería el primer paso para tratar de reducir la producción y generación de microplástico.

BIBLIOGRAFIA

Sun, X., Li , Q., & Shi, Y. (2019). Características y retención de microplásticos en el tracto digestivo de peces del Mar Amarillo. *Contaminación ambiental*.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.01.110>

Abreu , A., & Pedrotti, M. (2017). Microplásticos en los océanos: las soluciones están en tierra.

Field ACTions Science Reports, pp 62-67. Obtenido de

<https://journals.openedition.org/factsreports/5290#tocto1n3>

Alimba, C., & faggio, C. (2019). Microplásticos en el medio marino: Tendencias actuales de la contaminación ambiental y mecanismos del perfil toxicológico. *Toxicología y*

Farmacología Ambiental ELSEIVER, 61-74.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.etap.2019.03.001>

Andrady, A. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, pp 1596-1605.

Blair Crawford, C., & Quinn, B. (2017). *Microplastic Pollutants*. Elseiver.

Boucher, J., & Friot, D. (2017). *Primary Microplastics in the Oceans: a Global Evaluation of Sources*. Gland, Switzerland: IUCN. doi:DOI:

<https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.en>

Cáceres Martínez, C., Acevedo Ricón, A., & Sánchez, L. (2015). Registros de plásticos en la ingesta de *Tremarctos ornatus* (Carnívora: Ursidae) y de *Nasua olivacea* (Carnívora: Procyonidae) en el Parque Nacional Natural Tamá, Colombia. *Revista Mexicana de*

Biodiversidad, pp 839-842. Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870345315000809>

Castañeta , G., Gutiérrez , A., & Manzano , C. (2020). MICROPLÁSTICOS: UN CONTAMINANTE QUE CRECE EN TODAS LAS ESFERAS AMBIENTALES, SUS CARACTERÍSTICAS Y POSIBLES RIESGOS PARA LA SALUD PÚBLICA POR EXPOSICIÓN. *Revista Boliviana de Química*, 160-165. Recuperado el 15 de 03 de 2022, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426365043004>

Chatterjee, S., & Sharma, S. (2019). Microplásticos en nuestros océanos y salud marina. *Open Edition*, pags 54-61. Obtenido de <https://journals.openedition.org/factsreports/5257>

Crawford, C. B., & Quinn, B. (2017). Microplastic Pollutants. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/book/9780128094068/microplastic-pollutants?via=ihub=#book-description>

Crawford, C., & Quinn, B. (2017). *The emergence of plastics. Microplastic Pollutants*. Escocia: Elsevier Inc. doi:<https://doi.org/10.1016/C2015-0-04315-5>

Espinar, S. (2021). Presencia y evolución de microplásticos en estaciones depuradoras de agua residuales de la región de Murcia: propuesta de las mejores tecnologías disponibles para una emisión cero.

Garcés Ordóñez, O., Saldarriaga Vélez, J., & Espinosa Díaz, L. (2021). Contaminación por basura marina en manglares de las islas de Providencia y Santa Catalina, tras la trayectoria del huracán IOTA en el Caribe colombiano. *Marine Pollution Bulletin*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X21005051>

GREENPACE. (2018). *Colombia, mejor sin plásticos*. Obtenido de

http://greenpeace.co/pdf/reporte_plasticos.pdf

GREENPEACE. (2021). *En las entrañas de la emergencia climática cómo las empresas de bienes de consumo están impulsando la expansión de los plásticos de las grandes petroleras*. Recuperado el 04 de 05 de 2022, de

<https://www.greenpeace.org/static/planet4-mexico-stateless/2021/09/af7c954d-en-las-entranas-de-la-emergencia-clima-plasticos-final-13-sept.pdf>

H S , A., C U, E., & S H, F. (2019). Distribución e importancia de los microplásticos en el medio ambiente marino: una revisión de las fuentes, el destino, los efectos y las posibles soluciones. *Medio Ambiente Internacional ELSEIVER*, 165-167.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013>

Humplase. (17 de Octubre de 2017). *Origen del plástico*. Recuperado el 03 de Abril de 2022, de

<https://humplast.com/2017/10/17/origen-del-plastico/?v=42983b05e2f2#:~:text=En%201909%2C%20el%20qu%C3%ADmico%20norteamericano,totalmente%20sin%20plástico%20de%20la%20historia.>

INVEMAR. (30 de Noviembre de 2017). *Instituto de investigaciones Marinas y Costeras José*

Benito Vives de Andrés . Obtenido de

[Diagnostico%20de%20residuos%20microplasticos%20en%20las%20zonas%20marinas_residuosMicroplasticos.pdf](#)

INVEMAR. (19 de Enero de 2022). *Basuras marinas, opciones de política y recomendaciones para abordar la problemática en Colombia*. Obtenido de <http://www.invemar.org.co/web/guest/projects>

Jabeen, K., Su, L., Li, J., & Yang, D. (2017). Microplastics and mesoplastics in fish from coastal and fresh waters of China. *Environmental Pollution*, 141-149.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.11.055>

Jiang, Y., Yang, F., Zhao, Y., & Chen, M. (2022). Una revisión de la contaminación por microplásticos en el agua de mar, los sedimentos y los organismos de los mares costeros y marginales de China. *Quimiosfera*.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131677>

Lopez Fernandez, M., & Franco Mariscal, A. (11 de Octubre de 2021). Indagación sobre la degradación de plásticos con estudiantes de secundaria. *Educación Química Scielo*.
doi:<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.76553>

Martínez Reina, M., & Amado Gonzáles, E. (2014). Premios Nobel de Química y Filatelia. Parte III: Polímeros, Coloides, Química Aplicada, Química Inorgánica y Premios Siglo XXI. *Revista Cubana de Química* (, pp 37-46. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443543737006>

MinAmbiente. (07 de 01 de 2022). *Ministerio de ambiente y Desarrollo sostenible*. Recuperado el 10 de 05 de 2022, de <https://www.minambiente.gov.co/comunicado-de-prensa/en-2050-habria-en-el-mundo-unos-12-000-millones-de-toneladas-de-basura-plastica-si-no-se-cambian-las-pautas-de-consumo/>

Plastics Europe. (2021). *Un analisis de los datos sobre la producción, demanday residuos de plástico en Europa*. Madrid-España. Obtenido de <https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/12/Plastics-the-Facts-2021-web-final.pdf>

Rotjan, R., & Sharp, K. (2019). Patrones, dinámicas y consecuencias de la ingestión de microplásticos por parte del coral templado, *Astrangia poculata*. *The Royal Societi*. doi:<https://doi.org/10.1098/rspb.2019.0726>

Sanabria Ruiz, J. M. (19 de Febrero de 2021). *Análisis de los efectos que genera el incremento del microplástico en los ecosistemas marinos y su influencia en la salud humana*. Recuperado el 01 de Mayo de 2022, de <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/5769>

SELA. (25 de Agosto de 2021). *Microplásticos transfronterizos amenazan el mar Caribe*. Obtenido de <https://www.sela.org/es/prensa/servicio-informativo/20210825/si/75425/caribe#:~:text=En%20el%20mar%20Caribe%20flotan,estos%20residuos%20en%20el%20mundo>.

Serna Morales , Y., & Torres , Y. (2016). Caracterización Fisicoquímico de Subproductos poliméricos termoestables, guiados a su reutilización en la producción de espumas a nivel industrial. Recuperado el 04 de 05 de 2022, de <https://repositorio.utp.edu.co/items/ec5a2548-139d-4cfb-a2e7-72c5053508e6>

Soledad Pazos, R. (2021). Estudio de microplástico en la columna de agua, sedimento intermareal y biota residente en la costa del estuario del río de la Plata (franja costera sur). 14-15.

- Stephanie L, Wright, Richard C, & Thompson. (2013). *Los impactos físicos de los microplásticos en los organismos marinos: una revisión*. Contaminación Ambiental Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>
- Vega Villasante, F., & Espinoza Chaurand, L. (2011). *Acuicultura del langostino Macrobrachium tenellum*. Recuperado el 23 de Junio de 2022, de <http://www.cuc.udg.mx/sites/default/files/publicaciones/2011%20-%20Acuicultura%20del%20langostino%20Macrobrachium%20tenellum%20-%20interiores.pdf>
- WWF. (2019). *Solución al Plástico: Contaminación asumiendo responsabilidades*. Recuperado el 14 de 05 de 2022, de https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/plastico_informe_paginas_sueltas_web_update.pdf
- WWF. (14 de 02 de 2022). *El plástico va de nuestros platos a los océanos*. Recuperado el 08 de 05 de 2022, de <https://www.wwf.org.co/?366211/El-plastico-va-de-nuestros-platos-a-los-ocean>
- Yujia , X., Li , J., Yaoyu, Z., Zirui, L., Dan , Z., Jian , Y., & Su Shiung , L. (2022). Microplastics and environmental pollutants: Key interaction and toxicology in aquatic and soil environments. *Diario de materiales peligrosos*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126843>
- Zambrano Bravo, P. E. (2020). *Efectos del plastico de uso unico sobre el medio ambiente y su relación con la normativa vigente. .*

Zheng, S., Zhao, Y., Liangwei, W., & Liang, J. (2020). Características de los microplásticos ingeridos por el zooplancton del mar de Bohai, China. *Ciencia del Medio Ambiente Total*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136357>