



UNIVERSIDAD ESTATAL

PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA

**ANÁLISIS DE LA PRESENCIA DE MICROPLÁSTICO EN DIFERENTES
ORGANISMOS MARINOS DEL ECUADOR 2018- 2021**

TRABAJO PRÁCTICO

Previo a la obtención del título de:

Biólogo Marino

Autor:

Villamar Lucas Joselyn Elizabeth

Tutor:

Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, PhD.

La Libertad – Ecuador

2022

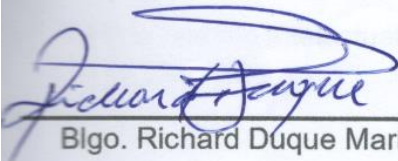
DECLARATORIA EXPRESA

La responsabilidad de los datos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de investigación, le pertenecen exclusivamente a la autora Joselyn Elizabeth Villamar Lucas, Y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



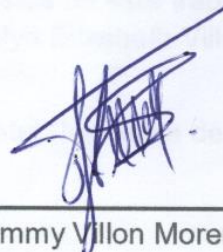
Joselyn Elizabeth Villamar Lucas
C.I. 2450131020

TRIBUNAL DE GRADO



Blgo. Richard Duque Marín M.Sc.

DECANO DE LA FACULTAD



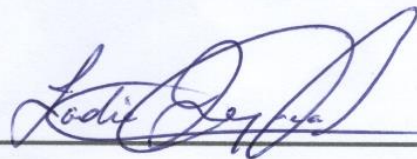
Ing. Jimmy Villon Moreno M.Sc.

DIRECTOR DE CARRERA DE BIOLOGIA



Blga. María H. Cornejo Rodríguez, PhD.

PROFESOR – TUTOR



Blga. Jodie Darquea M.Sc

PROFESOR DEL ÁREA

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo investigativo está dedicado principalmente a Dios quien es el creador de todo y dador de la vida, el que nos inspira y nos da las fuerzas para avanzar en este proceso a obtener las metas propuestas.

Así mismo, agradezco a todos los docentes de la Carrera de Biología Marina quienes aportaron de una u otra manera en el crecimiento de una estudiante para alcanzar un sueño de ser profesional, en especial agradezco a la Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez PhD., quien ha estado apoyándome más de cerca en todo este proceso.

También, a mi mamá que ha sido un pilar fundamental y sustancial para no rendirme a lo largo de esta carrera, sin duda alguna ha estado en cada etapa de mi vida apoyándome y haciendo sacrificios incomparables que solo una mamá haría. Tengo el orgullo de que ella sea mi mamá.

A mis hermanas que siempre han estado presentes, dándome apoyo moral e incondicional y reconfortándome con sus palabras y compañía, como también a mi amiga Mirka Robalino que jamás me ha dejado sola desde que empezamos en esta etapa estudiantil y siempre me ha brindado su apoyo en cada situación que se ha presentado.

Índice

	RESUMEN	7
	ABSTRACT	8
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	JUSTIFICACIÓN	3
3.	OBJETIVOS	5
3.1	OBJETIVO GENERAL	5
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4.	MARCO TEÓRICO	6
4.1	Contaminación marina	6
4.2	Plásticos	6
	4.2.1 Contaminación de plásticos en océanos	8
4.3	Microplásticos: Amenaza a la biodiversidad marina	8
	4.4.1 Clasificación de los microplásticos	9
	4.4.2 Microplásticos primarios	11
	4.4.3 Microplásticos secundarios	11
4.5	Entrada del Macro y Microplástico al medio marino	11
	4.5.1 Efecto sobre el medio marino	13
4.6	Ingesta de microplásticos	14
5.	METODOLOGÍA	16
5.1	Tipo de investigación	16
5.2	Delimitación del tema	16

5.3	Población y muestra.....	16
5.4	MÉTODOLOGÍA	16
5.5	Análisis estadístico	19
5.6	Métodos de investigación	19
6.	RESULTADOS.....	20
6.1	Tipos de microplásticos registrados en los tractos digestivos de los organismos estudiados 2018 - 2021.....	20
6.1.1	Contaminación de microplásticos en organismos marinos de acuerdo al polímero	20
6.1.2	Contaminación de microplásticos en organismos marinos de acuerdo a la forma	21
6.1.3	Contaminación de microplásticos en organismos marinos de acuerdo al tamaño	22
6.1.4	Contaminación de microplásticos en organismos marinos de acuerdo al color	23
6.2	Organismos marinos del Ecuador con mayor índice de contaminación por microplásticos 2018 – 2021	24
6.3	Lugares mayormente contaminados por microplásticos en el Ecuador en organismos acuáticos 2018 – 2021	28
7.	CONCLUSIONES	30
8.	BIBLIOGRAFÍA	31

RESUMEN

La contaminación por microplásticos en los ecosistemas marinos es una amenaza creciente para la biota oceánica, donde estas pequeñas partículas de plásticos pueden ser ingeridos por organismos marinos que confunden visualmente a sus presas con ellas, alterando potencialmente su función endocrina, lo que puede provocar estrés y, posteriormente, la muerte. En el presente trabajo se realizó un análisis de la presencia de microplásticos en la biota marina, a través de información bibliográfica correspondiente al periodo comprendido entre 2018 y 2022. Se registró que los plásticos con nivel de contaminación más elevado de acuerdo con el polímero son PEAB, PS, PET, PEAD, representados por fragmentos y fibras, siendo los colores más frecuentes de los mismos el azul durante todos los años analizados. A sí mismo el tamaño de las micropartículas plásticas correspondieron a un rango entre 0,50 mm a 3 mm. En cuanto a los organismos en los que se registró la presencia de microplástico estuvieron *Thunnus albaceres* (atún) (24%), seguido de *Opisthonema libertate* /Sardina redonda) (33%), *Echinometra vanbrunti* (Erizo negro) (23%) (Sardina *Pilchardus* (sardina) (26%). La presencia de micropartículas plásticas fue reportada en todas las provincias del Ecuador; de Esmeraldas (22%), Manabí (39%), El Oro (26%), Guayas (31%), Santa Elena (31%) y las Islas Galápagos (19%).

Palabras claves: contaminación, microplásticos, organismos, afectación, hábitat.

ABSTRACT

Microplastic pollution in marine ecosystems is a growing threat to ocean biota, as these small plastic particles can be ingested by marine organisms that visually confuse their prey with them, potentially disrupting their endocrine function, which can cause stress and, subsequently, death. In the present work, an analysis of the presence of microplastics in the marine biota is carried out, through bibliographic information corresponding to the period between 2018 and 2022. It is recorded that the plastics with the highest level of contamination according to the polymer are PEAB, PS, PET, HDPE, represented by fragments and fibers, the most frequent color being blue during all the years analyzed. The size of the plastic microparticles corresponded to a range of 0.50 mm to 3 mm. As for the organisms in which the presence of microplastic was recorded were *Thunnus albaceres* (tuna) (24%), followed by *Opisthonema libertate* / round sardine (33%), *Echinometra vanbrunti* (black sea urchin) (23%) (sardine *Pilchardus* (sardine) (26%) The presence of plastic microparticles was reported in all provinces of Ecuador: Esmeraldas (22%), Manabí (39%), El Oro (26%), Guayas (31%), Santa Elena (31%) and the Galapagos Islands (19%).

Keywords: contamination, microplastics, organisms, affectation, habitat.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, uno de los impactos humanos que recientemente está creciendo y representa una alerta para la vida marina, es la contaminación por plásticos en los océanos (Derraik 2002). Se ha registrado fibras sintéticas microscópicas en los sedimentos, en la zona de marea alta, como también en la columna de agua y estuarios como lo destacaban Thompson et al., ya en el 2004 en el Reino Unido; estos investigadores observaron que la mayor cantidad de fibras se mostró en las zonas de alta marea donde se identificaron varios tipos de polímeros, por ejemplo: acrílico, alcalinos, poli (etileno-propileno), poliamida, poliéster, nylon, alcohol, etc. Estos polímeros mencionados, son usados de manera amplia en la industria de la ropa, pesca y el empaque.

La producción de residuos sólidos representa un consumo importante, lo que conlleva a considerar el uso extensivo de materiales innecesarios. A nivel nacional, el residuo que más se genera es el plástico; la cantidad utilizada de este material es en promedio de 30 kg/persona, que representa 3 millones de bolsas al año y cerca de 6000 bolsas por minuto, generando así, un alto impacto negativo en el medio ambiente dado que no se realiza una adecuada gestión y/o manejo de recolección de recuperación o procesamiento del mismo (González et al., 2006).

Los detritos plásticos se han observado inmersos en ecosistemas marinos en todo el planeta, lo que causa daño a los seres vivos. Es así que, se han documentado más de 630 especies marinas que interactúan con microplásticos; dentro de estos organismos se encuentran peces, tortugas, cetáceos, aves, moluscos y crustáceos (Halden, 2010).

Por otro lado, se debe enfatizar que las fuentes de contaminación marina no son completamente terrestres, ya que también puede provenir de actividades que se desarrollan en el mar como la pesca y la maricultura, navegación y de actividades turísticas. Los residuos provenientes de estas fuentes se acumulan y se trasladan a zonas marinas muchas veces inaccesibles para el ser humano o son trasladadas por las corrientes oceánicas (Guzzetti, et al., 2018).

En Ecuador existen diversas de organizaciones públicas y privadas, dedicadas a apoyar causas que no contaminen los mares y océanos, entre ellas Mingas por

el Mar, Ministerio de Ambiente Transición Ecológica, el Instituto Público de Investigación en Acuicultura y Pesca (INIAP). En 2018, la organización de Acuicultura y Pesca (INIAP) lanzó una campaña de comunicación y concientización titulada: ¡Plástico en el Mar, Producto Final! Con el propósito de difundir información para unir esfuerzos con iniciativas globales que adviertan sobre las consecuencias de este problema que cada vez cobra más fuerza y más investigaciones han podido identificar la evolución en la “era del plástico”. Sin embargo, este es un problema que se va acrecentando y, que continúa afectando a los organismos y los distintos ecosistemas, principalmente los acuáticos, en este caso aquellos que se encuentran dentro del país.

Tanto los microplásticos como los microplásticos están formados con una mezcla de sustancias químicas incluidos en la fabricación (por ejemplo; plastificantes, retardadores de llama, estabilizadores de luz ultravioleta, lubricantes y colorantes, etc.), los mismos que se pueden descomponerse en contacto directo con los organismos o acumularse en el entorno, como son las sustancias persistentes, bioacumulables y tóxicas, que engloban los contaminantes orgánicos persistentes (FAO, 2017).

Por ello el siguiente estudio tuvo como objetivo analizar los microplásticos con mayor recurrencia en el tracto digestivo de los organismos marino en el Ecuador dentro de los años 2018 al 2021 y con ello, los lugares en donde se registra un nivel elevado de contaminación microplástica.

2. JUSTIFICACIÓN

A nivel mundial se utilizan alrededor de 8 millones de toneladas de plástico cada año, en donde este material es considerado actualmente uno de los mayores problemas del planeta debido a su uso. Ha estado presente en la mayoría de las sustancias y objetos durante la última década, con niveles gradualmente crecientes (Greenpeace, 2016). Según Greenpeace (2018), estas sustancias llegan a todos los rincones del mundo, desde los ríos hasta los océanos, constituyendo una amenaza para las especies marinas y, por ende, afectando su entorno.

La mayor parte de desechos plásticos en los océanos se encuentran en forma de microplásticos, en fragmentos menores a 5 mm (Rojo y Montoto, 2017). Phillips (2015), en su estudio de “Contaminación en el medio marino”, menciona que los residuos plásticos pueden abarcar hasta un 85% en el medio ambiente y que además, tienen un efecto negativo en diferentes organismos marinos, entre estos se encuentran los peces pelágicos grandes y pequeños; Lozano (2016), ha identificado impactos de estos plásticos sobre atunes de los géneros *Thunnus* y *Katsuwonus* los cuales son parte importante de la red trófica marina. Bajo estas circunstancias los entornos marinos se constituyen en ambiente propicios para la contaminación microplástico, basura que frecuentemente suelen confundirla con alimento en el medio.; es decir que ya hay evidencias significativas de presencia de microplásticos en el tracto gastrointestinal de diversas especies marinas (Mendoza, 2020)

Sarria y Gallo (2016) aluden que el uso de plásticos ha tenido diferentes beneficios para el ser humano; no obstante, la preocupante degradación de estos a través de varias décadas en el ambiente marino ha ido creciendo debido a la exposición de las especies marinas a estos. Se conoce que luego de que los microplásticos son ingeridos por los organismos, las sustancias químicas aditivas del plástico son translocadas al sistema circulatorio y diferentes órganos causando efectos nocivos en especies marinas (Cabrera, 2018).

Es importante destacar que existen esfuerzos por parte de gobiernos locales y organizaciones no gubernamentales en el Ecuador, para prevenir el impacto de

los residuos plásticos en el entorno, principalmente en operaciones de “limpieza las playas” donde se produce la mayor actividad antropogénica.

En el presente documento se ha recopilado y analizado las metodologías que han sido aplicadas en las cuales se mencionen aquellos organismos con mayor incidencia de contaminación por microplásticos en el tracto digestivo, así como también los lugares en donde mayormente se dan estos acontecimientos para promover posteriores estudios en el país. Conjuntamente, se espera que, con la información y socialización de este conocimiento, se invierta en procesos de concientización y sensibilización ambiental; además, que se impulsen acciones concretas para la implementación de políticas públicas que lleven la toma de decisiones referentes al mejoramiento de la calidad ambiental por la reducción de plásticos de un solo uso y de la eliminación de estos a los cuerpos de agua.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la concurrencia de los microplásticos presentes en organismos acuáticos estudiados en diversas localidades del Ecuador, mediante una base de datos que permita conocer el nivel de afectación que tienen en el medio.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los tipos de microplásticos de acuerdo al tamaño, polímero y color registrados en los tractos digestivos de los organismos estudiados entre 2018-2021
- Comparar las especies marinas del Ecuador en las que se presentó un mayor porcentaje de contaminantes por microplásticos.
- Definir los lugares con mayor índice de contaminación por microplásticos en el Ecuador en organismos acuáticos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Contaminación marina

Se cree que el 80% de los contaminantes que se encuentran en el medio marino provienen de la tierra. Ciertas sustancias peligrosas, como metales pesados tóxicos, compuestos orgánicos persistentes (como son los pesticidas y los productos químicos industriales), hidrocarburos y materiales radiactivos de origen industrial, agrícola, urbano y minero, se encuentran en ambientes marinos a través de aguas superficiales y subterráneas (Cano, 2013).

Los contaminantes que terminan en las aguas costeras pueden acumularse en los organismos marinos a lo largo de la cadena alimentaria, lo que perjudica la resiliencia de los ecosistemas y representa un riesgo para la salud humana por el consumo de productos del mar contaminados. Las floraciones de algas nocivas pueden producir toxinas que causan enfermedades transmitidas por los alimentos como la intoxicación por mariscos paralizados y la intoxicación por ciguatera lo cual pueden ser fatales, también han aumentado en los últimos años. Estos casos se relacionan con la pesca, la acuicultura, el turismo y el uso del agua para beber y para la recreación (Delgado, 2015).

4.2 Plásticos

Algunos plásticos se acumulan en el océano porque la velocidad a la que se descomponen es muy lenta. Según algunas estimaciones, podría haber hasta 5,25 billones de partículas de plástico con un peso total de 250 000 toneladas, flotando en los océanos del mundo, incluidos los microplásticos, los cuales provienen del uso y desgaste de desechos plásticos grandes, desechos utilizados en la fabricación de plástico, aditivos en productos de limpieza y cuidado personal y ropa sintética, como se muestra en la Tabla 1 (Shim & Thomposon, 2015).

Tabla 1. Clasificación de macrolásticos

Símbolo	Descripción	Aplicaciones
PET	Polietileno	Envases de bebidas de agua, salsas, cosméticos y medicamentos
	Tereftalato	
PEAD	Polietileno de alta Densidad	Bolsas de compras, botellas de shampoo, suavizantes y detergentes
PVC	Policloruro de vinilo	Carteles publicitarios, calzado deportivo, suela de calzado, tapas tubería.
PEBD	Polietileno de Baja Densidad	Bolsas de alimento congelado, bolsas de compras, sacos industriales, cubetas.
PP	Polipropileno	Tapas, vasos no desechables, productos para congelados.
PS	Poliestireno	Platos, bandejas, cubiertos, ganchos, cepillos y bolígrafos
Otros	Poliamida	Disco compacto, juguetes, lentes, lámparas, teléfonos
	Poliuretano	
	Poliéster	

Fuente. Paulo Escobar Cartagena

4.2.1 Contaminación de plásticos en océanos

Se define como la exposición directa o indirecta a sustancias o elementos nocivos que finalmente afectan a los organismos, ponen en peligro la salud humana, alteran las actividades marinas y empeoran la calidad del agua del mar (Botello, 2016). Como escriben Jaén, Estebe y Banos (2019), mencionan que hace medio siglo este tipo de contaminación se convirtió en un problema importante, con un estimado de 6,4 millones de toneladas de basura al año, unos 200 kilogramos por segundo, es decir, deposición en el mar, donde el principal componente es el plástico, el origen está relacionado principalmente con las actividades terrestres.

Por otro lado, programas como el PNUMA advierten a la comunidad internacional que la contaminación plástica está amenazando a varias especies marinas (Aiomne, 2018). La contaminación de los océanos por microplásticos es particularmente preocupante porque estos pequeños pedazos se liberan todos los días y no son visibles a primera vista (Hurley, Woodward, & Rothwell, 2018).

4.3 Microplásticos: Amenaza a la biodiversidad marina

El Instituto Nacional de Pesca (2018), indica que los microplásticos son un verdadero océano de contaminación que está por encima de toda contaminación marina. Esta, representa un grave problema para la vida marina como también para la vida humana, que va más allá de la plastificación de nuestros alimentos, y se agrega que los océanos se convierten en una de las principales áreas de contaminación del planeta. Debido a su tamaño lo cual es menor de 5 mm, son “demasiado pequeños” para ser eliminados por los sistemas de purificación de aguas residuales y eventualmente terminan en los ríos y océanos, donde son ingeridos por aves, peces y diversos animales marinos.

El Programa de Naciones Unidas para el Ambiente (2009), menciona que la contaminación de los mares y de los océanos por desechos se ha transformado en uno de los mayores problemas con una magnitud relevante en todo el planeta. Así mismo, se estima que una entrada por cada año de basura al mar es de 6,4

millones de toneladas, con unos 200 kilos cada segundo, en donde el plástico se convierte en el principal componente y procede en un 80% de las actividades terrestres. En los últimos 50 años se ha multiplicado 20 veces la producción de plástico a nivel mundial según reportes de la Organización de las Naciones Unidas, ONU (2017), en donde, 8 de 13 toneladas terminan en el mar, por lo cual se estima que para el año 2050 se encontrará más basura que organismos marinos, siendo el problema el que la basura se descompone en fragmentos pequeños y se confunden o se mezclan con el plancton, donde se basa la cadena alimenticia.

La contaminación de los mares por microplásticos representa una de las más grandes amenazas para los organismos que se alimentan del filtrado de agua de mar, como lo hacen algunas especies de peces, rayas, tiburón Ballena y ballenas. Estos representantes de la megafauna marina ingieren miles de metros cúbicos de agua cada día para poder capturar el plancton lo cual, les sirve de alimento y es en este esfuerzo que pasan estos residuos directamente del mar o indirectamente al momento de ingieren a sus presas que ya se encuentran contaminadas con estas diminutas partículas.

Por otro lado, Villanueva (2018), en su libro de Océanos: La crisis azul, revela que se ha encontrado más de 750.000 fragmentos de microplásticos por km² los cuales son casi imposible de limpiar. El consumo de este tipo de productos ha ocasionado a lo largo del tiempo, la muerte de cientos de aves y cerca de 100.000 mamíferos marinos de 600 especies y algunos de estos peces contaminados son consumidos por las personas.

4.4.1 Clasificación de los microplásticos

Los microplásticos se van a clasificar según su morfología externa en partículas, astillas, espumas y fibras que pueden provenir de artes de pesca; para clasificarlos en ambientes marinos también se debe considerar aspectos muy importantes como es el color, la forma, tamaño y también en el tipo de polímero (Hidalgo et al., 2012). El segundo es un parámetro fundamental en la clasificación de los microplásticos, ya que permite conocer el objeto para el que fue utilizado; los principales polímeros que se encuentran en el medio marino son el tereftalato de polietileno (PET), el polietileno de alta densidad (HDPE), el

polietileno de baja densidad (LDPE), el polipropileno (PP), el poliestireno (PS) y el cloruro de vinilo (PVC), (Fries et al., 2013).

Los aditivos plásticos tienen funciones importantes para la resistencia y durabilidad de los objetos de plástico como se indica en la Tabla 2 (Avio et al., 2017; Wagner y Lambert, 2018).

Tabla 2. Clasificación y propiedades de los plásticos

Aditivos Plásticos	Función
Plastificantes	Flexibilidad en el material
Retardantes de llama	Retención de la inflamabilidad
Reticulantes	Une cadenas de polímeros
Estabilizadores	Incremento de la durabilidad del plástico
Sensibilizadores	Dan propiedades de degradación acelerada
Surfactantes	Modifican las propiedades superficiales
Relleno inorgánico	Refuerza la resistencia al impacto
Fuente. Wagner & Lambert, (2018) para color	

El fraccionamiento de grandes plásticos atribuidos al deterioro óptico es un factor de suma relevancia en el inicio y continuación de la descomposición del plástico

bajo el efecto de la exposición a los rayos ultravioleta, ya que inicialmente pierde sus propiedades de fijación, luego se produce la fragmentación mecánica por oleaje del mar, además. la sal marina afectará indirectamente el cambio de color de la pieza de plásticos: finalmente la descomposición bacteriana, además de acelerar el proceso de descomposición, conduce a la fragmentación por parte de los macrófagos en partículas plásticas de menor tamaño y por lo tanto más accesible para la vida marina (Christophe, Muñoz, Hernández y Ventura, 2016; Oberbeckmann y Labrenz, 2020).

4.4.2 Microplásticos primarios

Dentro de los procesos industriales, existen plásticos que se producen en tamaños microscópicos llamados microplásticos. Estos se utilizan comúnmente en limpiadores y cosméticos, o los llamados “blasters”, y están disponibles en tamaños de 2 mm a 5 mm de diámetro (Cole, Lindeque, Halsband y Galloway, 2011).

4.4.3 Microplásticos secundarios

Se identifican como resultado de la descomposición de los residuos plásticos “grandes pedazos de plástico en pedazos pequeños”, como resultado de varios procesos que los fragmentan, reduciendo la integridad estructural de los desechos plásticos (Cole et al., 2011).

4.5 Entrada del Macro y Microplástico al medio marino.

Las fuentes plásticas (macro y micro), en los océanos son muchas y variadas., Las principales fuentes de basura marina en el medio marino son específicamente de origen terrestre, siendo un total de 80% del total de las fuentes; estando localizados los puntos calientes en regiones industriales o densamente pobladas, así como también en áreas cercanas a fábricas tratamiento de desechos. Entre los procesos de ingreso de basura a lo largo de la costa, cobra mayor importancia el acceso por vía fluvial, ya que se estima que hasta el 80% de los residuos sólidos que se encuentran en ciertas playas provienen de vías fluviales y cauces cercanos como lo menciona Honorato Zimmer (2019). Entre los insumos del continente, los objetos plásticos notables incluyen escombros de construcción y materiales relacionados, desechos del

turismo costero, actividades agrícolas y envases de alimentos y bebidas, son los más nombrados, como se lo muestra en la figura 1

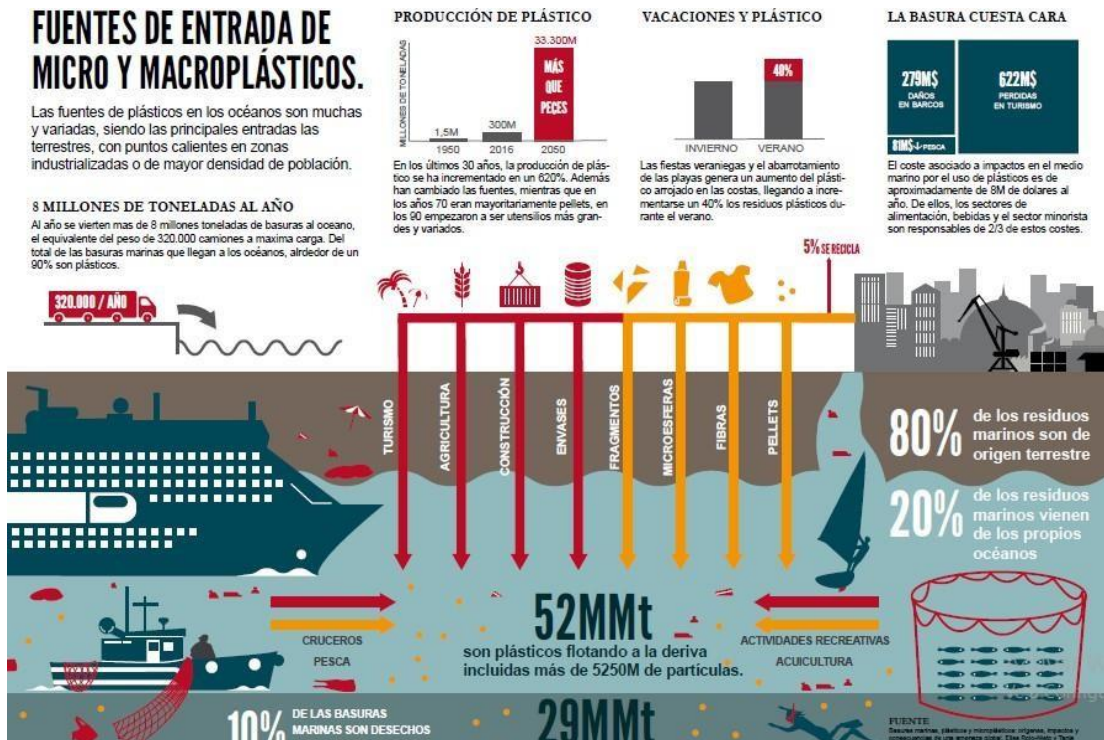


Figura 1. Fuentes de entrada de los micro y macroplásticos al medio marino

Fuente: González, 2017.

El 20% restante lo representa el aporte de los propios océanos, la actividad humana que más contribuye a la pesca, especialmente a la pesca fantasma: abandono o pérdida de equipos (redes, líneas, etc., boyas, etc.) viajando a la deriva en los océanos, atrapando inadvertidamente muchos organismos y destruyendo los hábitats bénticos. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, cada año se pierden en el océano unas 640.000 toneladas de equipos, lo que supone el 10% de la cantidad de residuos en el mar.

Una red trófica también se define como una red alimenticia. La convivencia en todos los hábitats marinos es una rama de la ecología en donde se define las interacciones directas e indirectas entre organismos vivos, incluyendo el transporte de biomasa a través de cadenas alimenticias, de otro modo, cada zona representa un organismo y cada color asociado indica el tipo de alimento que contiene. Como resultado, los organismos afectados son el fitoplancton en

donde empieza la red trófica marina, seguida por zooplancton, un consumidor primario, y hasta los peces y los insectos son depredadores secundarios (Figura 2) (Dunne, 2014).

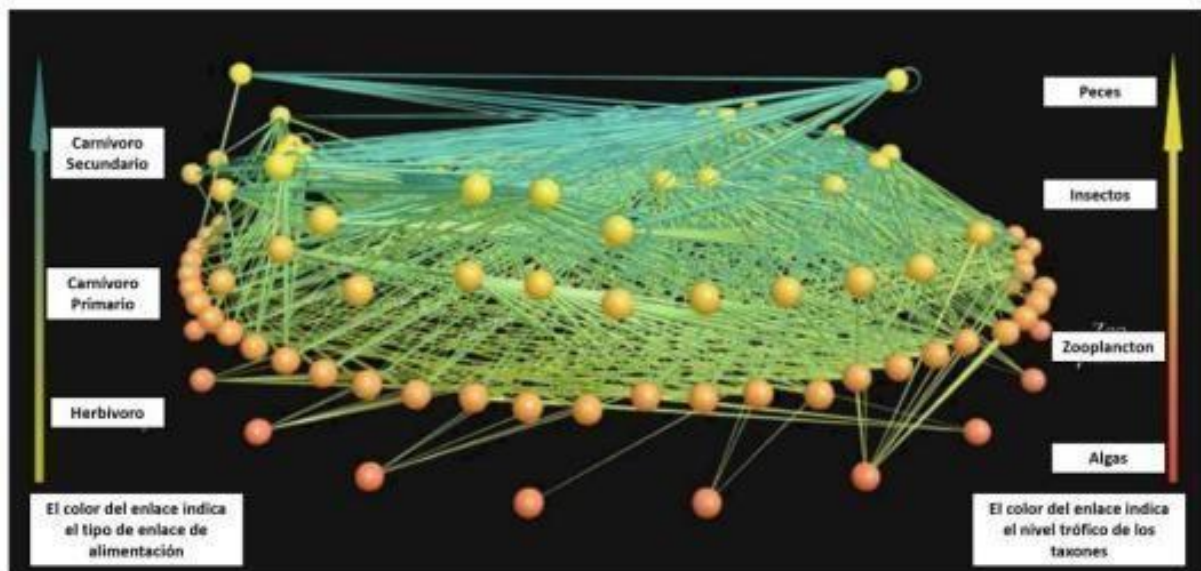


Figura 2. Red trófica Marina

Fuente: Dunne, 2014

4.5.1 Efecto sobre el medio marino

La flexibilidad y resistencia del plástico hacen que este material sea ideal para la fabricación de todo tipo de objetos y materiales utilizados en la vida cotidiana. Por lo tanto, todos los días se produce, usa y desechan enormes cantidades de plástico. Se estima que de todos los desechos plásticos que se producen, el 10% termina en los océanos, donde puede representar un peligro para la salud y el medio ambiente. Las entradas al medio ambiente marino provienen de diferentes fuentes y en una variedad de tamaños, desde micrómetros hasta metros. Las interacciones que se originan entre los desechos marinos y el medio ambiente marino son diversas y complejas. Entre las fuentes de estos desechos se encuentran las embarcaciones, que además de causar interferencias estéticas, pueden provocar daños económicos y sociales al interactuar con la pesca, artes de pesca y otras actividades marinas.

Cabe señalar que los impactos sobre las poblaciones marinas en su conjunto van en aumento, dada la tasa de producción de plásticos de un solo uso y de su

vida media corta. Los microplásticos son actualmente una de las causas más comunes y duraderas de contaminación marina (Hidalgo Ruz, 2013). Estas pequeñas partículas ingresan al océano en una variedad de formas y se distribuyen a lo largo de las cuencas oceánicas por las corrientes oceánicas, lo que resulta en una distribución global de ecosistemas y organismos vulnerables que entran en contacto con ellas.

4.6 Ingesta de microplásticos

Varios estudios que han realizados en torno al color y el tamaño de los microplásticos debido a la mezcla de estos con la presa, no obstante, se ha demostrado que los microplásticos de colores o tonos específicos son, en algunos casos, susceptibles de deterioro (Galgani, 2014). Los mecanismos de alimentación de los organismos no les permiten distinguir entre presas y microplásticos y comerlos indiscriminadamente, o ingerirlos deliberadamente considerando presas, por ejemplo, en el caso del plancton cuyo tamaño esta alrededor del mismo de las micropartículas. Además, las vías de exposición e incorporación de microplásticos no se limitan necesariamente a la digestión en sí, sino que, en algunos casos, como los cangrejos, también pueden incorporarse al sistema a través de las branquias, Ocean Conservancy (2018).

La ingestión de microplásticos por parte de organismos en los eslabones inferiores de la cadena alimentaria (fitoplancton y zooplancton), puede ser un camino hacia niveles más altos de la cadena alimentaria a través de la digestión Ingestión de presas previamente contaminadas con estos elementos. Sin embargo, el hecho de que una parte del zooplancton realice migraciones diarias a diferentes profundidades hace que sean vectores de transporte de partículas finas a mayores profundidades de las que normalmente están disponibles, disponibles para las cadenas alimentarias y comer diferente (figura 3).

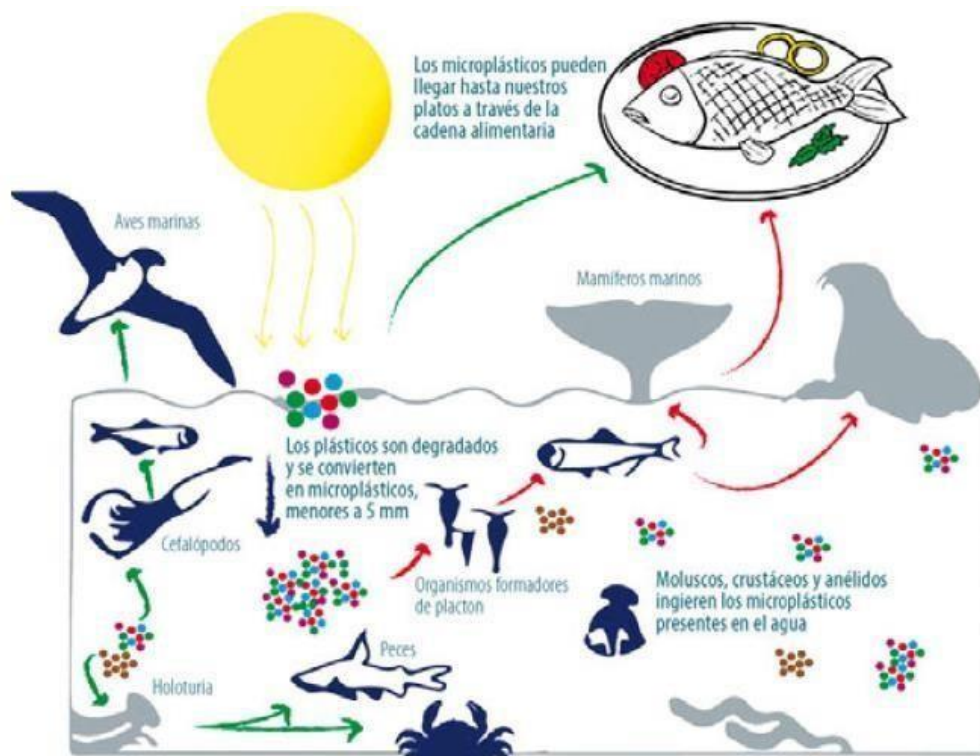


Figura 2. Rutas de microplásticos en la cadena trófica
Fuente: Hernández, 2017

Aunque todavía hay poca investigación sobre la transferencia de nutrientes a los eslabones superiores de las aves acuáticas y los mamíferos marinos, algunos trabajos, como el de Erickson y Burton en 2003, quienes encontraron partículas de plástico en lobos marinos, y los investigadores determinaron que esta presencia se produjo por la ingestión de *Electrona subaspera* (un tipo de pez ligero), de la que se obtuvieron los microplásticos al comer crustáceos de aleta del mismo tamaño como el último plástico en leones marinos.

La ingestión de partículas microplásticas por los eslabones inferiores de la cadena alimentaria, como el fitoplancton o el zooplancton, puede ser una vía para que se integren a un nivel superior a través de presas previamente capturadas, y quedar de esta forma contaminados con estos elementos, UN Environment Programme (UNEP, 2016).

5. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de investigación

La investigación es descriptiva, tipo documental y exploratoria ya que pretende identificar microplásticos en diferentes organismos marinos del Ecuador, a través de la búsqueda de publicaciones de revistas científicas, repositorios digitales de Universidades y Bibliotecas Virtuales del Ecuador. Información que permitirá determinar aquellas metodologías y análisis de resultados más acertados para posteriores estudios.

5.2 Delimitación del tema

La investigación documental/bibliográfica comprendió trabajos realizados desde 2018-2021 realizadas en Ecuador

5.3 Población y muestra

Población es el conjunto de todos los casos que cumplen alguna característica de sujetos. En la presente investigación, la población está conformada por las publicaciones científicas, de revistas y repositorios del Ecuador. En tanto que la muestra es de carácter no probabilística intencional debido a que, en estas, la elección de los elementos no va a depender de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las especificaciones del trabajo de investigación realizado (Hernández et al., 2006).

5.4 MÉTODOLÓGÍA

Se procedió a la revisión de información la cual está basada específicamente en bibliografías referentes a estudios realizados de microplásticos en diferentes organismos marinos del Ecuador, dentro de los años 2018 al 2021 como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Bases bibliográficas de microplásticos en organismos marinos

Título	Autor	Año
“Efecto de la contaminación antropogénica sobre la estructura comunitaria de fitoplancton presente en la zona marino-costera de las Islas Santa Cruz y San Cristóbal, Galápagos”	Joseph Cecilio Villarreal Villarreal	2018
Percepciones de los concheros y cangrejeros de la Provincia de El Oro sobre eventos naturales e impactos antropogénicos	Alex Xavier Ichazo Intriago	2018
Evaluación del efecto de las partículas de microplásticos sobre la alimentación del camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> en el Ecuador	Benavides Mera	2018
Polución Marina	Gabriel Enrique González Matamoros	2018
Revisión bibliográfica de los métodos de análisis de micro(nano)plásticos en el medioambiente y en la biota marina	María Ángeles Toledo Martínez	2019
“Microplástico en el tracto digestivo de <i>Scomber japonicus</i> , <i>Opisthonema libertate</i> Y <i>Auxis thazard</i> , comercializados en el puerto pesquero de Santa Rosa, Provincia de Santa Elena – Ecuador”	Janin Grisell Lino Domínguez	2019
Abundancia y distribución de macrobasura y mesoplásticos en las playas las palmas, atacames y los frailes en la costa ecuatoriana	José Nataniel Bueno Valencia	2019
Valoración de las actividades antropogénicas sobre los varamientos de las tortugas marinas en la playa de canoa - Manabí.	Jesús Gabriel Palacios Vélez Miltón Yitzhak Perero Menéndez	2019
Presencia de microplásticos en peces pelágicos de mayor comercialización, en el mercado de “Playita mía” de la ciudad de Manta	Mirian Mendoza Z. Kerly Mendoza G.	2020
Determinación de la presencia de microplásticos en atún enlatado del Puerto de Manta	Nacimba Aguirre David Gabriel	2020
Microplásticos en la Biota de los Ríos Andinos	Camila Alejandra Sáenz Calero	2020
Análisis del impacto del macro y microplásticos sobre la fauna: Estado del arte	Paulo Cesar Escobar Cartagena	2021
El Microplásticos y la contaminación en el mar en Punta Carnero- Ecuador.	Kevin Jeanpierre Lavayen Villamar	2021
Análisis de la contaminación por microplásticos en especies comerciales de bivalvos entre los años 2010 a 2020	Yunga Córdova Kelly Brigitte Vélez Reyes Eudy Fabrizioo	2021
Asesoría al Parque Nacional Galápagos (PNG) para la determinación del nivel de contaminantes emergentes	Calle Macas Liseth Estefanía	2021

(Microplásticos) marinos selectos	en organismos		
Determinación de microplásticos en el tracto digestivo de <i>Brycon Alburnus</i> y <i>Pseudocurimata Boulengeri</i> del Río Daule		Erika Vanessa Álvarez Mendoza Luisa Kathleen Dora Iturralde	2021
Análisis ecotoxicológicos para evaluar la bioacumulación de toxinas asociadas a la ingesta de microplástico en manta rayas oceánicas (<i>Mobula birostris</i>) de Isla de la Plata, Ecuador.		Micaela Stacey Solís	2021
Microplásticos en el tracto digestivo de <i>Dormitator latifrons</i> en el Cantón Durán, Provincia del Guayas		Marcos Roberto Guale Palacios	2021

Fuente. Villamar J., 2022

Se catalogó los tipos de plásticos que son nombrados en las publicaciones ya realizadas por los diversos investigadores y revisadas por la suscrita, donde se tomó como referencia el estudio de Escobar, P. (2021), basándose en la Tabla 4, la cual indica la clasificación de microplásticos según el tipo de polímero, forma y tamaño lo cual permitió categorizar cada uno de ellos según corresponde.

Tabla 4. Clasificación de microplásticos según el polímero

Tipo de polímero	Descripción	Formas de plásticos
PET	Polietileno - Tereftalato	Fragmentos Fibras Laminas Perlas Espuma
PEAD	Polietileno de Alta Densidad	
PVC	Policloruro de Vinilo	
PEBD	Polietileno de Baja Densidad	
PP	Polipropileno	
PS	Poliestireno	
OTROS	Poliamida, Poliuretano, Poliéster	

Fuente. Escobar, 2021

Se analizará la presencia de microplásticos sobre los organismos registrados en cada publicación y se llevará a cabo una clasificación en función de la misma.

Mediante los estudios seleccionados y realizados dentro del periodo 2018- 2021, se estableció los lugares y ambientes donde mayormente incide la contaminación de microplásticos en los organismos acuáticos, a fin de determinar la posible asociación de la presencia de esto a un ecosistema específico.

5.5 Análisis estadístico

Se realizará un barrido de la documentación mencionada en la Tabla 1, donde se refleja la información sobre la presencia de microplásticos que ejercen algún nivel de afectación en las especies acuáticas. Estas serán extraída e ingresada en una hoja de cálculo de Excel, a fin de crear la base de datos cualitativa y cuantitativa, donde se procederá inicialmente a una de estadística descriptiva. Esta base de datos generada será transportada a la plataforma PAST en la cual se procederá a establecer alguna relación estadísticamente significativa entre la distribución, presencia, abundancia de ser el caso, tipo de microplástico y tipo de organismo registrado, asimismo, los resultados se reflejarán en tablas, barras según los objetivos propuestos.

5.6 Métodos de investigación

- **Inductivo-Deductivo:** Fundamenta las bases para abordar los criterios conceptuales teóricos basados en la literatura que informa sobre los microplásticos en los organismos acuáticos y organiza los datos obtenidos de la búsqueda en resultados
- **Analítico sintético:** Establece la relación y concordancia entre materias teóricas, bases y criterios del razonamiento y el objeto de investigación.

6. RESULTADOS

6.1 Tipos de microplásticos registrados en los tractos digestivos de los organismos estudiados 2018 - 2021

Diversos estudios demuestran la presencia de microplásticos en diferentes especies marinas, como peces, camarones y bivalvos (Lino, 2019), destinadas para el consumo de los seres humanos. Así mismo, se ha demostrado que los microplásticos absorben fácilmente algunos químicos dañinos como el mercurio y el triclosán, los mismos que llegan a afectar la función de los de los órganos de las especies acuáticas al momento de ingerir el alimento del medio (Salazar, 2020).

6.1.1 Contaminación de microplásticos en organismos marinos de acuerdo al polímero

Dentro de los estudios que se realizaron durante el periodo 2018 al 2021, se obtuvo que los microplásticos que se encontraron de manera más frecuentes en el tracto digestivo de los organismos marinos fueron: Polietileno de alta densidad (PEAD), polietileno tereftalato (PET), polietileno de baja densidad (PEBD), entre otros.

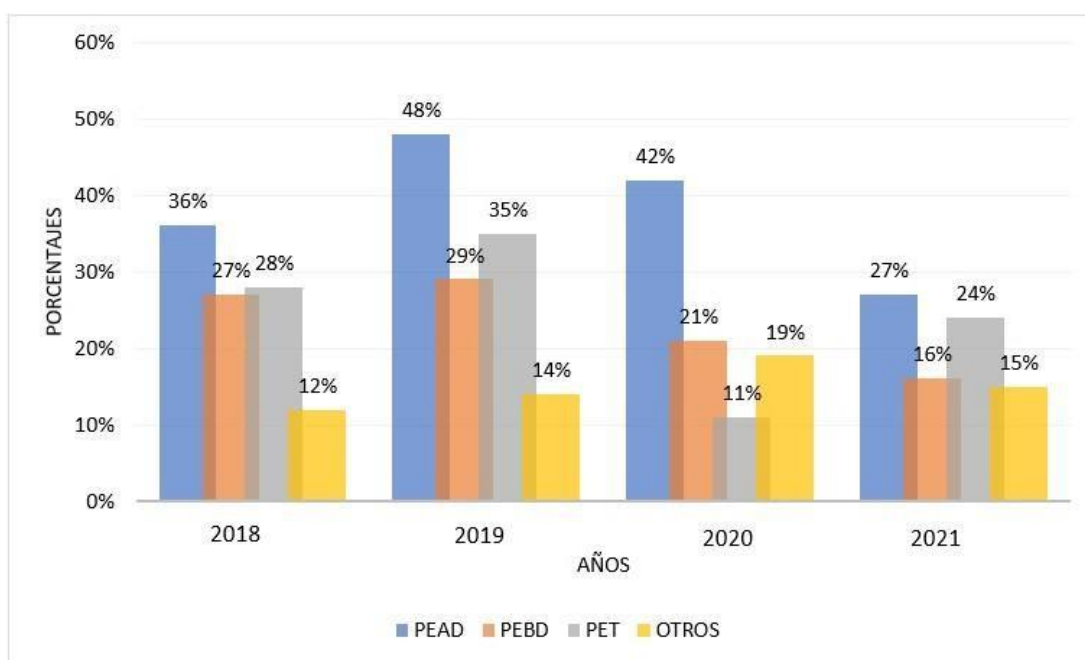


Figura 4. Polímeros de microplásticos presentes
En el eje de las Y se encuentra el porcentaje de contaminación por polímero y en el eje de las X los años que se analizaron

Elaborado: Villamar, 2022

En la figura 4 se muestra los polímeros que se registraron de manera frecuente en los organismos estudiados en donde se muestra que el PEAD los cuales pueden ser bolsas de compras, botellas de shampoo, suavizantes, etc. se presenta con alto grado en todos los años con respecto a los demás polímeros, pero en el 2019 está con un 48% y en el 2020 con un 42%. Es importante tener en cuenta que la mayoría de los microplásticos que flotan en la superficie de los mares y océanos consisten en PEAD, debido a que la flotabilidad positiva permite que sean abundantes en los hábitats pelágicos, (Rummel et al., 2016; Tsang et al., 2017).

Además, el año 2019 presentaron todos los polímeros descritos con porcentajes elevados, en el caso de PEBD tiene un 35%, PET con 35% y otros contaminantes con que se encuentra con un 14%.

6.1.2 Contaminación de microplásticos en organismos marinos de acuerdo a la forma

En el año 2018 se encontró que la fibra ocupaba un 56% en los organismos dentro del tracto digestivo siendo el nivel más alto entre los años de estudio (figura 5). En este mismo año 2018, se observó un nivel más elevado de microfibras provenientes de bolsas de compras y de botellas de shampoo. Sin embargo, para el año 2019 se observa que el nivel de presencia de este contaminante baja a un 33% y el de fragmentos sube a un nivel de 52%, debido que hallaron microfragmentos provenientes de una alta proporción de cubiertos, platos, ganchos, plásticos entre otros; para este año se registró el nivel más alto de fibras en los organismos con respecto a los demás años.

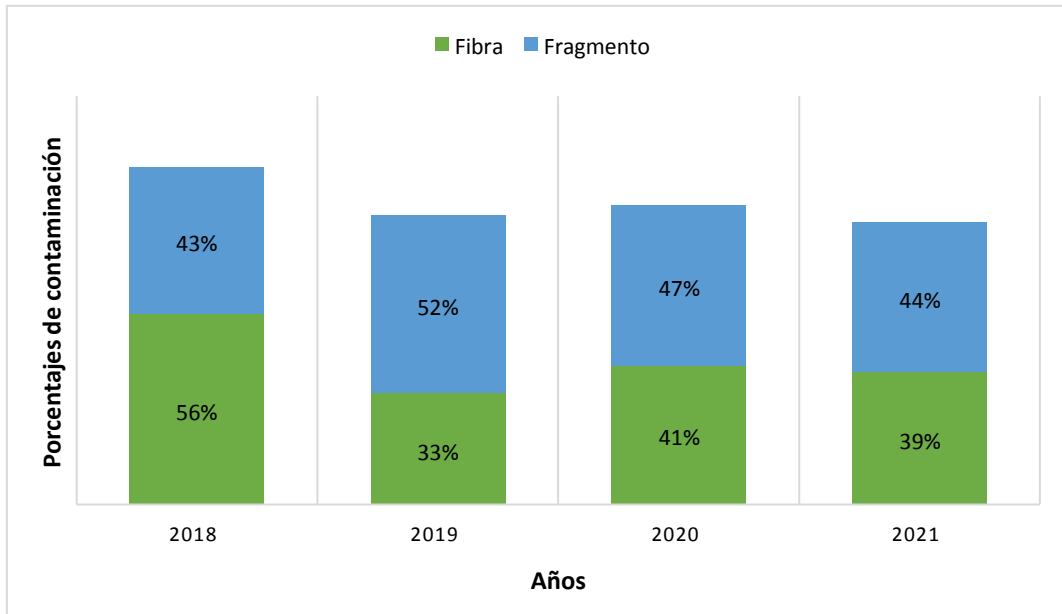


Figura 5. Microplásticos según la forma

Los niveles de contaminantes se encuentran en el eje de las Y, y en el eje de las X están los años analizados

Elaborado: Villamar, 2022

6.1.3 Contaminación de microplásticos en organismos marinos de

acuerdo al tamaño

Una de las características que hace posible clasificar a los microplásticos es el tamaño que estos contengan los cuales deben alcanzar un máximo hasta 5 mm y estarán dentro del rango establecido. Por lo tanto, en los estudios realizados se registró que los microplásticos con mayor efecto en las especies acuáticas correspondieron al rango de 0,50 el más pequeño y 3 mm siendo este el mayor. Así mismo reflejan estos datos que en el año 2018, el registro fue del 46% para 0.50, un 29% en el tamaño de 1- 2 mm y finalmente un 44% para 1-3 mm como se observa en la figura 6.

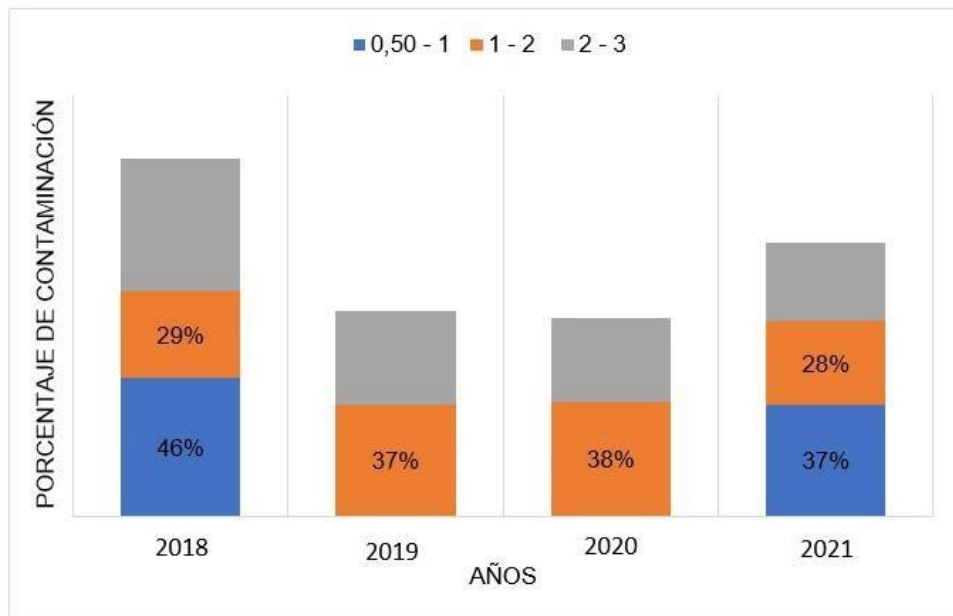


Figura 5. Microplásticos según el tamaño siendo 0,50 – 1 – 2 -3 mm los de mayor concurrencia en los estudios analizados, dado en el eje de las Y, y en las X es el nivel de contaminantes (%)
Elaborado: Villamar, 2022

El año 2021, también se convirtió en uno de los años en donde contiene los 3 tamaños de microplásticos que se mencionaron anteriormente, es decir que los organismos van a “confundir” contaminantes que, a pesar de ser microscópicos al ojo humano, ellos lo identifican como “alimento”. Hastuti et al. (2019) afirman que una pequeña fracción de partículas plásticas puede causar obstrucción gastrointestinal en un organismo, obviamente dependiendo del tamaño de su cuerpo y tracto digestivo con respecto a la partícula. Boerger et al. (2010) señalan que estas micropartículas pueden acumularse y causar hambre, desnutrición e incluso la muerte. Además, la acumulación de microplásticos en el tracto gastrointestinal también provoca la disolución de componentes químicos y el transporte de componentes químicos a otros órganos, por lo que su consumo será muy peligroso (Phillips, 2015).

6.1.4 Contaminación de microplásticos en organismos marinos de acuerdo al color

En lo que respecta a los colores que los organismos acuáticos mayormente ingirieron se encontró los colores amarillos, verdes y azules según los estudios analizados de Lino, 2019 con el estudio “Microplástico en el tracto digestivo de *Scomber japonicus*, *Opisthonema libertate* y *Auxis thazard*” y el de el Escobar,

2021 llamado “Análisis del impacto del macro y microplástico sobre la fauna marina”

En la figura 6 se refleja que en los años 2019 y 2021 no se registró el color amarillo y dentro del tracto digestivo de las especies, sin embargo, en el año 2018 si se observa la ingesta de microplásticos en estos colores dado en; amarillo con un 22%, seguido del color verde con 27% y el color que tiene un alto nivel de ingesta es el color azul con un 46%, a pesar de esto se debe mencionar que el año que se registró el color azul fue en el 2019 con 52% en los organismos que se estudiaron, esto coincide con un estudio de Ory et al. (2017), cerca de Isla de Pascua, donde el plancton estudiado mostró selectividad por partículas finas de color azul.

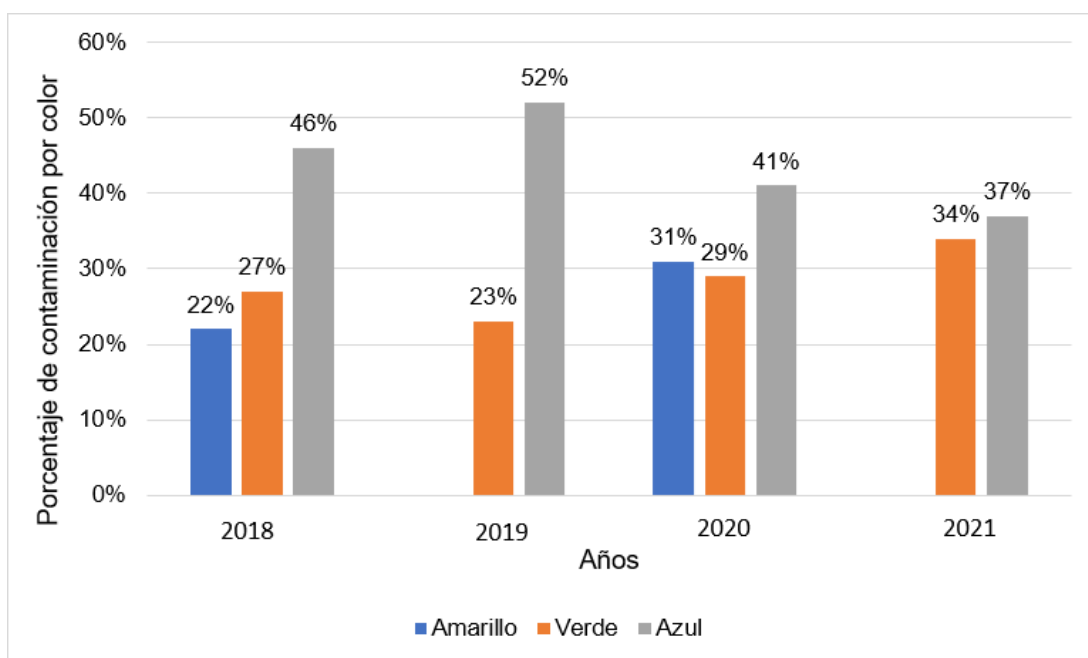


Figura 6. Color del microplástico en especies acuáticas
Nivel de contaminantes en el eje de las Y, en el eje de las X los años analizados
Elaborado: Villamar, 2022

6.2 Organismos marinos del Ecuador con mayor índice de contaminación por microplásticos 2018 – 2021.

Según los estudios realizados entre los años mencionados, se observó restos de microplásticos en el tracto digestivo de 16 especies marinas en total, en el año 2018 se registraron 5 especies como son: *Eucidaris galapagensis* (Erizo

lapicero) (10%), *Selene Peruviana* (Carita) (17%), *Thunnus albaceres* (atún de aleta amarilla) (24%), *Sardina pilchardus* (sardina europea o sardina común) (19%), *Mytella guyanensis* (mejillón del lodo, ostión, churria) (23%). En el 2019 se encontraron 3 especies del phylum chordata, *Auxis thazard* (Melva) (20%), *Opisthonema libertate* (Sardina-gallera común) (33%), *Scomber japonicus* (Caballa) (24%), así mismo en las aguas ecuatorianas en el año 2020 se reportan 4 organismos entre las cuales se encuentran, *Echinometra vanbrunti* (Erizo marino de las rocas) (23%), *Thunnus albaceres* (19%), *Diplectrum Conceptione* (Camotillo de boca amarilla) (10%) y finalmente *Mytilis edulis* (19%). En lo que respecta el año 2021 se registran 4 especies como son: *Eucidaris galapagensis* (Mejillón azul del atlántico) (5%), *Katsuwonus pelamis* (listado, barrilete) (20%), *Sardina pilchardus* (26%) y *Perna canaliculus* (22%), los porcentajes dados es el número de contaminación que se dio en cada uno de los organismos estudiados como se observa en la figura 8.

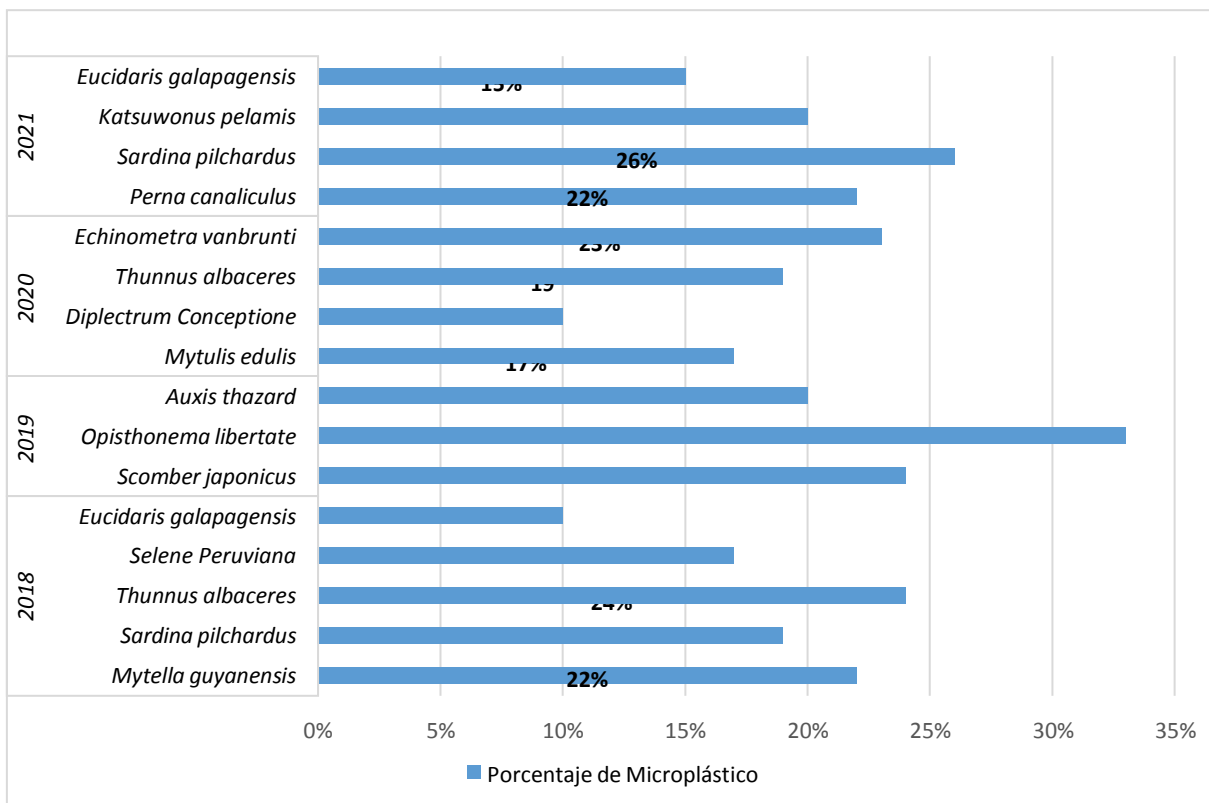


Figura 8. Porcentajes de organismos marinos contaminados por microplásticos
Elaborado: Villamar, 2022

En el año 2018 se registra la *Sardina pilchardus* con un 19% de contaminación por ingesta de microplástico y en el año 2021 reaparece con un 26%, esto debido que se encontró mayormente copépodos en el sistema digestivo de esta especie de pez, los mismos que tienen una amplia y diversa distribución en las aguas costeras del Ecuador y, al momento de estos organismos alimentarse confunden el microplástico con estos diminutos crustáceos que emiten colores brillantes de color azul (Luzuriaga, 2015). Todo esto va a depender de la dieta que varía durante los años y, también por los cambios estacionales dependiendo de la disponibilidad de alimento o cambios en los parámetros ambientales, (Rodríguez et al., 2001).

Así mismo la especie de *Thunnus albaceres* presenta un 24% de contaminación en el año 2018, mientras que en el 2020 este nivel baja a un 19%, cabe mencionar que la alimentación de esta especie se basa principalmente en peces pequeños, crustáceos y cefalópodos lo cual hace referencia que en el 2020 la dieta de este organismo varió dando como resultado un menor índice de contaminación según lo que ingería, se encontró mayormente restos de calamares y algunos copépodos, así también mencionan algunos autores que el tracto digestivo estaba vacío lo cual no afectó de manera significativa durante este año.

En el caso de *Eucidaris galapagensis* el cual tiene un índice por microplásticos en la cavidad digestiva de un 10% para el año 2018, sin embargo para el 2021 se encuentra con un 15%, resultando con un incremento de 5% en este año, estos estudios se realizaron en las Islas Galápagos lo cual sugiere que el incremento se debe a los cambios estacionales que se dan con mayor frecuencia en esta zona del Ecuador ya que la convección de la corriente fría peruana hacia el oeste provoca afloramientos, afectando especialmente al archipiélago en la parte oriental. (Hofinagil, 1984). En el otro lado del archipiélago, la corriente ecuatorial corre de oeste a este, formando afloramientos rocosos por lo cual estas corrientes van llevando consigo los nutrientes necesarios para las especies marinas, pero también en ellas se encuentran microplásticos que emergen de manera constante.

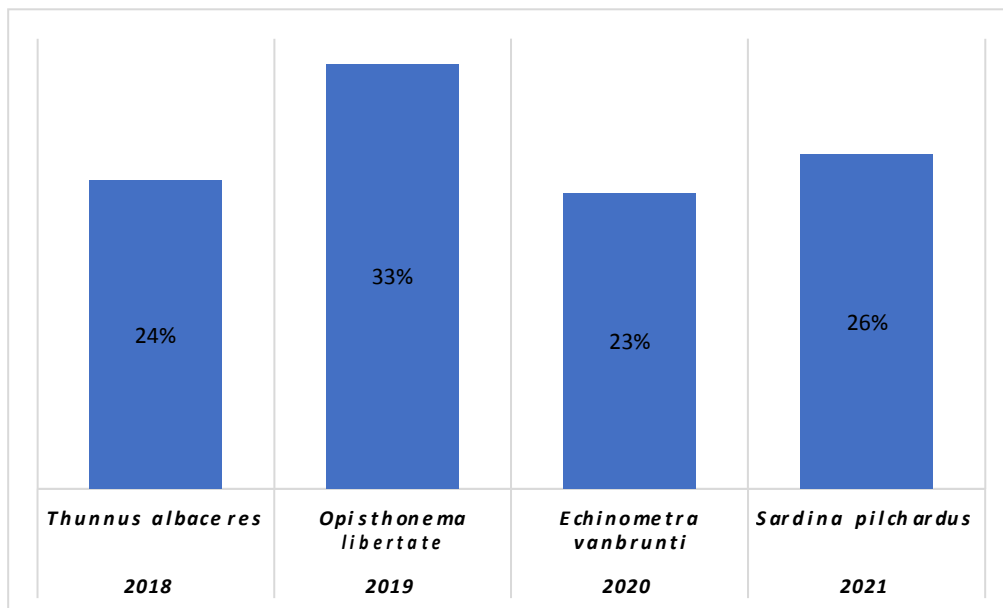


Figura 8. Organismos marinos contaminados por microplásticos
Elaborado: Villamar, 2022

Las dos especies con ingesta de microplástico más elevada pertenecen al filum Chordata representados por las especies, *Thunnus albaceres* registrado con un 24% en el año 2018, seguido a ello se encuentra *Opisthonema libertate* con un 39% en el año 2019 y *Sardina pilchardus* con un 33% para el año 2021 (figura 8), quienes en los estudios señalaron que su alimentación fue nocturna haciendo notar que el consumo preferencial es de copépodos lo cual explica el alto contenido de microplásticos azules, es decir, se producirá la alimentación por selección visual de presas (Cole et al., 2013; Abbasi et al., 2018).

Dentro de estos años de estudio también se encontró a *Echinometra vanbrunti* en el año 2020 con un nivel de contaminación de 19% haciendo referencia a que este tipo de organismos se encuentran a profundidades de 1 a 100 metros y donde hay mayores afloramientos algales donde la colonización de microplásticos por algas aumenta el peso de estas partículas, lo que cambia sus propiedades de flotabilidad, haciendo que se hundan más rápido que las partículas más grandes, (Jaén, 2019). Esta es una de las razones por la que existe una "deficiencia" de plástico en los océanos, pero aumenten el microplástico en los organismos acuáticos, han señalado algunos autores como Lavayen 2021 en su estudio "El Microplástico y la contaminación en el mar" y Yunga 2021 en su trabajo "Análisis de la contaminación por microplásticos"

6.3 Lugares mayormente contaminados por microplásticos en el Ecuador en organismos acuáticos 2018 – 2021.

Dentro de los estudios seleccionados previamente se muestran los lugares donde inciden los microplásticos de manera más elevada, esto es en la litoral ecuatoriano. La zona de mayor índice de contaminación se encuentra en la provincia de Manabí, con un 39% contaminado como se observa en la figura 10, debido a que las muestras fueron mayormente extraídas del puerto donde hay una afluencia alta de plásticos, las mismas que se convertirán en fibras o microplásticos que afectarán de manera directa a las especies que se encuentren dentro de esta zona.

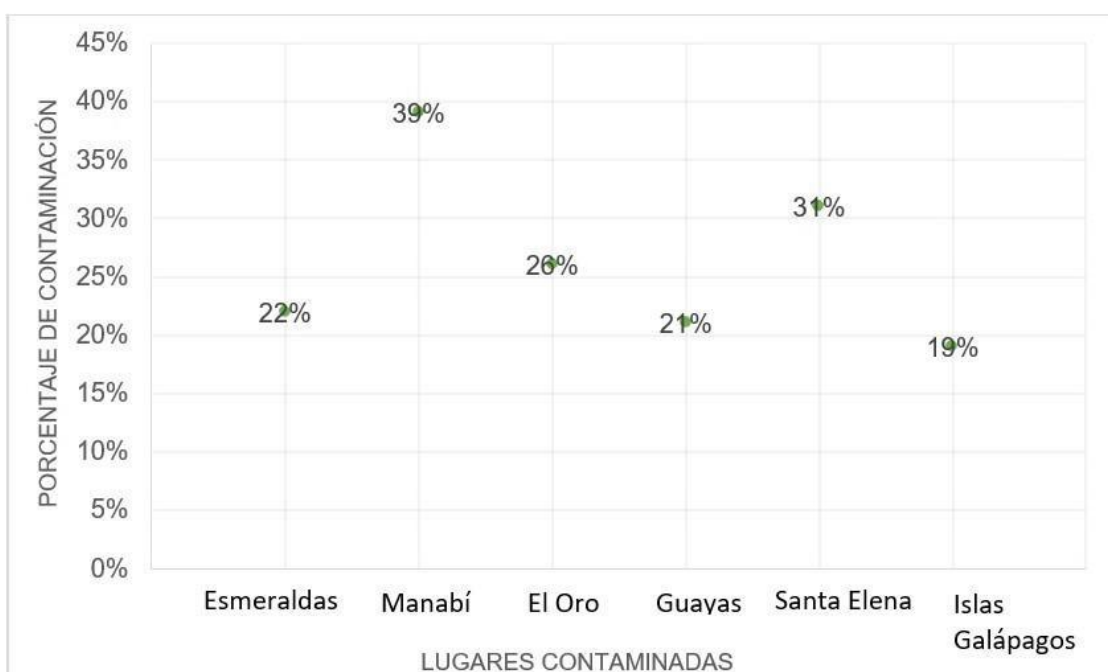


Figura 9. Zonas contaminadas por microplásticos
Elaborado: Villamar, 2022

Así mismo tenemos a la provincia de Santa Elena la cual consta de un 31% de contaminación, por lo general cerca de las zonas con mayor afluencia contaminada dentro de esta provincia se encuentran viviendas y puertos pesqueros lo cual hace que la desembocadura de las aguas domésticas, fluviales y la pesca afecte de manera significativa ya que se encuentra todo tipo de desechos (más de 50 kilos de plásticos, redes, llantas y basura de madera), (Raimann, et

al., 2014) que van desprendiendo de esta manera afecta a los organismos que se encuentran dentro de este lugar.

De la misma manera, las provincias con un nivel de menor contaminación que se encontraron en comparación a las demás zonas fueron: Guayas con un 21%, Esmeraldas con 22% y las Islas Galápagos con un nivel de contaminación de 19%, comprendiendo los años de estudios que se realizaron.

7. CONCLUSIONES

- Mediante la información recopilada se destaca que la mayoría de las especies mostraron incidencia de plástico en el tracto y musculo debido a la dieta que mantienen, ya que esta tonalidad es similar a las especies de copépodos que ingieren como parte de su dieta, así mismo como los organismos zooplanctónicos son parecidos en tamaño a los microplásticos, además, el zooplancton se presenta mayormente en la superficie donde están en conjunto con estos microplásticos debido a su flotabilidad y van a confundir a sus presas naturales con estos contaminantes.
- Los organismos que mayormente han sido asociados a la contaminación con microplásticos fueron peces como el *Thunnus albaceres*, *Opisthonema libertate*, *Sardina pilchardus* y el equinodermo *Echinometra vanbrunti*. Es importante señalar que estas especies de peces son las de mayor captura en las costas ecuatorianas.
- Guayas, Santa Elena, Manabí y Esmeraldas constituyen aguas del litoral ecuatoriano con alto grado de contaminación, esto se debe que en la mayor parte de los estudios realizados son zonas de pesca y cercanos a ellos hay habitantes en donde hacen que estos lugares se conviertan en una fuente de contaminación directa e indirecta. En cuanto a las Islas Galápagos se encontró el nivel más bajo de contaminación debido que hay más control sobre los lugares donde se realizaron los estudios en comparación a las demás zonas analizadas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Aiomne, G. (2018). El plástico en el mar. *Revista de Marina* N° 964, pp. 27-34.
- Avio, C. G., Gorbi, S., & Regoli, F. (2017). Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. *Marine Environmental Research*, 128, 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.05.012>
- Botello, A. (2016). La Contaminación Marina y la urgencia de su legislación. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM
- Burbano, D. & Gil, L. (2011). Diseño del PRAE “coexistiendo con el canal de aguas lluvias cauquita norte” para la comprensión de las problemáticas ambientales generadas por su uso inadecuado. Cali, Colombia
- Bulletin*, 62(12), 2588–2597. doi:10.1016/j.marpolbul.2011.09.025
- Cabrera, D. (2018). Determinación de la presencia de microplásticos en playas de Tenerife. (Tesis de Grado). Universidad de Latacunga, Latacunga, Ecuador.
- Comité de Pesca. (2018). Los microplásticos en la Pesca. Obtenido de <http://www.fao.org/3/MX201ES/mx201es.pdf>
- Cano Herrera, M. D. L. A., González Sornoza, C. D., & Pillaguasa Calva, M. M. (2013). Recuperado en 30 de julio del 2021. Análisis del manejo de los desechos domésticos en sectores marginales de la Ciudad de Guayaquil. Plan de innovación con “Efectos Verdes” (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas), pág. 5-6.
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution*
- Christoph, R., Muñoz, R., Hernández, Á y Ventura, J. (2016). Aspectos Nano de los desechos plástico. *Momento, Revista de Física*, 1(51). 65-76.
- Delgado Carrasco, L. A. (2015). Recuperado en 30 de julio del 2021. Evaluación de presencia de residuos domésticos y el impacto en el visitante de la

zona turística de Puerto El Morro como indicador de necesidad de un proyecto de manejo y monitoreo de residuos 2015, pág. 4-7.

Dunne, J. A. (2014). Food webs. Research Gate, January 2009, 3682.

Diario El Comercio. (2018). Desechos plásticos están presentes en la cadena alimenticia humana.

F A O. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture.

González, N., Prado, M., Castro, R., Solano, F., Jurado, V. y Peña, M. (2006). Análisis de la pesquería de peces Pelágicos pequeños en el Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. Investigación de Recursos Bioacuáticos y su Ambiente (IRBA). Ecuador.

Galgani, F., Claro, F., Depledge, M. y Fossi, C. (2014). Recuperado el 25 de agosto del 2021. Seguimiento del impacto de la basura en grandes vertebrados en el mar Mediterráneo dentro de la Directiva Marco de la Estrategia Marina Europea (MSFD): limitaciones, especificidades y recomendaciones. Investigación ambiental marina , 100 , 3-9

Guzzetti, E., Sureda, A., Tejada, S. & Faggio, C. (2018). Microplastic in marine organism: environmental and toxicological effects. Environmental toxicology and pharmacology.

Greenpeace. (2016). Plásticos en los océanos; Datos, Comparativas e impactos. Recuperado el 26 de mayo de 2019, de http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/2016/report/plasticos/plasticos_en_los_oceanos_LR.pdf

Graham, B., P. Koch, D. Newsome, K. McMahon, and D. Aurioles. 2010. Using Isoscapes to Trace the Movements and Foraging Behavior of Top Predators in Oceanic Ecosystems. Pages 299-318 in J. West, G. Bowen, T. Dawson, and K. Tu, editors. Isoscapes. Springer Netherlands.

Halden, R. (2010). Plastics and health risks. Annual review of public health, 31,179-194.

- Hernandez, F. (2006). Análisis de la variabilidad climática de la costa ecuatoriana. *Acta Oceanografica del pacifico*, 13(1), 1-6.
- Honorato-Zimmer, D., Kruse, K., Knickmeier, K., Weinmann, A., Hinojosa, I. A., & Thiel, M. (2019). Inter-hemispherical shoreline surveys of anthropogenic marine debris – A binational citizen science project with schoolchildren. *Marine Pollution Bulletin*, 138, 464–473. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.048>
- Hidalgo-Ruz, V., & Thiel, M. (2013). Distribution and abundance of small plastic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): A study supported by a citizen science project. *Marine Environmental Research*, 87–88, 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.02.015>
- Hurley, R., Woodward, J., & Rothwell, J. J. (2018). Microplastic contamination of river beds significantly reduced by catchment-wide flooding. *Nature Geoscience*, 11(4), 251–257. doi:10.1038/s41561-018-0080-1
- Phillips, H. (2015). Evaluación del impacto de la exposición a microplásticos en peces. Recuperado de https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/411978/Assessing_the_impact_of_exposure_to_microplastics_in_fish_summary.pdf
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Tropical Pichilingue, Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (DMSA) (2018). Informe anual 2018. Mocache, Ecuador: Autor.
- Jaén, M., Esteve, P., y Banos, I. (2019) Los futuros maestros ante el problema de la contaminación de los mares por plásticos y el consumo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(1), 1501. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1501
- Inocar. (2012). Información General de la República del Ecuador. Instituto Oceanográfico de La Fuerzas Armadas, Capítulo 1, 13–24.
- Lozano, P. (2016). Especies comerciales de peces tienen un elevado porcentaje de microplásticos en sus estómagos. Recuperado de

http://www.ieo.es/documents/10640/38594/NP_220716_ingestaplastic_o.p df/fe06bfeb-9179-4f3b-8f00-0831432dbfb2

López, M., Rodríguez, J., Gónzales, M., Muñoz, E., Moran, J., Noles, P y Cueva, E. (2016). Caracterización Productiva del Chame (*Dormitator latifrons*) Curva de Crecimiento Caracterización especie Evaluación de emprendimientos Internet of things (TICs y PDA) Desarrollo Territorial. Ciencia ESPAM "MFL".

Markic, A., Niemand, C., Bridson, J. H., Mazouni, N., Gaertner, J., Eriksen, M., & Bowen, M. (2018). Double trouble in the South Pacific subtropical gyre: Increased plastic ingestion by fish in the oceanic accumulation zone. *Marine Pollution Bulletin*, 136, 547–564. doi:10.1016/j.marpolbul.2018.09.031

Mendoza Zambrano, M., J. & Mendoza Giler, k., T. (2020). Presencia de Microplástico en Peces Pelágicos de Mayor Comercialización, en el Mercado de “Playita Mía” de la Ciudad de Manta. (Tesis de Licenciatura, Calceta:Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Mnabí Manuel Félix López). Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1327>

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, (MARM). (2008). Protocolo de toma de muestras y envío al laboratorio en peces. Recuperado de https://www.mapa.gob.es/ca/ganaderia/temas/sanidadanimal-higiene-ganadera/protocolomuestreopeces_tcm34-111068.pdf

Ocean Conservancy. (2018). Cleanup Reports: The International Coastal Cleanup Recuperado de: <https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/international-coastal-cleanup/annual-data-release/>

Oberbeckmann, S., & Labrenz, M. (2020). Marine Microbial Assemblages on Microplastics: Diversity, Adaptation, and Role in Degradation. *Annual Review of Marine Science*, 12, 209–232. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine010419-010633>

- Purca, y Henostroza. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista Peruana de Biología*, 24(1), 101-117.
- Phillips, H. (2015). Evaluación del impacto de la exposición a microplásticos en peces. Recuperado de https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/411978/Assessing_the_impact_of_exposure_to_microplastics_in_fish_summary.pdf
- Rojo, E., y Montoto, T. (2017). Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global. Madrid, España: Ecologistas en Acción.
- Raimann, X., Rodríguez O, L., Chávez, P., & Torrejón, C. (2014). Mercurio en pescados y su importancia en la salud. *Revista médica de Chile*, 142(9), 1174-1180. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872014000900012>
- Sánchez, L. (2018). Evaluación de la presencia de microplásticos en peces comerciales, agua y sedimento del estuario de Tecolutla, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México.
- Salazar, J., Vicioso, M., María, J., & Cardelús, C. (2020). Recuperado el 24 de agosto de 2021, de Digital.C: http://icmdivulga.icm.csic.es/oceano-en-casa_basura-marina/
- Sarria, R y Gallo, J. (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 8(1), 21-27
- Shim, W. J., & Thomposon, R. C. (2015). Microplastics in the Ocean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 69(3). <https://doi.org/10.1007/s00244-015-0216-x>
- Torres, T., Velasco, Y., y Ramírez, J. (2014). Características morfológicas, morfométricas, merísticas y manejo de la primera alimentación de larvas de escalar altum (*Pterophyllum altum*)(Pellegrin, 1903). *Orinoquia*, 18,183-192.

- Thompson, R.C., 2005. Microplastic in the marine environment: source, consequences and solutions, in: *Marine Anthropogenic Litter*. Springer International Publishing, p. 456.
- UNEP. (2016). *Marine plastic debris and microplastics – Global lessons and research to inspire action and guide policy change*. United Nations Environment Programme. Nairobi.
- Valiente, J. (2015). Procesamiento, valor nutricional y aceptabilidad de hamburguesas a base de pulpa de camotillo *Diplectrum conceptione*-Valenciennes,1828
- Wagner, M., & Lambert, S. (2018). Microplastics Are Contaminants of Emerging Concern in Freshwater Environments: An Overview. 302. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-61615-5>
- Xiong, X., Tu, Y., Chen, X., Jiang, X., Shi, H., Wu, C., & Elser, J. (2019). Ingestion and egestion of polyethylene microplastics by goldfish (*Carassius auratus*): influence of color and morphological features. *Heliyon*, 5(12), e03063. doi:10.1016/j.heliyon.2019.e03063